

タイ王国

タイ国鉄道橋梁改良計画

調査報告書

昭和52年1月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1030723191

1030723191  
52.3.8  
3230

タイ王国

タイ国鉄道橋梁改良計画

調査報告書

昭和52年1月

国際協力事業団

| 国際協力事業団          |      |
|------------------|------|
| 参入<br>月日 84.8.24 | 122  |
| 登録No. 13879      | 61.6 |
|                  | SPS  |

## 序 文

日本国政府は、ESCAP 及びタイ国政府の要請に応じて、同国が第 4 次 5 ケ年計画の一環として計画している同国鉄道総延長約 4,000Km 区間にある既存の鋼橋 214 橋の補強又は架換え計画の調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、昭和 50 年 10 月に事前調査団を派遣し、この報告に基づき、昭和 51 年 2 月に約 2 ケ月の現地調査、同年 8 月中間報告書の提出説明、同 11 月ドラフトファイナルレポートの提出説明、タイ国政府、ESCAP のコメントに基づく修正作業を終え、ここに最終報告書提出の運びとなった。

この間、調査開始より 15 ケ月間、調査団団員総数 26 名が調査に携わり、タイ国政府、ESCAP の全面的な協力によりとどこおりなく行なわれた。

タイ国に於ける鉄道強化の計画は提唱されて久しく、鉄道輸送増強への要請は高まっている。したがって、本プロジェクトの持つ意味は大きく、寄せられる期待も多大なものがあると確信し、本報告書が本プロジェクトの実施と今後の両国の友好関係発展の一助になることを心より願うものである。

終りに本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し心より感謝の意を表する次第である。

昭和 52 年 1 月

国際協力事業団

総裁 法 眼 晋 作

## 伝 達 状

国際協力事業団

法眼晋作総裁 殿

私共、調査団はタイ国政府と日本国政府の同意に基づいてタイ国鉄道の鋼橋の補強及び架換えに関して作成した最終報告書を提出します。

本調査の主たる目的はタイ国鉄道の214スパンの橋梁についてそれらの改良方法を提案し、その改良工事に必要な概略工事費を積算することにあります。

上記目的を達成するため1975年10月から1976年8月の間3度にわたり現地調査団が派遣され、必要なデータの収集に当りました。

また、日本国内においては現地調査の結果とタイ国からの関係情報に基づき、各橋梁の強度計算、補修、補強、架換えなどの改良方法に対して検討及び費用積算を行ないました。

これらの橋梁が本報告書の提案による方法によって改良されれば十分な耐荷力を回復し、タイ国鉄道の運行計画も大いに改善されるものと確信すると同時に私共は本報告書に基づいて、改良工事が早急に実現することを熱望します。

本報告書を提出するに当たり、貴事業団、在タイ国日本大使館、タイ国政府関係諸機関、タイ国鉄道及びESCAPの皆様が、現地調査並びに国内作業の際に賜った御助力、御援助に深く感謝の意を表する次第であります。

調査団長

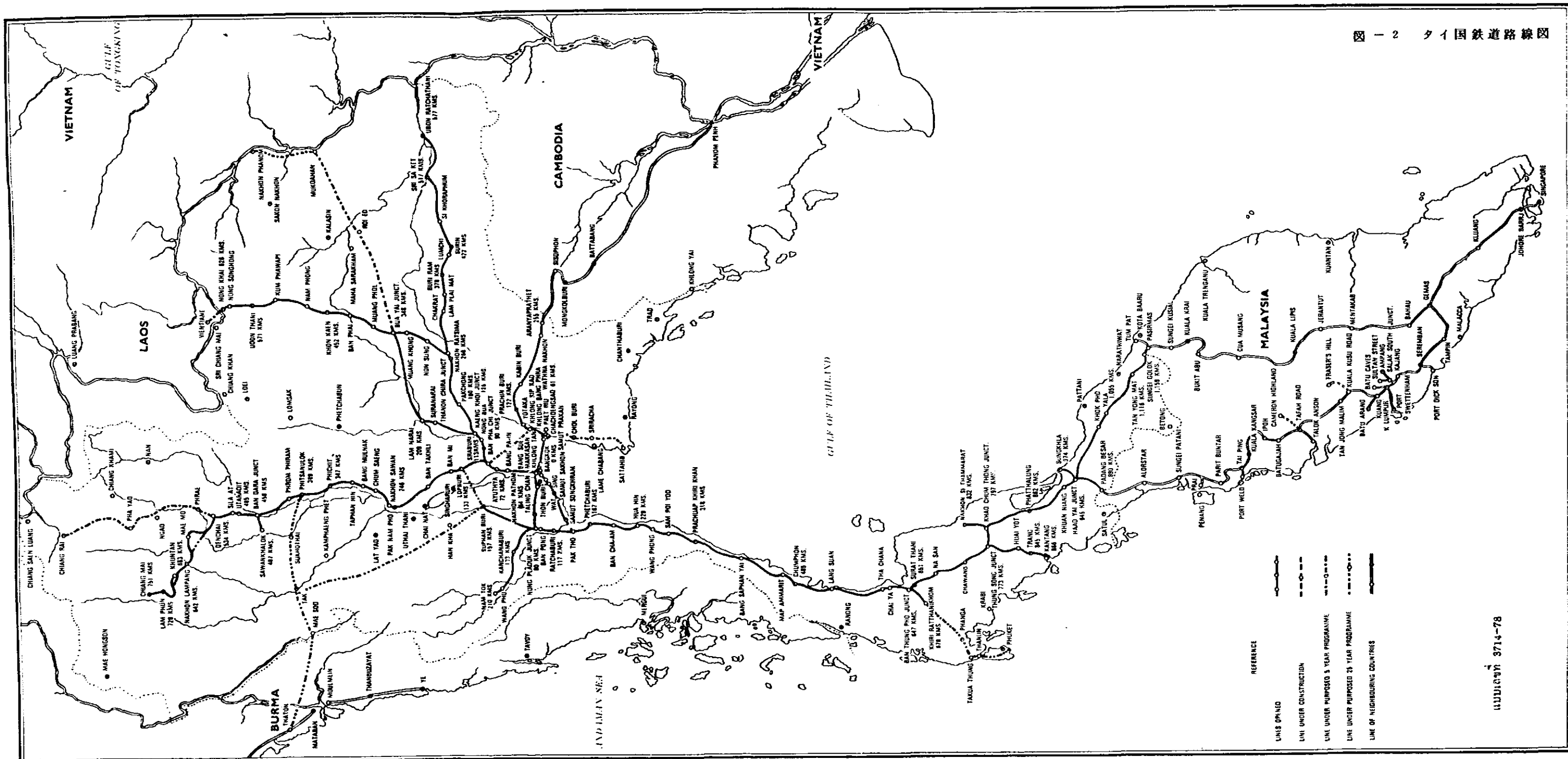
阿 部 英 彦

[illegible]

中國人民保險公司  
 中國人民保險公司  
 中國人民保險公司  
 中國人民保險公司

**Specially created for World Book Encyclopedia by Rand McNally and World Book editors**

図 - 2 タイ国鉄道路線図



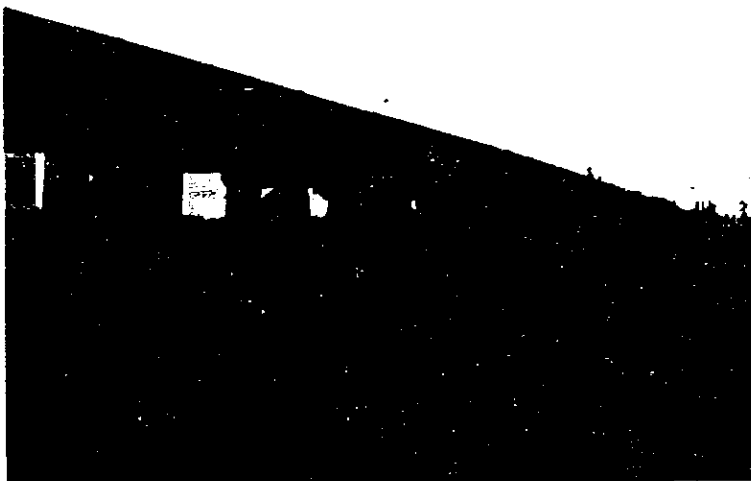
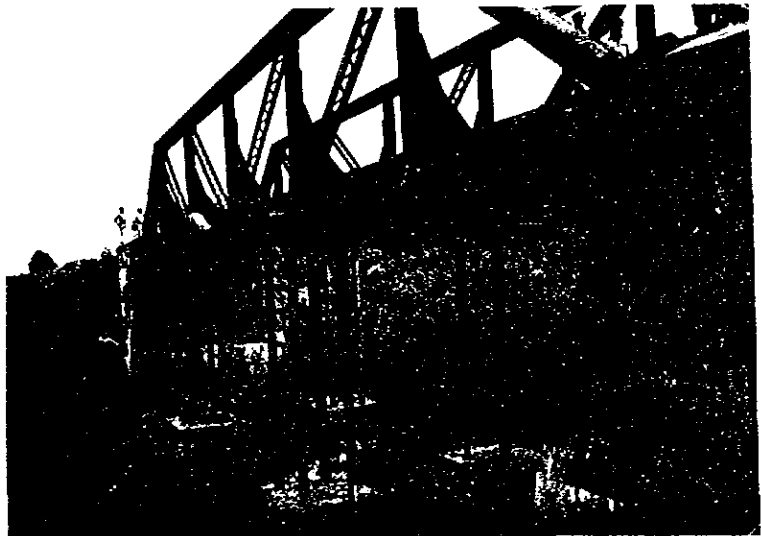
- REFERENCE
- LINE OPENED
  - - - LINE UNDER CONSTRUCTION
  - ..... LINE UNDER 5 YEAR PROGRAMME
  - . - . - LINE UNDER 25 YEAR PROGRAMME
  - LINE OF NEIGHBOURING COUNTRIES





写真－1  
現場調査共同作業

写真－2  
ステーシングによる補強



写真－3 木 橋

写真-4 横桁の腐食

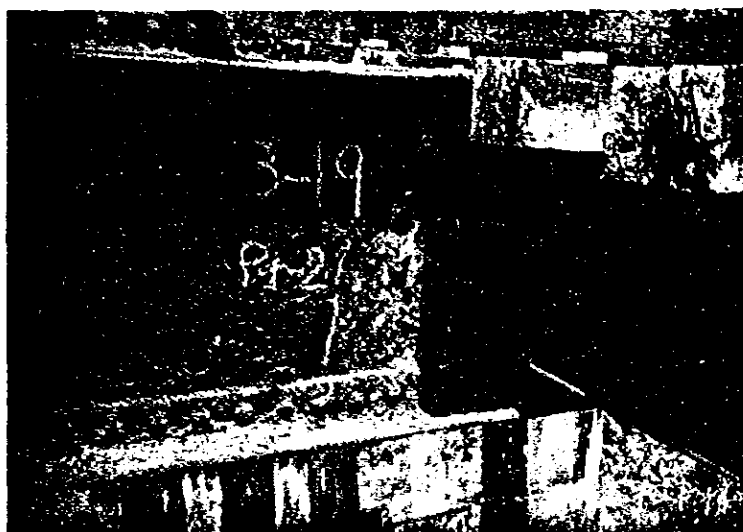


写真-5

縦桁の連結リベットのゆるみ

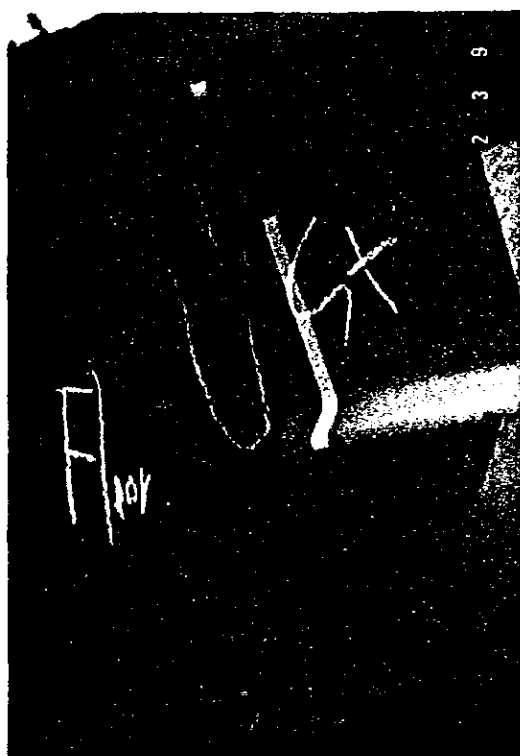


写真-6 対傾構の変形



## 要約と勧告

目 次  
( 要 約 )

|                     |   |
|---------------------|---|
| ま え が き .....       | 1 |
| I 章 結 論 と 勧 告 ..... | 2 |
| II 章 要 約 .....      | 4 |
| 1. 経 緯 .....        | 4 |
| 2. 改良計画 .....       | 4 |
| 3. 調 査 .....        | 5 |
| 3-1 調査の目的 .....     | 5 |
| 3-2 調査の範囲 .....     | 5 |
| 3-3 実施計画 .....      | 5 |
| 3-4 工事費 .....       | 6 |
| 4 技術的検討 .....       | 6 |
| 4-1 現地調査の結果 .....   | 6 |
| 4-2 現橋の耐荷力 .....    | 9 |
| 4-3 補修補強の方法 .....   | 9 |
| 4-4 架換え橋 .....      | 9 |

## ま え が き

この報告書は、タイ国鉄道の既存の214連の鋼橋の改良計画に関して行った現地調査、耐荷力の判定、補強、補修又は架換えのための設計及び施工方法、工事費の積算等の調査結果をまとめたものである。

タイ国鉄道は、タイ国の第4次5ヶ年社会経済開発計画に組み込まれることになっている1977-1981投資計画の一環として、強度の不足する鋼橋の補強、補修又は架換えを行なう計画である。

当調査業務は、この件にかゝわる技術調査を主体としたものであり、日本政府がタイ国政府から ESCAP(The Economic and Social Commission for Asia and the Pacific)を通じて出された要請を受け入れ、国際協力事業団(JICA)が実施したものである。

調査は JICA、タイ国鉄道、ESCAP との間でとりかわした調査方針に関する合意事項に基づいて遂行され、現橋調査と資料の収集は1975年10月から3回にわたって実施した。その調査をふまえて、現地調査結果の整理分析、標準設計及び施工方法の検討、並びに工事費の積算等を行ない、ここにその業務を完了した。

なお、事前調査の終了後の業務は一括して日本海外鉄道技術協力協会(JARTS)が担当した。

## 第 I 章 結論と勧告

- (1) 現地調査およびその結果にもとづく耐荷力の判定などの技術的検討の結果、今回の調査の対象である 214 スパンの鋼橋は、すべて何らかの改良工事を必要とすることがわかった。
- (2) この技術調査の結論に加えて、このプロジェクトの経済効果、各路線の重要度等を勘案して、補修、補強又は架換えに関する改良計画の立案がなされるべきである。
- (3) 214 の鋼橋は橋梁部材の腐食、変形および応力過大に対する補修、補強ばかりでなく、構造的欠陥に対する改良も必要であり、標準設計の作成に当ってはこれらのことが十分配慮されている。  
しかし、列車運行の安全性確保の観点から、工事は腐食のはげしいもの、変形のいちじるしいものから優先的に実施されるべきである。
- (4) 9 ケ所の橋梁は DL-15 標準荷重を所定の速度で通し得る耐荷力をもつように改良するとすれば、通行の安全性、補修の難易、老朽化の度合などの点から見て架換えるのが望ましい。
- (5) 11 ケ所の橋梁は、局部的ではあるが、欠陥の度合が著しいので、今回の改良計画をまたないで応急修理をし、当面の列車の運行に差しつかえないようにすべきである。
- (6) 補修、補強工事は、列車の運行支障を最も少なくする方法で実施する必要がある。
- (7) 214 スパンの改良工事に必要な工事費は表-1 に示す通りである。ここでは 197 スパンは、補修、補強するもの、又 17 スパンは新橋に架換えるものと仮定し、工事は 5 ケ年にわたって施工すると仮定している。

表-1. 工 事 費

| 項 目   | 内 貨         | 外 貨         |             | 計           |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|       | パ ー ツ       | パ ー ツ       | ( U S ド ル ) | パ ー ツ       |
| 工 事 費 | 173,127,000 | 160,536,000 | (8,027,000) | 333,663,000 |

積算基準日：1976 年 4 月

通貨換算率：1 U S ドル = 20 パーツ

＃ ； 1 パーツ = 15 円

物価上昇率：年 10%

- (8) 214 全数を新橋に架換えれば、構造的な問題は少なくなるのは当然であるが、その工事費は補修、補強の場合の約 2.5 倍となる。
- (9) DL-15 標準荷重による補強と DL-14 標準荷重による補強との工事費の差は 3% 程度と僅少である。したがって、改良工事に用いる設計荷重は余裕をとって DL-15 標準荷重とするのが望ましい。僅かでも荷重にゆとりを持たせることは、特に疲労などに対して安全性が大きく増すことになり、得策である。

(i) 次のような調査が実施されるのが望ましい。

- 1) 現場で清掃し、高力ボルトで連結される鋼材の接触面の摩擦係数を確めるための試験。
- 2) 高力ボルトで連結される鋼材の接触面の摩擦係数を増すためにガス炎等で清掃した場合の効果を確める試験。
- 3) 問題のある下部構造の定期的な変位の測定。

(ii) タイ国鉄道が報告書で勧告されたことを実施するに当って、初めの1、2年間技術及び経済両面に関するアドバイザーを若干名受け入れることはタイ国鉄道にとって有益であると考えられる。

## 第II章 要 約

### 1. 経 緯

第二次世界大戦前、タイ国鉄道は、橋梁の設計荷重として Drg. 1965 及び Drg. 1965-2 (図-3) に示すような荷重を用いていた。そしてこの調査の対象となっている橋梁はほとんど、Drg. 1965 に示す荷重、即ち最大軸重 10.5 トン、炭水車付の二重連蒸気機関車荷重によって設計された。

1946 年にはイギリスの 15 トン標準荷重 (TS-15、最大軸重 18.5 トン) が採用され、1955~1971 にわたって、タイ国鉄道のおよそ 30% の橋がこの標準荷重に適合するように架換えられた。その時点からタイ国鉄道はディーゼル化を進めてきているが、1969 年イギリスの UKRAS (United Kingdom Railway Advisory Services) の調査団は、最大軸重 13.75 トンの二重連ディーゼル機関車に基づく荷重が適当であると勧告し、これは 11 トン標準荷重 (TS-11) とほぼ同じ効果を橋に与えるものであり、既存のほとんどの橋梁は、TS-11 標準荷重を通し得ると述べた。

一方、1972 年、ECAFE/日本の調査団は、アジア幹線網のメートルゲージ軌道の荷重として 14 トンの軸重をもつ荷重、DL-14 標準荷重を提案した。この荷重もまた TS-11 標準荷重とほとんど同じ効果を橋に対してもたらすものである。

今回の鋼橋改良計画調査は、この勧告にもとづく荷重を用いて進められた (図-3)。

以上の経緯により、この改良計画は新規の計画ではなく、第二次大戦後から始っている一連の橋梁改良計画の継続であり、その主なねらいは、橋の経年劣化に伴う列車運行の支障をとり除くことにある。

### 2. 改 良 計 画

タイ国鉄道には現在 4 主要路線あり、その営業路線の延長は 3,765 Km (Meklon Line を除く) である。各路線は同国の首都 Bangkok を中心に放射状に走っており、東線は Aranya Prathet でカンボジア国鉄と接続し、南線は Padang Besar と Sungai Kolok でマレーシア国鉄と接続している。東線は将来 Nong Khai からラオスに接続する構想もある (図-2)。

タイ国鉄は 1972-1976 投資計画の一環である鉄道の近代化その他の計画を推進してきたが、これは現在同国が実施している第 3 次 5 ヶ年社会経済開発計画 (以下「第 3 次計画」と呼ぶ) に収められている。第 4 次計画においても橋梁の補強又は架換えを含む近代化計画は最優先の計画にあげられている。

第 3 次計画の終り、すなわち 1976 会計年度の終りにはタイ国鉄道の営業路線上の鋼橋



の数は 1,397 橋 ( 2,853 スパン ) となり、この中には、UKRAS によって老朽化し、補強が必要であると判断された 214 スパンが含まれている。

今回の改良計画の対象である 214 スパンの鋼橋は 4 路線に散在しているが、北線を除く各路線にはまだ多くの木橋が混在しており 1976 年の終りにおけるその数は 834 橋である。これらのうち、240 橋は 1977 年から 1981 年の間に架換えられる予定となっている。

当改良計画はこれら木橋の架換え計画と関連づけて、実施計画が進められるのが妥当である。

現在、木橋の架換え工事はタイ国鉄道の直営工事として実施されているが、当改良計画の実施に伴う工事量の増大にそなえて、橋梁技術者の養成が急務となるであろう。

### 3. 調 査

#### 3-1. 調査の目的

この調査の目的は先に述べた 214 スパンの鋼橋の改良工事のために、補修、補強又は架換の標準的な方法を示すこと、及び工事費の積算を行なうことである。

#### 3-2. 調査の範囲

この調査の範囲は次の通りである。

- (1) 腐食及び変状を調べて、補修、補強の方法を決めるために現橋を調査すること。
- (2) 工事費の積算及び施工方法を決めるために資料を収集すること。
- (3) タイ国鉄道によって準備された図面にもとづき、現橋の耐荷力を判定するために応力解析すること。
- (4) 工事費を積算するために必要な程度の詳しさをもつ補修、補強又は架換のための標準図を作成すること。
- (5) (4)にもとづき、施工計画及び工事費の積算を行なうこと。
- (6) 設計示方書及び施工のために技術的な指針を示すこと。
- (7) 橋梁の設計と工事費積算に関してタイ国鉄道職員を訓練すること。

#### 3-3. 実施計画

改良工事の実施計画は技術的な検討のみでは決められないが、この計画に際し、列車運行の安全を確保し、速度制限を最小にし、投資効果をあげることなどを念頭において、次の諸条件をもとに実施計画案を提示する。

- (1) 列車の運行に対し、危険度の高い橋の改良工事を優先する。
- (2) 工事中列車の運行支障は可能な限り少なくする。
- (3) 現在の交通量をもとに、改良による便役が多いと推定される線区を優先する。

- (4) 工事は5ケ年間で実施すると仮定する。
- (5) 木橋の架換え工事と関連づけて計画する。
- (6) 鋼材は輸入によるが、補修、補強のための部材の加工はタイ国内の工場で行なう。
- (7) 架換えのための新橋は外国で製作し、輸入する。

表一 2. 年次別鋼橋の改良計画案

| 年 次    | 工 事 を 行 な う 橋 の 数 |     |     |     |     | 計   |
|--------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|        | 北 線               | 東北線 | 東 線 | 南 線 | 支 線 |     |
| 第 1 年次 | 5                 | 6   | —   | 9   | 2   | 22  |
| 第 2 年次 | 10                | 13  | —   | 17  | —   | 40  |
| 第 3 年次 | 6                 | 13  | 13  | 20  | —   | 52  |
| 第 4 年次 | —                 | 13  | 13  | 20  | 5   | 51  |
| 第 5 年次 | —                 | —   | 11  | 16  | 22  | 49  |
| 計      | 21                | 45  | 37  | 82  | 29  | 214 |

### 3-4. 工事費

工事費は表一 3 の通りである。積算基準日は1976年4月とし、5ケ年にわたり一律に年10%の物価上昇を見込んだ。

表一 3. 工 事 費

単位 1,000

| 項 目       | 内 貨     | 外 貨     |         | 計       |
|-----------|---------|---------|---------|---------|
|           | パーツ     | パーツ     | USドル    | パーツ     |
| 基 準 建 設 費 | 127,600 | 118,522 | (5,926) | 246,121 |
| 物貨上昇コスト   | 173,127 | 160,536 | (8,027) | 333,663 |

換算率 1USドル=20パーツ

## 4. 技 術 的 検 討

### 4-1. 現 地 調 査 の 結 果

今回の調査の対象である214スパンの鋼橋は、フランス、イギリス及びドイツから輸入したものがほとんどで、いずれも建設されてから45年以上経っている。最も古いものには、1895年で80年以上使用したものもある。

構造的にはすべてリベット構造で、支間長は16mから80mにおよぶ(表一 4)。

表－4. 支間長と橋梁形式による分類

| 支間長<br>(m) | 上路プレート<br>オーダー | 下路プレート<br>オーダー | 下路トラス | 上路トラス |
|------------|----------------|----------------|-------|-------|
| 16.00      |                | 1              |       |       |
| 17.50      | 1              |                |       |       |
| 20.00      |                | 8              |       |       |
| 20.75      |                |                | 8     |       |
| 25.00      | 2              | 1              | 25    |       |
| 25.50      |                |                | 1     |       |
| 30.00      |                |                | 67    | 1     |
| 31.40      |                |                | 2     |       |
| 31.70      |                |                | 3     |       |
| 33.52      |                |                | 1     |       |
| 35.00      |                |                | 27    |       |
| 40.00      |                |                | 9     |       |
| 45.00      |                |                | 9     |       |
| 48.00      |                |                | 2     |       |
| 50.00      |                |                | 26    |       |
| 60.00      |                |                | 5     |       |
| 65.00      |                |                | 2     |       |
| 70.00      |                |                | 5     |       |
| 80.00      |                |                | 8     |       |
|            | 3              | 10             | 200   | 1     |

腐食及び変状は多かれ少なかれどの橋にも見られたが、日常の保守は良好であり、全体的には適切な補修、補強をすればまだ十分使用に耐えられる状態にあると言える。調査を通じてよく見られた変状及び構造上の欠陥は、

- ① 部材の腐食
- ② 連結リベットのゆるみ
- ③ 部材の変形
- ④ 部材の断面積の不足及び鋼度の不足
- ⑤ 2次部材の不足
- ⑥ 沓のローラーの逸脱
- ⑦ その他

である。路線別に見れば北線及び東北線では比較的腐食は少なく、南線では全般的に腐食がはげしい。東線では橋台の変位が目立ち、結果として、沓のローラーが大きく移動したことが多い。

#### (1) 腐食

部材の腐食については大部分が列車から排出される汚物による床桁及び下横構の局部的な腐食であり、これはどこの線でも見られ、補修と今後の維持管理の重要な課題となる（写真－３）。主構又は主桁では腐食は少ないが、南線の一部で下弦材においてガセット・プレートのとおりつく部分に局部的な腐食がみられた。

#### (2) 連結部

連結リベットのゆるんだものは相当多く縦桁、主構等の主要部材の連結部、二次部材では横構及び縦桁の支材の連結部に非常に多い（写真－４）。これは、主に構造形式上の欠陥によるものと考えられる。

#### (3) 部材の変形

部材の変形については何か物がぶつかって変形したもの（写真－５）や当初の架設の折りに生じたと思われる下弦材の腹板、横構部材などの変形したものが多く見られる。

二次部材は全般的に細く剛度不足のものが多く、主要部材でも斜材等には剛度不足のものがみられる。現在の技術水準から判断すると原設計は特に圧縮材や二次部材に対する配慮が不足しているようである。

#### (4) ステージング

UKRAS の調査報告にもとづいて、耐荷力の不足と判断された橋梁はステージングにより補強するか、又は速度制限をしている（写真－１）。ステージングによる補強は比較的簡単であるが、ステージングの荷重分担割合が不明確で、実際の効果には疑問がある。しかし、この補強は仮のものであり、本格的な補強が終れば撤去されることになっている。

#### (5) 沓

沓のローラーの移動が大きいもの及びその並びが不揃いのものはかなり多く、中には実際上にローラーが沓からはづれているものもある。ローラーのずれの主な原因は、橋台又は橋脚の変位によるものであり、現在はその移動は小さくなっていると考えられるが、なお進行しているかもしれない。その移動量の大部分は建設中又は建設されて間もない期間に起こったものと思われるが、今後定期的な観測によって原因の追求ならびに安全性の確認をする必要がある。

なお、高橋脚で警戒を要するものもある。

#### (6) 沓 座

建設時における沓座の施工が悪く、沓裏と沓座面の間にすき間のあるものが見られ、このために沓に亀裂が入ったものも見受けられる。

これら沓座の修復も必要である。

#### 4-2. 現橋の耐荷力

一般的に原設計は圧縮力に対する配裏が不十分であり、また横構が不完全なため列車通過時の横方向のゆれが大きい。

主構については斜材の細長比が大き過ぎることに起因する強度不足が目立つ。下弦材の応力過大もあるが、その数は比較的少ない。いずれにしても主構部材で許容応力を超過する量は少ない。

床組については、縦桁の連結リベットの応力過大が多く、また支材はほとんど連結リベットがゆるみ、役立っていないために縦桁の許容応力度を低くしている。床桁は腐食によって応力過大となっている橋はさ程多くないが、疲労強度に対する効果を考慮に入れ、補修すべきである。

#### 4-3. 補修、補強の方法

耐荷力の不足あるいは構造的な欠陥をもつ橋梁の補修、補強は全て DL-15 標準荷重にもとづいて行なう。

作業は列車間合に行なうのを原則とし、工事にはなるべく列車運行に支障をきたさない様な方法を採用するが、ある程度の列車の速度制限及び列車間合のコントロールは行なわなければならない。

橋梁部材の補修、補強は原部材に新材を添加するか、あるいは原部材を撤去して新しい部材と取換えるが、いずれの場合も新しい部材又は添加材は列車荷重に対してのみ有効に働くものとする。

#### 4-4. 架換え橋

架換えが必要と考えられる橋について、新橋の概略設計を行なった。それらの橋梁は支間長 35 m 以下であり、すべて下路式プレートガーターで計画している。橋梁部材の工場製作は溶接とし、現場接合には高力ボルトを用いる。現場架設は横取り工法を用いる。

[illegible]

Diagram illustrating the layout of reinforcement bars (102 bars) for a 100-foot bridge deck. The bars are grouped into sections with varying spacings:

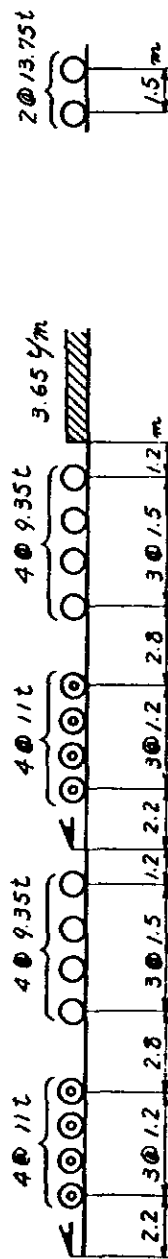
- Section 1: 5 @ 10.2t (Spacing: 1.3, 1.3, 1.3, 1.3, 1.3)
- Section 2: 3 @ 10.0t (Spacing: 1.4, 1.4, 1.4)
- Section 3: 5 @ 10.2t (Spacing: 1.8, 1.8, 1.8, 1.8, 1.8)
- Section 4: 3 @ 10.0t (Spacing: 3.8, 3.8, 3.8)
- Section 5: 4 @ 10.5t (Spacing: 4.0, 4.0, 4.0, 4.0)
- Section 6: 4 @ 10.5t (Spacing: 3.5, 4.0, 4.0, 1.75)

Total length: 100.0 feet.

[illegible]

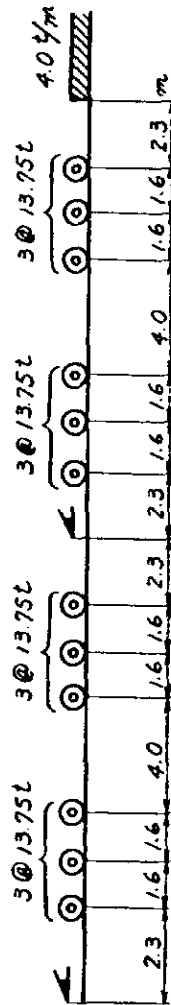
1946以降採用した  
もの。

“1965-12荷重(TS-11)”



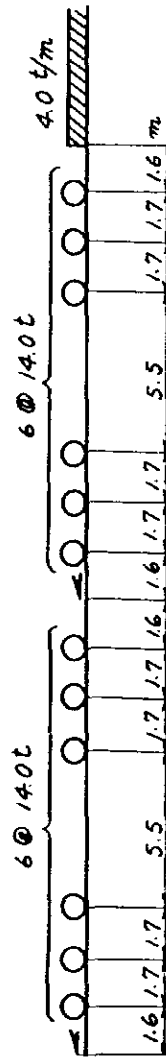
1965—8荷重を  
11/15倍したもの。

“UKRASにより提案された荷重”



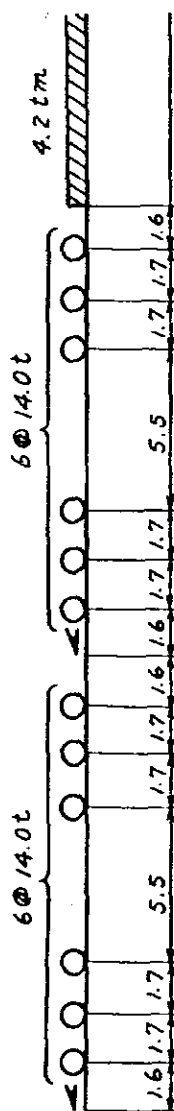
1969年イギリスの  
UKRASにて提案  
されたもの。

・日本の運輸省により提案された荷重（1972）\*



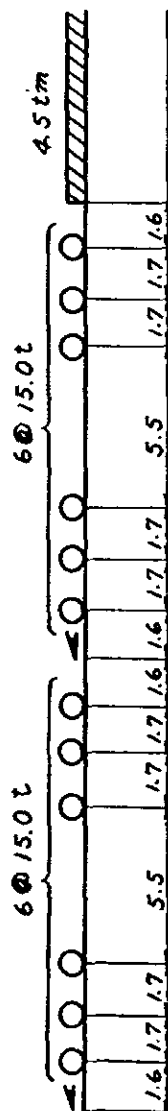
東南アジア幹線網  
のメーターゲージ  
軌道の荷重として  
1972年に提案さ  
れたもの。

“DL-14 標準荷重 本改良計画にて使用”



本改良計画において、214スパンの鋼橋の耐力調査に用いたもの。

“DL-15 標準荷重 本改良計画にて使用”



本改良計画において、補修、補強或いは架換え工事等の設計に用いたもの。



# 目 次

## ( 本 文 )

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| I 章 序 論 .....                    | 1  |
| 1. 調 査 の 目 的 .....               | 1  |
| 2. 背 景 .....                     | 1  |
| 3. 各 論 の 内 容 .....               | 2  |
| 4. 調 査 団 の 編 成 .....             | 4  |
| 5. 調 査 に 対 す る 協 力 .....         | 5  |
| II 章 改 良 計 画 の 必 要 性 と 利 点 ..... | 6  |
| III 章 タイ国鉄道の概要と投資計画 .....        | 8  |
| 1. タイ国鉄道の概要 .....                | 8  |
| 2. 鋼橋の現状と改良計画 .....              | 10 |
| IV 章 調 査 .....                   | 13 |
| 1. 調 査 の 範 囲 .....               | 13 |
| 1-1. 現 地 調 査 .....               | 13 |
| 1-2. 国 内 作 業 .....               | 13 |
| 2. 調 査 の 経 過 .....               | 14 |
| V 章 調 査 結 果 に 関 す る 考 察 .....    | 16 |
| 1. 現 地 調 査 の ま と め .....         | 16 |
| 1-1. 一 般 .....                   | 16 |
| 1-2. 北 線 .....                   | 24 |
| 1-3. 東 北 線 .....                 | 24 |
| 1-4. 南 線 .....                   | 25 |
| 1-5. 東 線 .....                   | 26 |
| 2. 応 力 照 査 に 関 す る 考 察 .....     | 26 |
| 2-1. トラス主構の応力度 .....             | 26 |
| 2-2. 構造的欠陥 .....                 | 26 |
| 2-3. 主構の弛緩りベツト .....             | 30 |
| 2-4. 床 組 .....                   | 30 |
| 2-5. そ の 他 .....                 | 30 |
| 3. 現 橋 の 耐 荷 力 の 判 定 .....       | 30 |
| 3-1. 応 力 計 算 の 方 針 .....         | 30 |
| 3-2. 現 橋 部 材 の 許 容 応 力 度 .....   | 31 |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 3-3. 応力解析の方法 .....                | 3 2 |
| 3-4. 応力計算の結果 .....                | 3 3 |
| Ⅵ章 補修、補強設計 .....                  | 4 3 |
| 1. 基本方針 .....                     | 4 3 |
| 1-1. 一般 .....                     | 4 3 |
| 1-2. 部材の改良 .....                  | 4 3 |
| 1-3. 連結部の改良 .....                 | 4 3 |
| 2. 設計指針 .....                     | 4 4 |
| 2-1. 基本事項 .....                   | 4 4 |
| 2-2. 荷重条件 .....                   | 4 4 |
| 2-3. 橋梁改善に DL-15 標準荷重を用いる理由 ..... | 4 4 |
| 2-4. 建築限界 .....                   | 4 5 |
| 2-5. 部材の材料 .....                  | 4 5 |
| 2-6. 連結材料 .....                   | 4 6 |
| 2-6-1. 溶接 .....                   | 4 6 |
| 2-6-2. 高力ボルト .....                | 4 6 |
| 2-7. 作業方法 .....                   | 4 9 |
| 3. 標準設計(補修、補強方法の説明) .....         | 5 0 |
| 3-1. 概要 .....                     | 5 0 |
| 3-2. 標準改良断面一覧表 .....              | 5 1 |
| 3-3. 標準断面の選定経過及び施工時の注意等 .....     | 5 1 |
| 3-3-1. 上弦材 .....                  | 5 1 |
| 3-3-2. 端柱 .....                   | 5 2 |
| 3-3-3. 下弦材 .....                  | 5 3 |
| 3-3-4. 垂直材 .....                  | 6 4 |
| 3-3-5. 斜材 .....                   | 6 7 |
| 3-3-6. 橋門構 .....                  | 7 1 |
| 3-3-7. プレート・ガーダー .....            | 7 2 |
| 3-3-8. 上横構 .....                  | 7 4 |
| 3-3-9. 下横構 .....                  | 7 4 |
| 3-3-10. 床桁 .....                  | 7 4 |
| 3-3-11. 縦桁 .....                  | 7 6 |
| 3-3-12. ニー・ブレース .....             | 7 8 |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 3-3-13. プレーキ・トラス .....          | 79 |
| 3-3-14. タイ・プレート及びレーシング・バー ..... | 80 |
| 3-3-15. 支 承 .....               | 80 |
| Ⅶ章 架換えを考慮した橋梁 .....             | 82 |
| 1. 対 象 橋 梁 .....                | 82 |
| 2. 架 換 え の 要 因 .....            | 82 |
| 3. 設 計 要 旨 .....                | 83 |
| 4. 施 工 計 画 .....                | 83 |
| Ⅷ章 工 事 計 画 .....                | 84 |
| 1. 計 画 作 成 方 針 .....            | 84 |
| 1-1. 列車運行の安全性 .....             | 84 |
| 1-2. 他の軌道強化計画との関連 .....         | 85 |
| 1-3. 工事中の列車の運行支障 .....          | 85 |
| 1-4. 列車頻度と改良工事の効果 .....         | 85 |
| 1-5. 工事の能率 .....                | 85 |
| 2. 改良工事の実施計画 .....              | 86 |
| 3. 標準設計の適用 .....                | 87 |
| 3-1. 補修・補強 .....                | 87 |
| 3-2. 架換え橋 .....                 | 88 |
| 4. 工事実施のための準備 .....             | 88 |
| 4-1. 施工体制 .....                 | 88 |
| 4-2. 製作・架設 .....                | 88 |
| 4-3. ま と め .....                | 89 |
| Ⅸ章 工 事 費 .....                  | 90 |
| 1. 工事費算出の基本条件 .....             | 90 |
| 1-1. 一 般 .....                  | 90 |
| 1-2. 積算基準日 .....                | 90 |
| 1-3. 工事区分及び工事発注方式 .....         | 90 |
| 2. 工事費及び工事量 .....               | 91 |
| 2-1. 工 事 量 .....                | 91 |
| 2-2. 工 事 費 .....                | 91 |
| 3. 比 較 資 料 .....                | 94 |
| X章 橋 台 と 橋 脚 .....              | 96 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 1. 橋台の変位 .....      | 96  |
| 2. 変位の原因の推定 .....   | 96  |
| 3. 対策 .....         | 98  |
| 4. 今後の措置 .....      | 98  |
| Ⅳ章 勤告 .....         | 100 |
| Ⅴ章 資料一覧表とその大意 ..... | 103 |

## 付 録

- I 設計示方書
- II 施工の手引き
- III 工事費積算資料
- IV 古鋼材に対する高力ボルトの摩擦係数の実験結果
- V 橋梁の実耐率及び列車の速度制限について
- VI 改良対象橋梁の応力度照査及び現橋調査結果一覧表
- VII 補修・補強工事のための標準設計図
- VIII 架換え橋の標準設計図及び施工計画
- IX 12橋の補修・補強工事の基本設計図

# 第 I 章 序 論

# 第I章 序 論

## 1. 調査の目的

タイ国鉄道の営業路線内の鋼橋は1976年の終りには、1,397橋(2,853スパン)に達する。これらの中、214スパン(169橋)は1972年イギリスのUKRASの調査で改良が必要であると勧告された。

タイ国鉄道は1977-1981投資計画でこれらの橋梁の大部分を補修、補強又は架換える計画をもち、このプロジェクトはタイ国の第4次5ヶ年計画に組込まれている。

タイ国鉄道がアジア幹線網の一部を成すことから、タイ国政府はESCAPを通じて、214スパンの改良計画、すなわち鋼橋の補修、補強又は架換えにかゝる調査の協力を日本政府に要請した。日本政府はこの要請を受け入れることにし、国際協力事業団がその調査業務を担当することになった。

この調査は現地調査の結果にもとづいて、214スパンの鋼橋の耐荷力を判定し、補修及び補強の標準的な設計と方法を示し、架換える橋の構造とその施工方法の概要を示し、又、橋梁改良工事に要する工事費の積算を行なうものである。

## 2. 背 景

第二次世界大戦前、タイ国鉄道は橋梁に対する荷重としてDrg.1965及びDrg.1965-2に示すような荷重を用いていた。このプロジェクトの対象となっている橋梁はほとんどDrg.1965に示す荷重、すなわち最大軸重10.5tの連行荷重をもつ炭水車付2重連の蒸気機関車荷重によって設計された。1946年、イギリスの15トン標準荷重(TS-15、最大軸重18.75トン、図面番号461965-68)が採用され、その後すべての既存の鋼橋の架換えを含む橋梁改良計画がそれによって実施されてきた。

一方、1946年以前につくられた橋が調査され、それらはJNRの衝撃係数を用いるとイギリスの11トン標準荷重(TS-11、最大軸重13.75トン)に耐え得ることが判明した。1969年における最初のUKRASの報告では4 t/mの連行荷重をもつ2重連のディーゼル機関車荷重(最大軸重は13.75トンで、TS-11荷重とほぼ同じ効果を橋に与える)が標準として適用されるべきであると勧告されている。これには種々の理由があり、なかんづく、重い荷重を適用すれば高い投資が必要であり、また将来予測としてタイ国鉄の列車運行にはこれより重い荷重は必要としないと考えられた。

1970年、アジア幹線網に関するECAFEの専門家による調査団の勧告(1970年11月26日~12月3日)にもとづいて、アジア幹線網のメートルゲージ区間の最適の標準荷

荷重が調査された。又、1972年3月、ECAFE・日本合同調査団がタイ国、インドネシアとマレーシアに派遣された。この調査で提案された荷重は本長15.5mで軸重14tのディーゼル機関車2台と4t/mの連行荷重からなるものであった。

タイ国鉄はこの提案された荷重を検討し、これはUKRASの提案した荷重とほとんど同等で、又、11トン標準荷重(TS-11)ともほぼ同じであることがわかった。またタイ国鉄はこれが同国の事情から最も適したものであると考えた。今回の鋼橋の補強又は架換えに関する調査に於いてもその勧告にもとづく荷重が適用された。

### 3. 各 論 の 内 容

第1章は、本改良計画の経緯、背景を述べ、調査の目的を明確にし、本調査の関係者について記述する。

第2章はこのプロジェクトの必要性を述べ、改良計画の完成の結果による時間短縮効果の予測を記す。

第3章は、タイ国鉄道の概要を述べ、鋼橋についての現状、及び改良計画の経過について記述する。

第4章は、今回遂行した調査の内容及びその経過について記述する。

第5章は、現地調査結果をまとめ、現地で得た資料及び各橋梁の基礎資料に基づき、DL-14標準荷重による強度照査を行なった結果を示す。

第6章は、調査及び解析の結果、補修或いは補強の必要な部材について、標準的改良方法の選定経過及び施工上の注意等について記述する。

第7章は、架換え橋について架換の理由、新橋の設計要旨及び架設計画等について記述する。

第8章は、本改良計画の工事实施について、全体の方針、補修、補強の計画、架換え橋の計画及びそれら工事の実施体制について述べる。

第9章は、本改良計画に要する工事費の概算について述べる。

第10章は、下部構造(橋台、橋脚)の変状について、その現状、原因、対策を概略述べる。

第11章は、今回の調査に基づくタイ国鉄道に対する勧告を記す。

第12章は、今回の調査には収集、活用した資料についてのまとめである。

付録；今回の調査に用いた資料及び作成した図面等を集録する。

付録Ⅰは、設計示方書であり、日本国有鉄道の建造物設計標準(鋼鉄道橋)に準じて作成する。

付録Ⅱは鋼橋の工場製作、現場工事の注意事項を記述する。

付録Ⅲは工事費積算の資料を記す。

付録Ⅳは古鋼材に対する高力ボルトの摩擦係数の実験結果を記す。

付録Ⅴは橋梁の耐力と通過列車速度の関係について記す。

付録Ⅵは付録Ⅱで基本設計図を作成する12橋梁の部材応力度及び現橋調査の結果を記す。

付録Ⅶは補修、補強工事のための標準図を記す。

付録Ⅷは新橋に架換える橋梁の標準図と架設計画について記述する。

付録Ⅸは214スパンの中の12型式の橋梁について補修或いは補強工事の基本設計図を作成する。



#### 4. 調査団の編成

調査団の編成は次の通り。

|      |       |                                    |
|------|-------|------------------------------------|
| 調査団長 | 阿部英彦  | 日本国有鉄道構造物設計事務所次長                   |
| 団員   | 本多辰己  | 運輸計画担当<br>運輸省鉄道監督局土木電気課長補佐         |
| "    | 田中勇   | 橋梁計画担当<br>日本国有鉄道構造物設計事務所           |
| "    | 古道正男  | 業務調整<br>国際協力事業団社会開発協力部             |
| "    | 飯島哲之助 | 本調査団副団長<br>鉄道技術研究所防災研究室            |
| "    | 大槻正幸  | 本調査団班長 橋梁設計、施工担当<br>日本国有鉄道構造物設計事務所 |
| "    | 菅井勝広  | 橋梁設計、施工担当<br>同上                    |
| "    | 荒井進   | 橋梁設計、積算担当<br>㈱東日交通コンサルタント          |
| "    | 三藤秀人  | 橋梁設計、施工<br>同上                      |
| "    | 日置克幸  | 本調査団班長、橋梁設計、積算担当<br>日本交通技術㈱        |
| "    | 池沢英雄  | 橋梁設計、積算担当<br>同上                    |
| "    | 野水清   | 橋梁設計、施工担当<br>同上                    |
| "    | 福満次男  | 橋梁設計担当<br>同上                       |
| "    | 森重龍馬  | 橋梁下部構造担当<br>日本国有鉄道構造物設計事務所         |
| "    | 雨宮睦男  | 橋梁架設担当                             |
| "    | 茂木幸   | 業務調整<br>国際協力事業団社会開発協力部             |
| "    | 小川健   | 同上                                 |

タイ国鉄カウンターパートエンジニアは次の通り。

プラチュウム・タンチチャロエン ( Mr. Prachoom Tantichroen )

タビー・トングパン ( Mr. Thavce Thongpan )

ブラシット・ニールデツ ( Mr. Prasit Nildez )

チャンチャイ・アナンタセテ ( Mr. Charnchai Anantasate )

ソムサック・ヤングブレダ ( Mr. Somsak Yangpreda )

ボムサック・ウンポーンプント ( Mr. Pongsak Unpornpunth )

ESCAP のコーディネーターとして

シュー・シェーン ( Mr. Shwe Shane )

## 5. 調査に対する協力

今回の調査では事前調査、本調査、補足調査と3回の現地調査を行なった。現地調査において、調査団はタイ国政府の各関係機関、ESACP 及び民間団体より、多くの協力、援助をうけ、きわめて順調に調査を遂行することが出来た。また、タイ国鉄道の土木局の多数の職員が長期間調査団に同行し、調査の推進をはかり、調査団員の安全を守るために多大な考慮を払った。ここに協力をたまわった各位に対し深く感謝の意を表する次第である。

## 第II章 改良計画の必要性和利点

## 第II章 改良計画の必要性と利点

先に述べられたように、タイ国に於ける鉄道橋の改良計画は第二次世界大戦直後から実施されて来た。

タイ国鉄道の橋梁の中、延長にして約30%の橋梁が1946年～1971年の間にTS-15標準荷重に耐えられるように架換えられた。

一方、1969年と1971年の2回にわたって、15m以上の支間のすべての橋梁の調査がUKRASによって実施され、その結果214スパンの鋼橋の改良が勧告された。

このように今回の橋梁の補修、補強あるいは架換えのプロジェクトは、新たな計画ではなく、タイ国鉄道によって戦後間もなく始められた改良計画の継続と見ることができる。

又、DL-14標準荷重にもとづく補強の目的は建造当初の耐荷力を特に増大させることではない。むしろ経年の疲労や腐食による劣化に対して行っている速度制限や荷重制限をなくすることが、さし当って危険な橋梁を運行の安全確保の面から修復すること、あるいは旧設計であるための構造各部の欠点を無くすることである。

今回の改良計画の基準となる活荷重はDL-14標準荷重であるが、これはUKRASが勧告した荷重や、1947年以前につくられた橋梁の耐荷力の判定にこれまでタイ国鉄道が用いた荷重TS-11と実用上、ほとんど同じ影響をもつものである。

一応、この調査ではDL-14標準荷重の耐荷力に充たない部材をもつ橋梁はDL-15標準荷重に耐えるように補強する方針をとった。

これはIX章「工事費」に述べるように、工事費増はわずか3%程度でしかも少なからぬ利点を生み出すので採用したものである。

以上述べた理由から、今回のタイ国鉄道の橋梁改良計画調査は技術面からの調査および工事費の積算を主体とした。

このプロジェクトの完成の利点の一例として、橋の改良とかその他によって現行の列車の速度制限をとり除くことが出来る。結果として、表2-1に示すような時間損失の大部分をとりもどせると推測される。

表 2 - 1.

|       | 区 間                        | 時間損失 (分) |       | 距 離<br>(km) |
|-------|----------------------------|----------|-------|-------------|
|       |                            | 単 機      | 重 連   |             |
| 北 線   | Bangkok - Chiang Mai       | 1 2 3    | 1 8 0 | 7 5 1       |
| 東 北 線 | Bangkok - Udon Ratchathani | 6 6      | 2 7 3 | 5 7 7       |
|       | Bangkok - Nong Khai        | 2 7      | 1 3 3 | 6 2 6       |
| 南 線   | Thon Buri - Sungai Kolok   | 6 4      | 2 2 3 | 1,1 5 9     |
| 東 線   | Bangkok - Aranyaprathet    | 2 2      | 1 3 6 | 2 5 5       |

時間損失とは、単機或いは重連の機関車の運行時に行われる各路線での速度制限に伴う正常な運行に対する時間の遅れを意味するものである。

### **第Ⅲ章 タイ国鉄道の概要と投資計画**

### 第Ⅲ章 タイ国鉄道の概要と投資計画

#### 1. タイ国鉄道の概要

タイ国鉄道 ( State Railway of Thailand ) は 1890 年、政府の機関として発足し、1951 年 7 月 1 日にタイ国鉄道として独立採算の公共機関となり現在に至っている。

1892 年に最初の営業線が開業し、1900 年には Bangkok から Nakhon Ratchasima まで延長された。最初の路線軌間は 4 フィート 8 1/2 インチであったが、1900 年以降、南線の建設は将来この線がマレーシアとビルマを結ぶ予定であったため、メーターゲージが採用された。他の路線についても 1919 年メーターゲージに変更することが決められ、1936 年 4 月に転換が終った。1969 年 9 月にはタイ国鉄道の営業路線延長は 3,765 Km に達し、現在に至っている。路線は同国の首都 Bangkok から放射線状に延び、東線は Aranya Prathet でカンボジア国鉄と、又、南線は Padang Besar と Sungai Kolok でマレーシア ( Malayan Railway ) と接続しており、現にマレーシアとは列車が相互に乗り入れている。東北線は、将来 Nong Khai からラオスに接続する構想もあり、タイ国鉄道はまさにアジア幹線網の一部となっている。路線網は図 3-1 に示すように Bangkok を中心に主要 4 路線、即ち、

|                                    |          |
|------------------------------------|----------|
| (i) 南線 ; Bangkok ~ Sungai Kolok    | 1,159 Km |
| (ii) 北線 ; Bangkok ~ Chiang Mai     | 751 Km   |
| (iii) 東北線 ; Bangkok ~ Nong Khai    | 626 Km   |
| Bangkok ~ Ubon Ratchathani         | 577 Km   |
| (iv) 東線 ; Bangkok ~ Aranya Prathet | 255 Km   |

および少数の支線よりなっている。但し軌道の長さは走行路線 3,855 Km 側線 583 Km 合せて 4,438 Km となっている。1974 年の会計年度の終りにおいてタイ国鉄道の橋梁は全種合せて 2,701 橋総延長 58,903 メートルでこれは走行路線の 1.53% に当る。なお、Bangkok 周辺を除いてはほとんどすべて単線軌道である。参考までに 1974 年及び 1975 年における主要な統計資料を示すと表 3-1 のようになっている。なお、1974 年の区間別輸送量を模式図で示すと図 3-1 の通りである。

現在、タイ国鉄の 1972-1976 投資計画の中で種々のプロジェクトが進められているが、その投資計画の大きなねらいは輸送力の増強、ディーゼル化計画の完成、老朽化した施設のとり換え及び、鉄道の近代化におかれている。

表 3 - 1. 主要統計資料

|                   | 1975 年度 | 1974 年度 |
|-------------------|---------|---------|
| 1. 路線延長 (Km)      | 3,765   | 3,765   |
| 2. 軌道延長 (Km)      | 4,443   | 4,438   |
| 3. 駅舎数            | 588     | 588     |
| 4. 車 両 :          |         |         |
| 蒸気機関車             | 218     | 222     |
| ディーゼル機関車          | 244     | 205     |
| ディーゼル軌道車          | 45      | 45      |
| 客 車               | 1,001   | 982     |
| 貨 車               | 9,631   | 9,486   |
| 5. 列車走行距離         |         |         |
| 旅客列車 (千Km)        | 15,198  | 14,449  |
| 貨物列車 ( # )        | 7,970   | 8,250   |
| 貨客混合列車 ( # )      | 4,028   | 4,108   |
| 6. 客車累積走行距離 ( # ) | 150,759 | 142,118 |
| 7. 貨車累積走行距離 ( # ) | 338,638 | 322,650 |
| 8. 鉄道輸送量          |         |         |
| 乗客 (千人)           | 61,567  | 61,409  |
| 貨物量 (千トン)         | 5,052   | 5,117   |
| 旅客走行距離 (百万Km)     | 5,640   | 5,376   |
| 貨物走行距離 (百万トンKm)   | 2,353   | 2,296   |
| 9. 営業収入 (百万円)     | 1,171   | 1,081   |
| 10. 営業支出 (百万円)    | 1,398   | 1,147   |
| 11. 営業係数 ( % )    | 119.42  | 106.05  |
| 12. 総雇用者数         | 29,549  | 32,954  |



## 2. 鋼橋の現状と改良計画

1976会計年度の終りに於ける鋼橋の路線別内訳は表3-2の通りである。鋼橋1,397の中613橋はDL-15標準荷重に耐え得る橋梁に架換えられる。この架換え作業は第二次世界大戦後から開始されたものであるが、すべての橋をDL-15標準荷重に耐えられるように架換えるためには莫大な費用が必要であり、実施期間も長期にわたり、これを完全に実施することは困難なことであると予想される。

一方、先述のように英国のUKRASの調査及びECAFEの報告書から橋の設計荷重としてTS-15標準荷重は大き過ぎると判断された。しかし乍ら1972年UKRASの調査の結果すでに1972-1976投資計画の中に組込まれている著しく弱小な16橋の他に補強を必要とする214スパンがあることが報告された。これらの橋梁は表3-3に示され、その一覧表は附録として載せてある。

表3-2. 路線別橋梁の分類

| 路線  | 15トン標準荷重(TS-15)<br>に耐え得る橋梁 |      |          | 11トン標準荷重(TS-11、<br>DL1375、DL14)に耐え<br>得る橋梁 |      |          | DL-15標準荷重に耐え<br>得るべく補強或いは架<br>換えられる橋梁 |      |         |
|-----|----------------------------|------|----------|--------------------------------------------|------|----------|---------------------------------------|------|---------|
|     | 橋梁数                        | スパン数 | 合計長さ     | 橋梁数                                        | スパン数 | 合計長さ     | 橋梁数                                   | スパン数 | 合計長さ    |
| 北線  | 154                        | 459  | 5552.35  | 146                                        | 336  | 2596.12  | 20                                    | 22   | 744.42  |
| 東北線 | 179                        | 333  | 3831.40  | 81                                         | 156  | 2097.96  | 37                                    | 45   | 1740.50 |
| 南線  | 255                        | 550  | 6676.00  | 367                                        | 730  | 7898.07  | 82                                    | 110  | 4056.30 |
| 東線  | 25                         | 27   | 293.00   | 21                                         | 48   | 496.30   | 30                                    | 37   | 1301.70 |
| 合計  | 613                        | 1369 | 16352.75 | 615                                        | 1270 | 13088.45 | 169                                   | 214  | 7842.92 |

注) 上表には軌道桁は含まれていない。

表3-3. 214スパンの内訳

| スパン長        | 補強を必要とするスパンの数 |    |     |     | 合計  |
|-------------|---------------|----|-----|-----|-----|
|             | 北線            | 東線 | 東北線 | 南線  |     |
| 15.01-25.00 | 1             | 7  | 4   | 32  | 44  |
| 25.01-30.00 | 9             | 6  | 27  | 29  | 71  |
| 30.01-45.00 | 11            | 19 | 2   | 19  | 51  |
| 45.01-60.00 | 1             | 4  | 7   | 21  | 33  |
| 60.01-80.00 | —             | 1  | 5   | 9   | 15  |
| 合計          | 22            | 37 | 45  | 110 | 214 |

さし当りこれらの橋梁は速度制限をするかあるいは仮の支保工を設けて補強して使われている。したがって、巨久的な改良がなされるべきである。

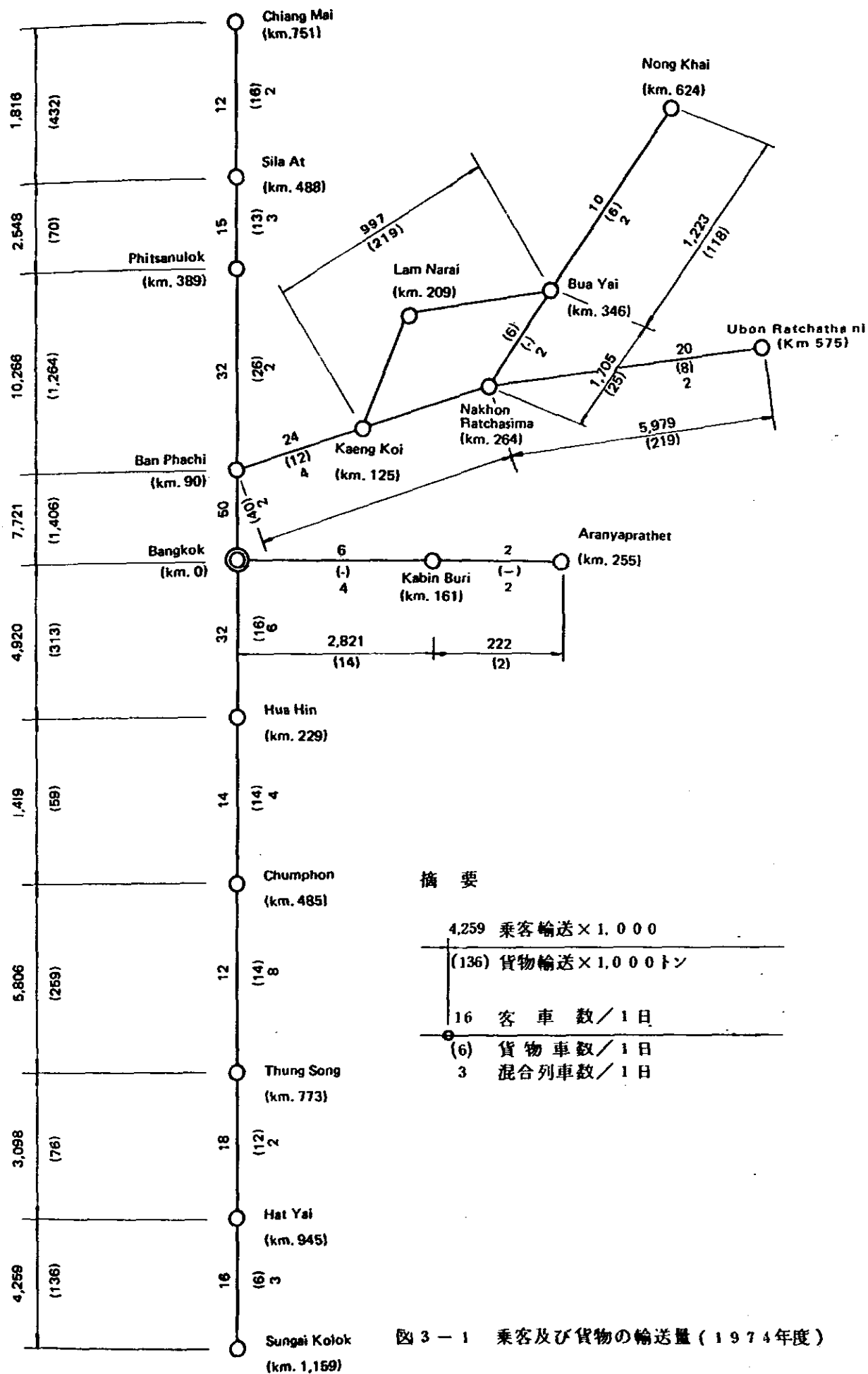
タイ国鉄道の1977-1981投資計画の土木部門の最優先の計画についてみると大半が1972-1976投資計画の延長であり、その主要項目は、

- (1) 鋼橋を補強又は架換えること
- (2) 軌道を強化すること
- (3) コンクリート枕木に取換えること
- (4) 木橋を永久橋に取換えること

となっている。すなわち、タイ国鉄道の経営正常化のために保線作業の効率化およびその他作業の近代化等により営業経費の削減を計ることが必要であり、かつ列車荷重の増大に対処すると共に列車の速度制限の解除あるいは列車速度の増加を計ることが要求されている。中でも鋼橋の補強又は架換えは特に重要な事項であり、先に述べた214スパンの橋梁がこれの対象として考えられている。ちなみに、木橋の架換え計画は表3-4に示す通りである。

表3-4. 木橋の架換え計画

| 路 線 | 木橋の数    |     | 「1977-81」の間に<br>架換えられる木橋の数 |     |     | 木橋の数    |     |
|-----|---------|-----|----------------------------|-----|-----|---------|-----|
|     | (1976年) |     | 橋 梁                        |     | 盛 土 | (1982年) |     |
|     | 本 線     | 支 線 | 本 線                        | 支 線 | 本 線 | 本 線     | 支 線 |
| 南 線 | 350     | 121 | 194                        | 1   | —   | 156     | 120 |
| 東 線 | 214     | —   | —                          | —   | 28  | 186     | —   |
| 東北線 | 146     | 2   | —                          | —   | 17  | 129     | 2   |
| 北 線 | 1       | —   | —                          | —   | —   | 1       | —   |
| 計   | 711     | 123 | 194                        | 1   | 45  | 472     | 122 |



## 第Ⅳ章 調 査

## 第Ⅳ章 調 査

### 1. 調 査 の 範 囲

今回の調査の範囲を述べると次のようになる。

#### 1-1. 現地調査

- (1) 現橋の状況調査及び図面の照合。
- (2) 補修、補強工事のための調査。
- (3) 工事費算出のための調査。
- (4) 標準設計作成のための調査。

#### 1-2. 国内作業

- (1) 補修、補強或いは架換えのための設計示方書の作成
- (2) 橋梁の耐荷力評価のための応力解析
  - ⅰ) 原図面或いはスケッチ図面にもとづいて、各々の橋梁の型式、橋長毎に DL-14 標準荷重によって応力解析を行なう。
  - ⅱ) 現地で調査した、橋梁部材の腐食度合を考慮して実断面について、同様の照査を行なう。
- (3) 補修、補強又は架換えの必要性の判定  
応力解析をもとに、補修、補強または架換えの必要性を判定する。
- (4) 補修、補強又は架換えのための標準設計  
応力解析にもとづいて、補修、補強又は架換えの工事費の積算のために十分な詳しくさをもつような標準設計図を作成する。その図面は代表的な橋梁形式及び腐食の状態の組合せについて準備する。この場合設計荷重には DL-15 標準荷重を用いる。
- (5) 標準的な施工方法  
代表的な橋梁形式について標準的な施工方法を計画する。
- (6) 工事費  
標準設計および標準施工方法をもとに、各々の代表的な形式およびスパンについて工事費の積算を行ない、合計を求める。  
さらに次の項について参考のために資料を作成する。
  - ⅰ) DL-14 標準荷重と DL-15 標準荷重とによる補強工事費の比較を行なう。
  - ⅱ) 214 スパン全部を新橋に架換えた場合の概略工事費を算出する。
- (7) 設計示方書  
このプロジェクトについて、補修、補強又は架換えの設計に用いる設計示方書を作

成する。

(8) 標準設計の適用に関する説明書

標準設計を実際に橋梁の補修、補強に適用する場合の方法の説明及び施工に関する技術的なマニュアルを作成する。

(9) 補修、補強の詳細設計

表4-1に示す12橋について補修、補強工事が出来る程度の詳しさをもつ設計図を作成する。同時に施工に関して技術的な説明を加える。

表4-1. 補修、補強設計を行なう橋梁の一覧表

|      | 支間長  | 型式  | 路 線     | キ ロ 程    | 製 作 会 社   |
|------|------|-----|---------|----------|-----------|
| (1)  | 20.0 | T.P | S-Line  | 1122+255 | Cleveland |
| (2)  | 25.0 | T.T | S-Line  | 897+174  | Cleveland |
| (3)  | 30.0 | T.T | S-Line  | 929+903  | Cleveland |
| (4)  | 30.0 | T.T | N-Line  | 263+335  | Daydé     |
| (5)  | 30.0 | D.T | N-Line  | 577+622  | 不 明       |
| (6)  | 35.0 | T.T | S-Line  | 403+257  | Cleveland |
| (7)  | 40.0 | T.T | N-Line  | 311+599  | Daydé     |
| (8)  | 45.0 | T.T | S-Line  | 672+874  | Cleveland |
| (9)  | 50.0 | T.T | S-Line  | 1063+810 | Cleveland |
| (10) | 60.0 | T.T | S-Line  | 930+931  | Cleveland |
| (11) | 70.0 | T.T | S-Line  | 1102+661 | Cleveland |
| (12) | 80.0 | T.T | NE-Line | 479+741  | Daydé     |

注) 型式, T.P; 下路プレートガーダー

T.T; 下路トラス

D.T; 上路トラス

## 2. 調査の経過

(1) 1975年10月19日から11月7日にかけて4名の事前調査団をタイ国へ派遣した。

事前調査団は北線、南線及び東北線の各線で代表的な16橋の調査を行ない、本調査のための作業内容及び報告書等について調査団、ESCAP及びタイ国鉄との間で確認書とをりかわした。

(2) 本調査は1976年2月2日から3月31日にかけて11名の調査団によって遂行された。

この調査は対象橋梁214スパンの状況を把握するための現地調査が主な内容であった。

毎日、現場調査が終ると日本側調査団とタイ国鉄の技術者の間で検討会がもたれた。そこでは、その日の調査結果の検討を行ない、保守の状況、変状の経緯等各々の橋の事情を現地の責任技術者から聴取した。

現場の調査の他、タイ国鉄橋梁工場及び民間の鉄工所の能力調査を行ない、タイ国鉄及び民間会社から工事費の積算等に必要な資料、施工計画立案のためなどの資料を収集した。又、後半の2日間タイ国鉄技術者の訓練のため、2橋について応力測定を共同で実施した。

- (3) 現地調査に引き続き1976年4月から10月にかけて国内作業が遂行された。

なお、JICA、ESCAP及びタイ国鉄間の協定によりタイ国鉄から6名の技術者が訓練のため日本に派遣され国内作業に参加した。

- (4) 1976年8月12日～24日の間、調査団はタイ国に赴いて中間報告書の説明並びに補足調査を行ない、又最終報告書の内容及び積算に用いる単価の確認を行なった。

補足調査では橋脚や橋台の変位の著しい橋梁及び架換え作業の比較的困難ないくつかの橋梁を再調査し、又、架換えを考慮した橋梁もいくつか再調査した。

- (5) 中間報告時の討議にもとづいて作成された合意事項に従い最終報告書案を作成し、1976年11月15日～23日、調査団はタイ国に赴いて、タイ国鉄、ESCAP等と最終的な打合せを行なった。その結果、多少の変更すべき点を除き、合意を得た。
- (6) この後、上記の修正を加えて、最終報告書を仕上げ、提出の運びとなった。

## 第Ⅴ章 調査結果に関する考察



## 第V章 調査結果に関する考察

### 1. 現地調査のまとめ

#### 1-1. 一般

今回の調査の対象となっている橋梁はそのほとんどが1914年～1929年に建設されているが、中には1894年建設の古い橋梁もある。支間長は16～80mにおよび、そのほとんどが下路トラス型式である（表S-4参照）。

これらの橋は、支間長、型式別に分類すると22種類になり、さらに製作会社、製作年次等、細く分類すると概略60種類となる。

幾つかの橋梁は、製作会社は同じでも、建設された時期の相違により構造が異っているものがある。

相当数の橋梁の原図面はタイ国鉄に保管されており、図面のないものについてはスケッチ図が準備されていたが、現橋と照合の結果、現橋と異なっているものもあり、不足するものもある。さらに、実橋の細部寸法も図面と異なるものが見られるので、補強に当っては実橋の寸法を確認する必要がある。

調査対象橋梁を製作会社別に見ると、214スパンの中、192スパンは、Cleveland、Daydè及びDe Vries Robbeの3社で占めている。

その内訳は、それぞれ、109橋、68橋及び15橋となる。

構造別に見ると製作会社により、各々特徴があり、また、特定の会社のものが、特定の線に片寄る傾向がある。すなわち、南線はほとんどCleveland製で、中間にとびとびにDaydè製及び他の会社のものが入っている。Daydè製はCleveland製に較べ、巾員がせまい構造となっている。

東北線及び北線はDaydè製が主体で東線は場所毎に3社のものが集中している。これらのことは、補強工事を能率よく行なう上で一つの利点となるであろう。

調査は、部材の腐食、変形等の変状調査、構造的欠陥及び施工のための環境調査が主体となったが、以下、その概略を述べる。

各橋梁共、すでに建設されてから45年以上経過しているが、全体的には適切な補修、補強をすれば、まだ、十分使用可能な状態にある。日常の保守は可成り良好で、清掃、塗装も定期的に実施されているようであり、線区毎に工夫のあとが見られた。しかし中には第二次大戦中の保守の中断、気候等の関係でかなり問題のあるものも見られた。

#### (i) 腐食

部材の腐食には、2つの現象がみられる。一つは、列車から排出される汚水による床

桁と横構の腐食である。この現象は全線にわたっており、補修の最大の対象である。中には局部的ではあるが、床桁の腹板が腐食して穴があいてしまっているもの（写真－１）、フランジがほとんどなくなっているものも見られる（写真－２）。床桁はすでに補修されたものも相当あるが、それが再び腐食しているものもある（写真－３）。腐食のひどいものは特定の地域に集中して居り、これは列車の運行と関係があるものと思われるが、補修後も維持管理には特別な配慮を必要とする。腐食は全般的に南緯のものがはげしい。これは列車からの汚物と後に述べる腐食の原因との相乗効果によるものであろう。

もう一つの腐食の状態は、トラス主構の下弦材等の下側の腐食で、ガセットプレートに近接するところに局部的に起っており（写真－４）、当然、そのガセットも腐食している。この現象はほとんどが南緯にあり、また特定の地域に集中している。この原因は、タイ国南部特有の局地的な気象条件の影響、すなわち、海に近く高温多湿の気候であり、酸性土質の影響もあると考えられ、保守上、特別の配慮が必要であらう。

その他、人為的なもので、主構端部の下弦材の中が腐食しているが、ここはカバーをつける等の対策で防ぐことができよう。

## (2) リベット

どの橋梁にも、どこかのリベットにゆるみがあった。主要部材では縦桁の連結リベットに、又（写真－５）、主構の斜材、垂直材の連結リベットにゆるみがある（写真－６、７）。二次部材では縦桁の支材、縦桁と横構の連結リベットがほとんどゆるんでいる。また、横構の連結リベットもゆるんでいるものが多い（写真－８）。これらは過大応力によるものもあるが、構造上の欠陥によるものもある。すなわち、全体的に横構等二次部材が細く、横方向の剛性が弱いことに起因するもの、ボニートラスでニー・ブレースの剛性不足によるもの、また縦桁のストラット及び縦桁と横構の連結部のように構造そのものがよくないものがある（写真－９）。いずれにせよ古い時代の設計であるため、一般に圧縮応力に対する配慮が不足している。

## (3) 部材の変形

部材の変形には２種類あり、一つは何か物が当って変形したもので、これは明らかに判別し得る（写真－１０）。その他、下弦材腹板の変形、横構の変形、レーシングバーの変形がみられた。これらは自由突出脚が大きいとか、細長比が大きい等の構造面の欠陥があり、必ずしも過大応力による座屈現象とは言えず、検討を要する。

## (4) 中間ステーシング

タイ国鉄では UKRAS の報告をもとに、過大応力が生じている橋梁に対して、仮のステーシングによる補強を行なって来ており、これを行っていないものについては、

速度制限を実施している。

このステーシングには、3種類あり、古レールを用いたもの、木製のもの及び枕木サンドルがある（写真S-1）。現在、枕木サンドルは順次古いレール製にとり替え中である。しかしこれらはあくまでも仮のものであり、本格的な補強後、撤去される予定である。

このステーシングは設計では無載荷状態で下弦材とステーシングの間が密着するようにしてあり、現場ではその条件を満足させるように工夫されているが、実際にはかなり難かしいようである。沓の代りに枕木が用いられているし、ステーシングの基礎の沈下も生ずる可能性がある。中には下弦材とステーシング間にすき間のあるものもあり、その効果は一様ではないが、列車通過時にステーシングがいわゆる弾性支承となり、何らかの荷重分担をしており、又、最終的な危険を防ぐのには役立つと思われる。

このステーシングによる補強は2つの問題をもっている。一つは、ステーシング頂部で、支承枕木が橋軸方向に使われているもの、あるいは直角方向に使われていてもその数が多く、下弦材に曲げ応力を生じさせているのでステーシング上の支承構造は出来るだけ早く改良するのがよい。

次にステーシングによる補強は弦材に対しては効果はあるが、斜材にはむしろ無理が生ずる恐れがある。Dayde 製及び Mc Lellan 製橋梁の斜材は圧縮材としては好ましくないので改良する必要がある。

#### (5) 支承及び橋台

最後に沓及び橋台の移動の問題がある。沓周りの清掃は良くされているし、保守には良く注意が払われているが、ローラーの移動の大きいもの、ローラーの不揃いのものがよく見られた。ローラーの移動が大きいと同時に沓または縦桁の端部と橋台の胸壁が接触しているものも相当数あり、すでにローラーが沓からはみ出しており、沓の機能をほとんど失っているものもある（写真-11）。

これらの原因としては、

- Ⅰ) 橋台または橋脚の移動
- Ⅱ) 測量誤差
- Ⅲ) 設置の誤まり

等が考えられるが、主として橋台の水平移動が原因であり、特に東線では数多く見ら

れ、現在、なお変位が進行している様子も見られた。

沓座のコンクリートの施工が悪く、沓裏と沓座面との間にすき間のあるものが多い（写真－１２）。このため、沓に亀裂の入っているものもあり、補修が必要である。

以上、全般的な事項について述べたが、以下北線、東北線、南線、東線の各線について、それぞれの線で特に目立った事柄について述べることにする。

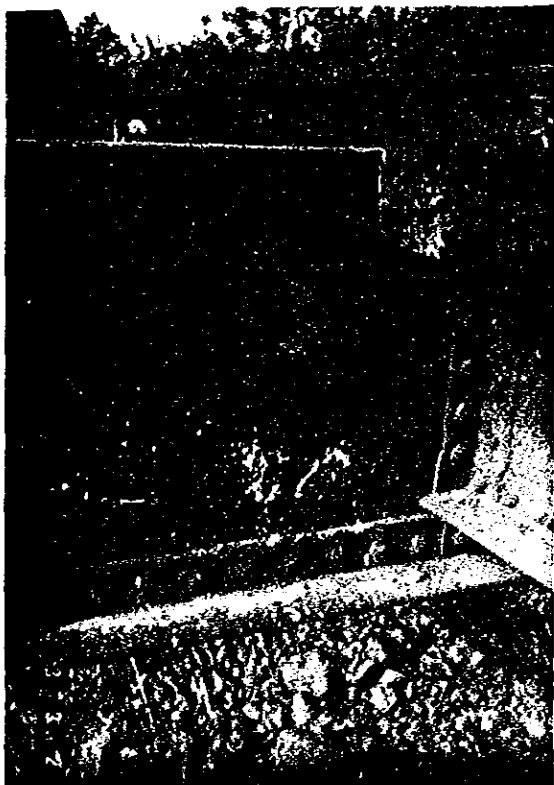


写真 1  
床桁の腹板の腐食

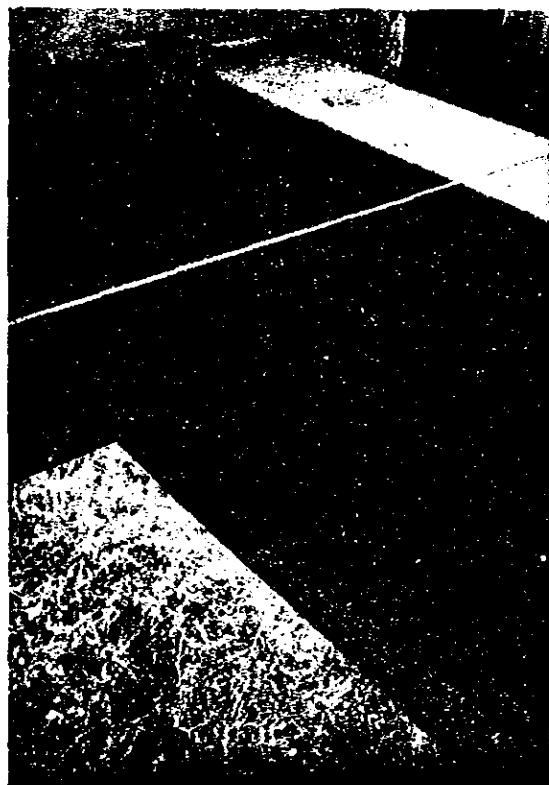


写真 3  
床桁の腹板の補強板の腐食

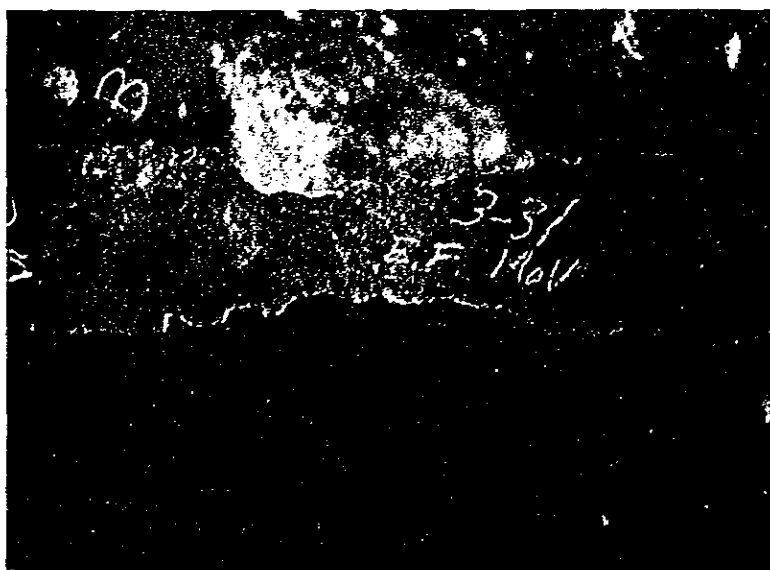


写真 2  
床桁フランジの腐食



写真 4  
下弦材裏側の腐食

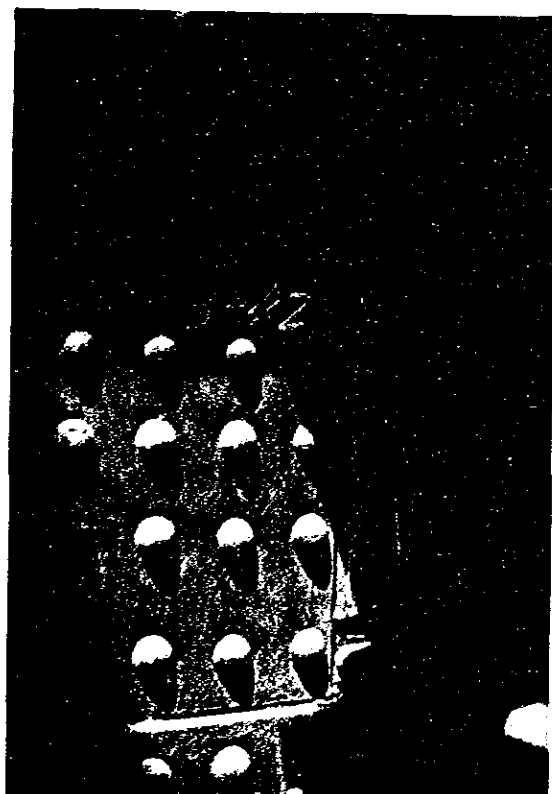
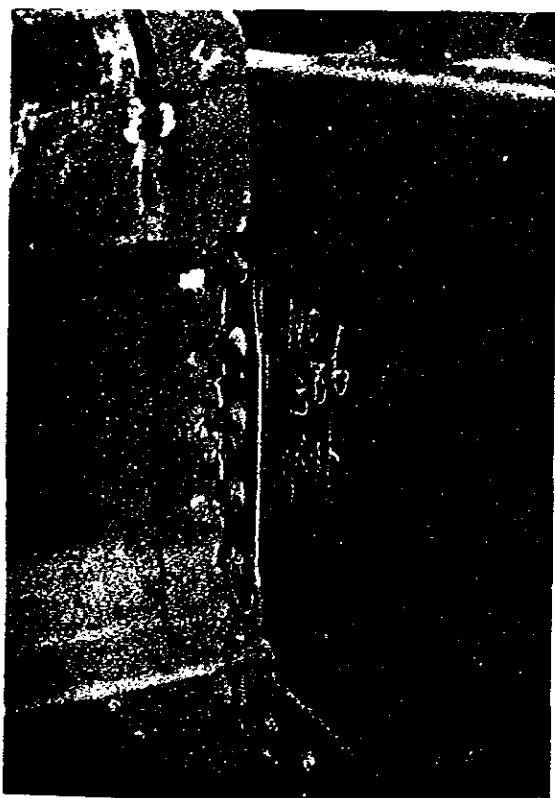


写真 5  
縦桁と床桁との連結リベットのゆるみ

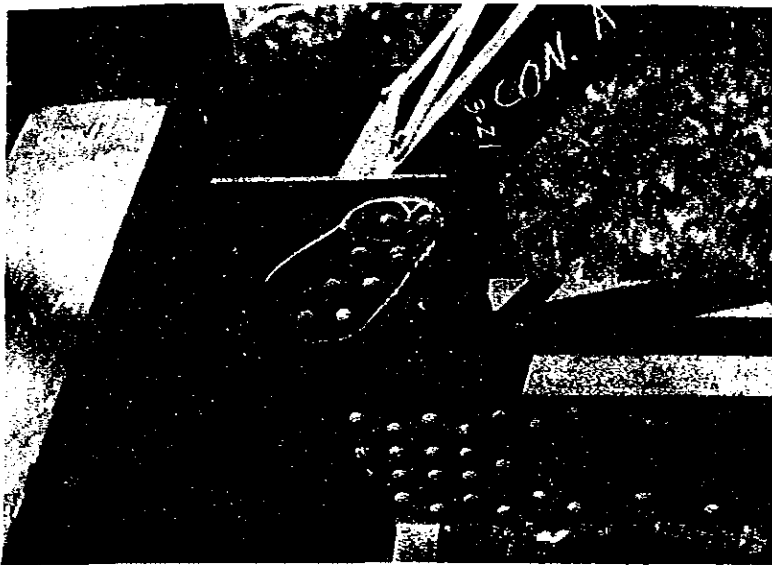


写真 6.7  
斜材のリベット  
のゆるみ

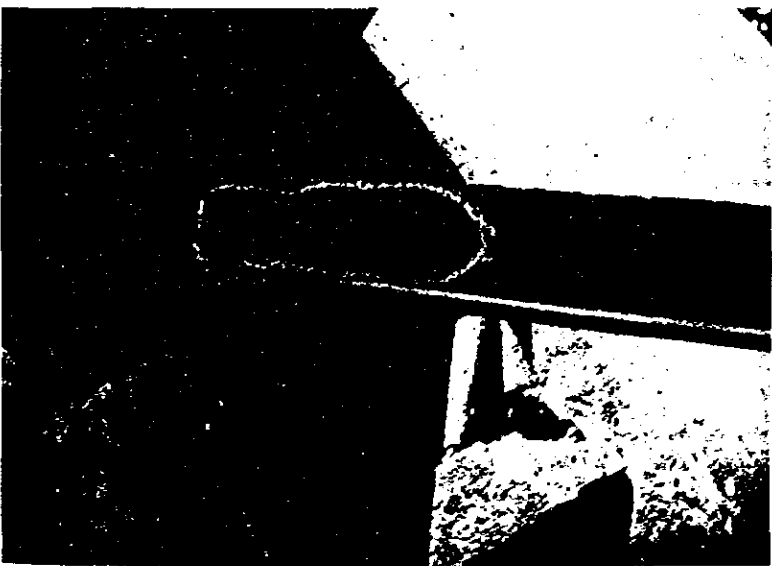


写真 8  
横構のリベット  
のゆるみ



写真 9  
縦桁と横構を連結するリベットのゆるみ

写真 10  
垂直材の変形

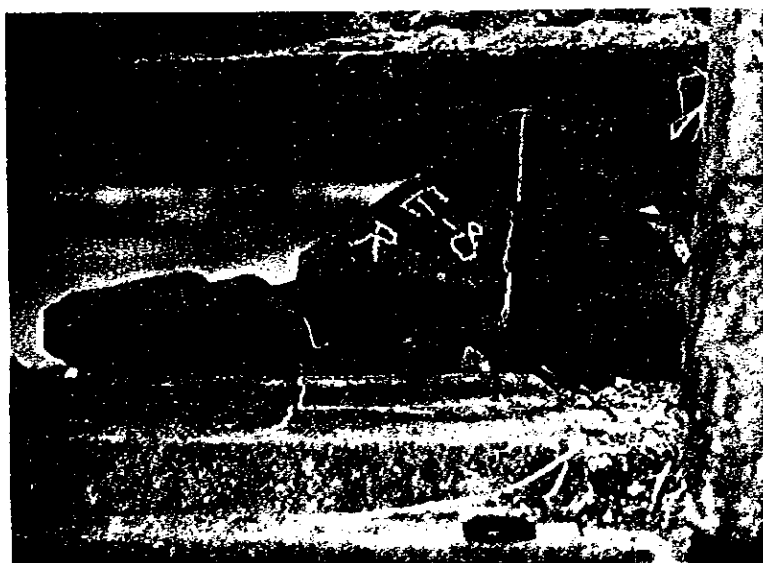


写真 11  
橋台の移動による  
可動沓の変状

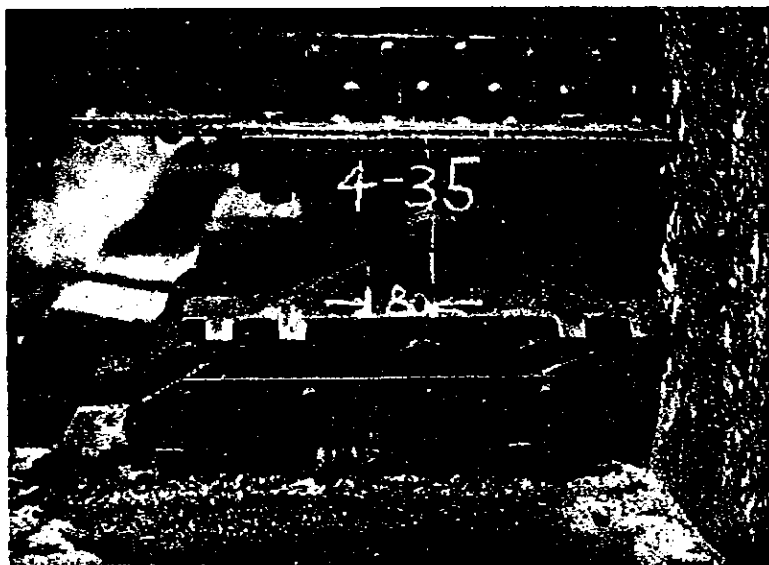


写真 1 2  
沓座下コンクリートの変状



写真 1 3  
下弦材の変形



## 1-2. 北 線

この線はすでに架換え工事をされたものが多く、今回の調査対象となっている橋の数は少ない。また、保守の状態は良く、気象条件の良いことも相まって腐食は比較的少ない。しかし、リベットのゆるみは随所に見られ、補修、補強を要することには変りない。

Bangkok から Ban Phachi まではタイ国鉄道でも最も交通量が多いところで、4Km+216 で載荷試験を行なったが、この経験から見て、この間の補強工事には他と異なる配慮が必要である。

7 Km + 000 De Vries Robbe製の橋では、その下を道路が通って居り、通行高さ制限が1.9 m と非常に小さいので、下弦材が自動車の接触によって変形している。現在、防護工はあるが、もっと強固なものにすべきである。

70 Km + 866 支間長31.7 mの橋梁は製作されてすでに80年を経過し特に古く、標準軌間からメーターゲージ構造に直されている。この橋梁は列車の通過時の横ゆれが大きく、全体的に老朽化している。

斜材はプレート構成で、横構の断面不足、床桁の腐食がはげしい。駅に近いので、列車のスピードは一般に遅く、現在使用に耐えているが、通過列車もあり、早急な対策が必要である。少くとも、下横構は早急に補強すべきであり、又、この橋梁個有の構造的欠陥、変状がたくさんあるので、DL-15 相当の列車を高速運転するためには、新橋に架換えるのが望ましい。

265 Km + 206 支間長30 mの橋では、斜材の弛緩リベットを普通ボルトに置き替えている。これは一時的な処置と思われるが、早めにリベットに打ち替えるべきである。

311 Km + 599 支間長40 mでは主構のそりが逆になっている。構造上は特別の理由は見出せないのので、多分架設時からそうになっているものと考えられるが、変形が今後進むものかどうか観察することが望ましい。

510 Km + 309 支間長17.5 mの上路プレート・ガーターは橋台のコンクリートが弱く、沓座には大きな亀裂が入っているので、早急に修理が必要である。

465 Km + 609 支間長40 mの橋はビントラス型式で、この構造特有の欠陥が随所に見られる他、橋台の移動によって胸壁の一部が破壊している。しかし乍らこの橋は支線にあり、交通量も少ないので当面、補修や補強は必要ないであろう。

## 1-3. 東 北 線

この線では主構の腐食はほとんどないが、床桁の腹板の腐食が目立つ。

主構の腹材の連結リベットでゆるんだものが多く、床桁と縦桁の連結リベットのゆるみも多い。この線はほとんど Dayde 製であり、床桁のカバー・プレートと縦桁の連結リベットはほとんど全てゆるんでいる。これは明らかに構造的な欠陥によるものであり、

修理された形跡もあるが、そのまゝリベットを打替えても再びすぐゆるんでくると思われる。

この線には支間長 80 m の橋梁が 4 橋あるが、これらの下弦材の腹板がほとんど写真 1-13 のように変形しているの、補修するのが好ましい。

560Km+392 支間長 40 m の橋梁は端柱および垂直材が大きく変形しており、早急に補修を要する。これは 2 年前、貨車の扉が当たったもので、部材の取替えが必要である。

#### 1-4. 南 線

全般的に腐食がひどく、特に Chum Phon、Thung Song、Hat Yai 地区が著しい。床桁の腐食は全線にわたってひどいが中でも Chum Phon 地区北部では著しいものがあるので、早急に修理にかゝるべきである。腐食防止策として砂の入ったビチュミナスが用いられ、この方法は良いが、塗布の仕方に工夫が必要である。

斜材及び床桁と縦桁の連結リベットのゆるみがはげしく、早急に修理する必要があるが、これについては後節で述べる。

77Km+844 支間長 25 m の橋は 80 年経過しているが、40 年前に現在の位置に移設したもので、相当老朽化している。現在、枕木サンドルで補強しているが、そのためかえって斜材及び下弦材に変形が生じており、補強よりむしろ架換えが望ましい。沓が両端共に可動沓となっており、橋全体が約 20 cm 移動しているが、当面、移動を止める装道をつけることが必要である。

120Km+195 支間長 20.75 m の 8 連の橋梁は、Kwai 河にかゝるもので、第二次世界大戦中にインドネシアのジャワ島から移設したものである。

この橋梁のもつ歴史的背景はタイ国を旅行する人が最も興味をもつものの一つであり、しかも支線で交通量も少ないので、通過列車のスピード制限を行なっても、むしろ、現状のまま保存しておく方が望ましいとも考えられる。しかし、DL-15 相当の荷重の列車を正規の速度で運転できるようにこの橋を改良するのであれば、補修、補強するよりも新橋に架換える方が望ましい。

これらの事を比較検討して最終的に架換えるか否かを定めるべきであろう。

153Km+788 支間長 16 m の橋梁は下路式のプレートガーダーであるが、主桁間隙がせまく、危険である。

377Km+210 支間長 70 m の橋梁は垂直材の変形があり、床組の腐食がはげしく、補修の優先順位を高めるべきである。

497Km+613 支間長 35 m の橋梁は対傾構が貨物の衝突によって変形し、その結果、垂直材に変形が生じている。この変形によってすぐに橋の耐荷力が問題になることはないが、腐食もはげしいので、補修を併せて早めに補強するのが望ましい。

807Km+786 支間長30mの橋梁は下弦材の腹板がほとんどすべて変形し、横構が局部的に変形している。この型式の橋では他にも変形したものが見受けられる。

#### 1-5. 東 線

東線の大きな問題は橋台の移動に伴う、沓ローラーのずれである。2、3の橋梁はすぐ修理しないとローラーがはづれる恐れがある。橋台の移動は現在も進行しているものと考えられ、橋自体が橋台の支えとなっているものもあり、検討を要する。

187Km+240の橋梁は3スパンから成っており、橋脚が高い。これらの橋脚の内あるものは、過去に洪水により洗掘され変位したが、10年前に一度修理されている。

東線の橋脚、橋台の変状については、Ⅱ章で更に述べる。

### 2. 応力照査に関する考察

応力照査の結果、今回調査対象になっている橋梁214スパン全部について、何らかの補修を必要とすることが判明した。

DL-14標準荷重による応力計算の結果は附録Ⅵ、Summary Sheet 及び表5-1に示す。

#### 2-1. トラス主構の応力度

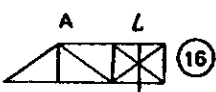
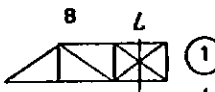
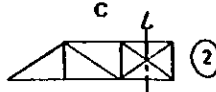
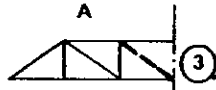
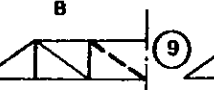
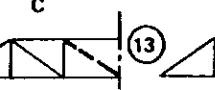
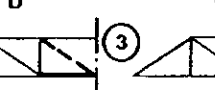
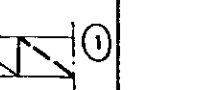
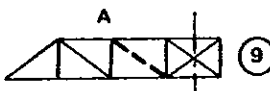
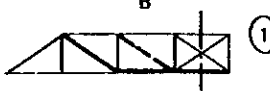
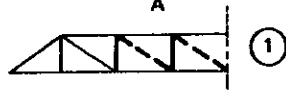
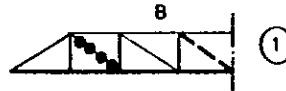
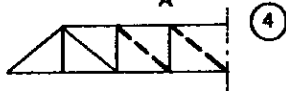
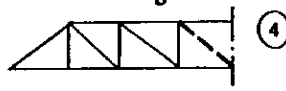
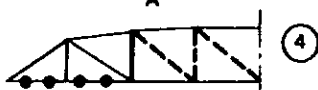
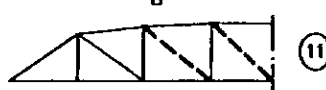
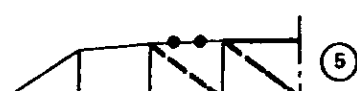
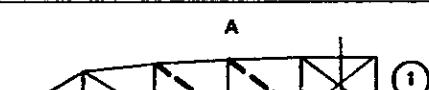
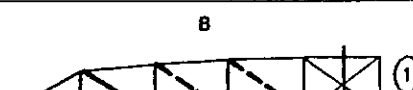
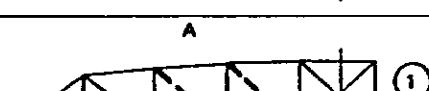
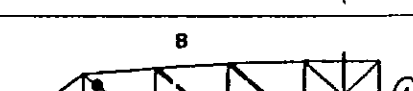
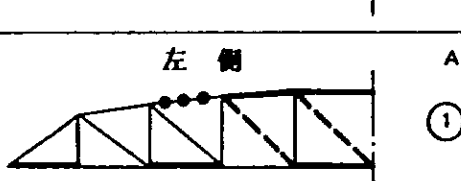
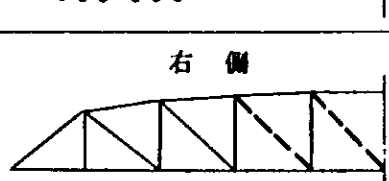
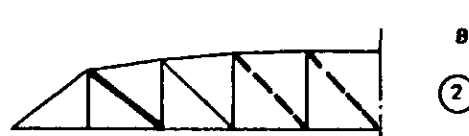
斜材、垂直材の応力超過が目立ち、又、下弦材の一部が許容応力を超過している。特にDaydè製、Macellian製のものでは斜材の細長比が大きく、そのため実応力は小さいが、許容応力を超過しているものが目立ち、これの補強が一つの要点となる。主構については腐食による過大応力はない。

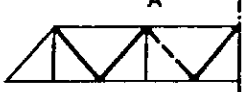
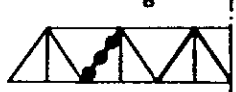
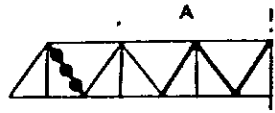
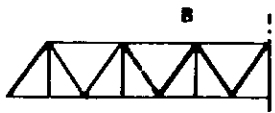
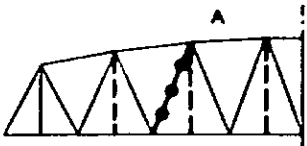
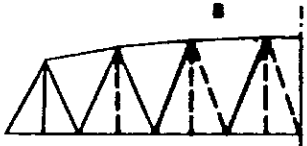
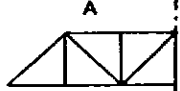
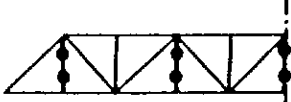
#### 2-2. 構造的欠陥

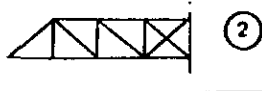
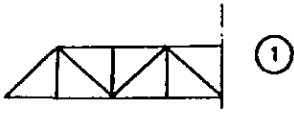
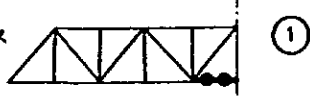
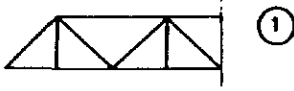
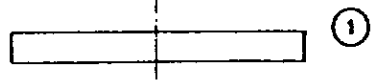
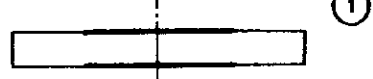
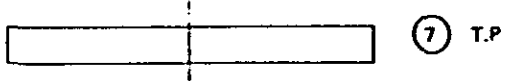
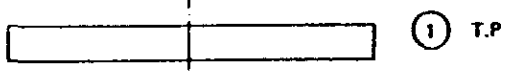
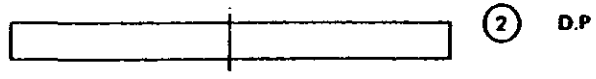
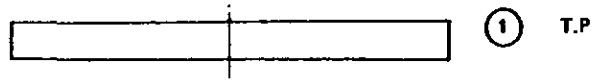
構造的にはタイプレートの間隔が広く、このため部材が変形しているものもあり、改良工事の一つの要点である。

下弦材の腹板に見られる変形の原因は必ずしも二次応力によるものでなく、架設時の作用応力によるものではないかと推察される。レーシングバーの変形も目立ったが、確かにレーシングバーには過大応力が生じ、部材としての細長比も大きい、応力的に座屈を起したものとは考えられず、架設又は輸送中の変形であろう。

図 5.1 改良を必要とするトラス主構部材一覧表 (記号は12頁参照)

| 製作メーカー    | 支間長 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cleveland | 25  |                                                                                                                                                                          |
|           | 30  |      |
|           | 35  |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|           | 40  |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|           | 45  |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|           | 48  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|           | 50  |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|           | 60  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|           | 65  |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|           | 70  |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|           | 80  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|           |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

| 製作メーカー         | 支間長  |                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Daydè          | 25   |  ④                                                                                                                                               |
|                | 30   |  ③①                                                                                                                                              |
|                | 35   | <div> <div>A</div>  ③ </div> <div> <div>B</div>  ⑨ </div>     |
|                | 40   | <div> <div>A</div>  ③ </div> <div> <div>B</div>  ③ </div>     |
|                | 50   | <div> <div>A</div>  ⑤ </div> <div> <div>B</div>  ③ </div>     |
|                | 80   | <div> <div>A</div>  ③ </div> <div> <div>B</div>  ② </div>    |
| De Vries Robbe | 30   | <div> <div>A</div>  ③ </div> <div> <div>B</div>  ④ </div> |
|                | 35   | <div> <div>A</div>  ④ </div>                                                                                                                   |
|                | 45   | <div> <div>A</div>  ① </div>                                                                                                                   |
|                | 50   | <div> <div>A</div>  ③ </div>                                                                                                                   |
| P & W McLellan | 25.5 |  ③                                                                                                                                             |
|                | 31.7 |  ③                                                                                                                                             |

| 製作メーカー    | 支間長   |                                                                                         |       |
|-----------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 明<br>不    | 30    | 上路トラス  | ①     |
| 明<br>不    | 31.4  |        | ②     |
| Japan     | 35    |        | ①     |
| 明<br>不    | 40    | ピントラス  | ①     |
| Daydō     | 33.5  | 3 軌道  | ①     |
| 明<br>不    | 20.75 |      | ⑧     |
| 明<br>不    | 16    |     | ① T.P |
| 明<br>不    | 17.5  |     | ① D.P |
| Cleveland | 20    |     | ⑦ T.P |
| Daydō     | 20    |     | ① T.P |
| Cleveland | 25    |     | ② D.P |
| 明<br>不    | 25    |     | ① T.P |

注)

○印内の数字：橋梁数

— : DL - 14, DL - 15 標準荷重による応力超過部材

●●● : DL - 15 標準荷重による応力超過部材

--- : 細長比の過大な部材

### 2-3. 主構のリベットのゆるみ

斜材及び垂直材の連結リベットのゆるみは必ずしも過大応力の部材のみに生じてはいない。横方向の剛性に対する配慮が不足しているため、振動が大きくなっていることが一つの原因と考えられる。又、交番応力を受ける部材にリベットのゆるみが多いことから、これに対する設計上の配慮不足も原因として見のがせない。

### 2-4. 床 組

床組については、縦桁の支材を丈夫にすれば部材の補強はほとんど必要がない。しかし、床桁と縦桁の連結リベットは許容応力を超過したものが多いし、現場調査で明らかなように弛緩リベットが多い。しかし、ここで問題は横桁の腹板に打たれたリベットが計算上ではもつはずなのにゆるんでいることである。これは、リベットが実際には引張りも受ける構造となっているため、この点、引張力に対して強度の高い高力ボルトを用いる方が良からう。

床桁の腐食の著しいものはその為に許容応力を超過しているものもある。腹板は40%位の断面欠除があっても応力計算上は安全であるが、孔食が応力集中の原因ともなり、腐食を増進させる可能性があるため、修理する必要がある。

### 2-5. そ の 他

横構は細長比が極端に大きなものもあり、応力よりむしろ構造的に問題がある。

古い時代の設計であり、圧縮材の設計に対する配慮が不足している。Daydè製のボニートラスでは特にニープレースが小さく、剛性の面からも応力の面からも補強を必要とする。

次に、橋門構については、応力よりもむしろ部材が細く、その機能を十分果せないところに問題があり、端柱には横荷重の影響が考慮されていないのではないと思われる。

## 3. 現橋の耐荷力の判定

### 3-1. 応力計算の方針

耐荷力判定のための応力計算は、タイ国鉄道に保管された各橋梁の原設計図面及びタイ国鉄道が作成したスケッチ図をもとに行なった。

また、腐食による断面積の減少量は、現場調査の収集資料から、各橋について、同型部材の中で最もきびしい状況にあるものを選んだ。

耐荷力の判定は設計示方書 (Specifications for Designsteel Bridge improvement Project of R.S.R) を用い、その照査項目は次の通りである。

#### 1) 主要部材の応力照査

トラス主構或いはプレートガーダーの主桁

### 床桁及び縦桁

#### 2) 二次部材の応力照査

上・下横構

橋門構

ニーブレース

#### 3) 1) 及び 2) の連結又は添接部の応力照査

#### 4) 反力の照査

#### 5) 各部材の細長比の照査

以上は214橋の全数の照査であるが、現地調査の結果変形の生じていたもの、ステージングによって補強されているものの中から代表的なものを選び、次の検討をする。

##### 1) 二次応力の検討

##### 2) ステージングによる補強効果

##### 3) 橋台と橋桁の接触による影響

応力計算は照査荷重として DL-14 標準荷重を用い、併せて、DL-15標準荷重に対する計算も行なう。

### 3-2. 現橋部材の許容応力度

耐荷力の判定に用いる現橋の部材の許容応力度は次のように定めた。214連の橋の中には種々の鋼材が用いられており、製鉄会社によってもその仕様は異っているであろうし、中には製鉄会社不明のものもある。したがって、統一した許容応力度を同じように定めるには無理がある。しかし、UKRASの調査で行なわれた材料の引張試験の結果から判断し、現橋の鋼材がいずれも JIS G3101 の SS41 鋼材と同等の強度を有するものと考えられる。

従って許容応力度としては基本的には日本国鉄のリベット構造を対象とした鋼鉄道橋設計示方書(1956)を使用した(溶接は使用しない)。

疲労に対する許容応力度については、日本国鉄の建造物設計標準を引用し、次のように定めた。

なお、リベット鋼材に対しても構造用鋼材との関連から決めた。

#### 現橋部材の許容応力度

##### (1) 構造用鋼材

###### 1) 軸力に対して

引張り応力度(純断面積について)  $1.300 \text{ kg/cm}^2$

圧縮応力度(総断面積について)  $\ell/r \leq 110$  の時

$$1200 - 0.05(\ell/r)^2 \text{ kg/cm}^2$$



$\ell/r > 110$  の時

$$7,200.000 / (\ell/r)^2 \text{ Kg/cm}^2$$

2) ここに、 $\ell$  : 部材長

$r$  : 回転半径

2) 曲げに対して

引張り縁 (純断面について)  $1,300 \text{ Kg/cm}^2$

圧縮縁 (総断面について)  $\ell/b \leq 30$

$$1,200 - 0.5 (\ell/b)^2 \text{ Kg/cm}^2$$

ここに、 $\ell$  : フランジの固定点間距離 (cm)

$b$  : フランジの巾 (cm)

(2) リベット

剪断許容応力度 (工場)  $1,000 \text{ Kg/cm}^2$

" (現場)  $800$  "

支圧許容応力度 (工場)  $2,200 \text{ Kg/cm}^2$

" (現場)  $1,800$  "

(3) 許容疲労応力度 (繰返し回数を 200 万回と仮定)

1) リベット結合の鋼母材

引 張  $\frac{1,275}{1-0.7K} \text{ Kg/cm}^2$  但し  $1,300 \text{ Kg/cm}^2$  以下

圧 縮  $\frac{1,575}{1-1.1K} \text{ Kg/cm}^2$  但し  $1,200 \text{ Kg/cm}^2$  以下

2) リベット

剪断許容応力度

工 場  $\frac{1,020}{1-0.7K} \text{ Kg/cm}^2$  但し  $1,000 \text{ Kg/cm}^2$  以下

現 場 工場の 80 %

支圧許容応力度

工 場  $\frac{2,200}{1-0.7K} \text{ Kg/cm}^2$  但し  $2,200 \text{ Kg/cm}^2$  以下

現 場 工場の 80 %

ここに、

$$K = \frac{|\sigma|_{\min}}{|\sigma|_{\max}} \quad \text{or} \quad \frac{|\tau|_{\min}}{|\tau|_{\max}}$$

### 3-3. 応力解析の方法

応力解析は、微小変形理論により影響線解析を行なった。これらは、ポニートラス、ダブルワーレントラス、剛結合トラス等、あらゆる形状の構造物を解析できるものである。

計算には、電子計算機 (FACOM 230-38) を使用した。

### 3-4. 応力計算結果

応力計算の結果、構造別に応力超過か否かを表5-1に示す。なお、記号は次の通りである。

表5-1に使用した記号の説明

|                                          |                           |
|------------------------------------------|---------------------------|
| Span                                     | : 支間長 ( m )               |
| Type                                     | : 橋梁形式                    |
| T. P                                     | : 下路プレートガーダー              |
| D. P                                     | : 上路プレートガーダー              |
| T. T                                     | : 下路トラス                   |
| D. T                                     | : 上路トラス                   |
| Maker                                    | : 製作会社                    |
| Year                                     | : 製作年次                    |
| Span No                                  | : 橋梁番号                    |
| N-Line                                   | : 北線                      |
| NE-Line                                  | : 東北線                     |
| S-Line                                   | : 南線                      |
| E-Line                                   | : 東線                      |
| Stress check for original section(DL-14) | : DL-14 標準荷重による現橋部材の応力度照査 |
| Main                                     | : トラス主構或いはプレートガーダーの主桁     |
| U.C                                      | : 上弦材或いは上フランジ             |
| L.C                                      | : 下弦材或いは下フランジ             |
| D                                        | : 斜材                      |
| V                                        | : 垂直材                     |
| P.B                                      | : 橋門構                     |
| M                                        | : 部材断面の応力度或いは細長比の照査       |
| R                                        | : 連結リベットの応力度照査            |
| U.L                                      | : 上横構                     |
| L.L                                      | : 下横構                     |
| St.                                      | : 縦桁                      |
| E.F                                      | : 端床桁                     |
| I.F                                      | : 中間床桁                    |
| Cov. R                                   | : カバープレート                 |

|                                  |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| U.Fl g                           | ：上フ ラ ン ジ       |
| Web                              | ：ウ ェ ブ          |
| L.Fl g                           | ：下フ ラ ン ジ       |
| Stress check due<br>to corrosion | ：腐食を考慮した時の応力度照査 |

| 表 5-1 Stress Check and Situation of Corrosion or Deformation |      |       |      |          |                                                   |   |   |   |   |         |     |     |   |   |              |   |   |   |     |                        |           |            |     |   |                               |                               |   |       |     |             |         |       | No. 1 |     |     |   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------------------------------------------------|------|-------|------|----------|---------------------------------------------------|---|---|---|---|---------|-----|-----|---|---|--------------|---|---|---|-----|------------------------|-----------|------------|-----|---|-------------------------------|-------------------------------|---|-------|-----|-------------|---------|-------|-------|-----|-----|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Span length                                                  | Type | Maker | Year | Span No. | Stress Check for Original Section (DL 14 loading) |   |   |   |   |         |     |     |   |   |              |   |   |   |     | Situation of Corrosion |           |            |     |   |                               | Stress Check due to Corrosion |   |       |     | Deformation | Remarks |       |       |     |     |   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                              |      |       |      |          | Main Truss                                        |   |   |   |   | Lateral |     |     |   |   | Floor System |   |   |   |     | L.C                    | Srrin-ger | Floor Beam |     |   | Stress Check due to Corrosion |                               |   |       |     |             |         |       |       |     |     |   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                              |      |       |      |          | U.C                                               | M | R | D | V | P.B     | U.L | L.L | M | R | L            | L | M | R | St. |                        |           | E.F        | I.F | M | R                             | M                             | R | U.Flg | Web |             |         | L.Flg | St.   | E.F | I.F | V | D | L.C |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                              |      |       |      |          |                                                   |   |   |   |   |         |     |     |   |   |              |   |   |   |     |                        |           |            |     |   |                               |                               |   |       |     |             |         |       |       |     |     |   |   |     | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R |

M: Member  
 Connection Rivet  
 Portal Bracing  
 Stringer  
 End Floor Beam  
 Int. Floor Beam

- 36 -

|             |      |       | No. 3      |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|-------------|------|-------|------------|---------------------------------------------------|---|-----|---|---|---|---|---|---------|---|-----|---|--------------|---|-----|---|------------------------|---|-----|---|-------------------------------|---------|-------|-----|-------------|-----|-----|-----|-------------|---|---|-----|
| Span length | Type | Maker | Span No.   | Stress Check for Original Section (DL 14 loading) |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   | Situation of Corrosion |   |     |   | Stress Check due to Corrosion |         |       |     | Deformation |     |     |     | Remarks     |   |   |     |
|             |      |       |            | Main Truss                                        |   |     |   |   |   |   |   | Lateral |   |     |   | Floor System |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            | U.C                                               |   | L.C |   | D |   | V |   | P.B     |   | U.L |   | L.L          |   | St. |   | E.F                    |   | I.F |   | Strin-ger                     | Cov. PL | U.Fig | Web | L.Fig       | St. | E.F | I.F |             | V | D | L.C |
|             |      |       |            | M                                                 | R | M   | R | M | R | M | R | M       | R | M   | R | M            | R | M   | R | M                      | R | M   | R |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
| 30.0        | T.T  | D.D   | 1929 S 84  | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   | x   |   | x                             |         | x     |     |             |     |     |     | Replacement |   |   |     |
|             |      |       | " 102      | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 26 NE 36   | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 29 37      | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   | x   |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | " 38       | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | " 39       | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 27 40      | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 1926 NE 14 | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 16         | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 18         | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 27 20      | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 25 24      | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | " 25       | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 1923 NE 5  | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 7          | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 8          | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 9          | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 10         | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 28         | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 1926 N 18  | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 1926 NE 19 | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 27 21      | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | " 26       | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 28 34      | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | " 36       | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 1926 NE 23 | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       | 1927 NE 42 | x                                                 | x | x   | x | x | x | x | x | x       | x | x   | x | x            | x | x   | x | x                      |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |
|             |      |       |            |                                                   |   |     |   |   |   |   |   |         |   |     |   |              |   |     |   |                        |   |     |   |                               |         |       |     |             |     |     |     |             |   |   |     |

— 38 —

| Stress Check for Original Section (DL 14 loading) |      |       |      |          |            |     |   |   |     |          |     |     |     |     |              |     |     |     |     |       |     |           |  |  | No. 5                  |       |     |       |     |                               |              |      |   |         |   |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------------------|------|-------|------|----------|------------|-----|---|---|-----|----------|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----------|--|--|------------------------|-------|-----|-------|-----|-------------------------------|--------------|------|---|---------|---|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Span length                                       | Type | Maker | Year | Span No. | Main Truss |     |   |   |     |          |     |     |     |     | Floor System |     |     |     |     |       |     |           |  |  | Situation of Corrosion |       |     |       |     | Stress Check due to Corrosion | Deform-ation |      |   | Remarks |   |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                   |      |       |      |          | Lateral    |     |   |   |     | Vertical |     |     |     |     | Diagonal     |     |     |     |     | Other |     |           |  |  | Gov. P.L.              | U.Fig | Web | L.Fig | St. |                               | E.F.         | I.F. | V |         | D | L.C |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                   |      |       |      |          | U.C        | L.C | D | V | P.B | U.L      | L.L | M.R | M.R | M.R | St.          | E.F | I.F | M.R | M.R | M.R   | L.C | Strin-ger |  |  |                        |       |     |       |     |                               |              |      |   |         |   |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 30.0                                              | D.T  | 7     | 7    | N 22     |            |     |   |   |     |          |     |     |     |     |              |     |     |     |     |       |     |           |  |  |                        |       |     |       |     |                               |              |      |   |         |   |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



No - 6

Stress Check for Original Section (DL 14 loading)

| Span length | Type | Maker | Year | Span No. | Main Truss |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Lateral |   |   |   |   | Floor System |   |   |   |   | Situation of Corrosion |   |   |   |   | Stress Check due to Corrosion |   |   |   | Deform-ation | Remarks |     |   |   |   |   |     |   |   |   |   |     |           |         |   |   |            |   |       |         |     |   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------|------|-------|------|----------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|--------------|---|---|---|---|------------------------|---|---|---|---|-------------------------------|---|---|---|--------------|---------|-----|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|-----|-----------|---------|---|---|------------|---|-------|---------|-----|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|             |      |       |      |          | U.C        |   |   |   |   | D |   |   |   |   | V |   |   |   |   | P.B     |   |   |   |   | U.L          |   |   |   |   | L.L                    |   |   |   |   | St                            |   |   |   |              |         | E.F |   |   |   |   | I.F |   |   |   |   | L.C | Strin-ger | Gov. PL |   |   | Floor Beam |   | L.Fig | St. E.F | I.F | V | D | L.C |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|             |      |       |      |          | M          | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R       | M | R | M | R | M            | R | M | R | M | R                      | M | R | M | R | M                             | R | M | R |              |         | M   | R | M | R | M | R   | M | R | M | R |     |           | M       | R | M | R          | M |       |         |     |   |   |     | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R |

M: Member  
 Connection Rivet  
 Portal Bracing  
 Stringer  
 End Floor Beam  
 Int. Floor Beam

| Span length |  | Type | Maker | Year | Span No. | Stress Check for Original Section (DL 14 loading) |   |   |   |   |   |   |   |   |   |         |     |   |     |   |     |   |    |              |     |   |     |                        |  | Remarks |  |                               |                  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------|--|------|-------|------|----------|---------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|-----|---|-----|---|-----|---|----|--------------|-----|---|-----|------------------------|--|---------|--|-------------------------------|------------------|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|             |  |      |       |      |          | Main Truss                                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Lateral |     |   |     |   |     |   |    | Floor System |     |   |     | Situation of Corrosion |  |         |  | Stress Check due to Corrosion | Deform-<br>ation |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|             |  |      |       |      |          | U.C                                               |   |   |   |   | D |   |   |   |   | V       | P.B |   | U.L |   | L.L |   | St |              | E.F |   | I.F |                        |  |         |  |                               |                  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|             |  |      |       |      |          | M                                                 | R | M | R | M | M | R | M | R | M | R       | M   | R | M   | R | M   | R | M  | R            | M   | R | M   |                        |  |         |  |                               |                  |  |  | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M | R | M |

M: Member  
 Connection Rivet  
 Portal Bracing  
 Stringer  
 End Floor Beam  
 Int. Floor Beam



## 第VI章 補修，補強設計

## 第Ⅵ章 補修、補強設計

### 1. 基本方針

現橋調査及び耐荷力の判定の結果、前章で述べたような種々の改良を必要とすることが判明した。

ここでは、これらの内補修補強工事に対する基本方針を述べる。

#### 1-1. 一般

- 1) 橋梁部材の補修補強は、すべてDL-15標準荷重に耐え得るように改良する。(Ⅵ 2.3 参照)
- 2) 死荷重はすべて原断面が分担するものとし、部材の補強材は列車荷重に対してのみ有効な方法とする。
- 3) 改良工事は出来るだけ列車間合に工事を行なうのを原則とし、列車運行に支障をきたさないように計画するが、ある程度の列車の速度制限を行ない、場合によっては列車運行の調整を行なって最大2時間程度の列車間隔を確保出来るものと仮定する。
- 4) 改良工事中の通過列車は最大、DL-14標準荷重の機関車一両がけん引する列車であると仮定する。

#### 1-2. 部材の改良

- 1) 部材の改良は、原部材に新部材を添加するか、或いは原部材を撤去して新しい部材に取り換える。
- 2) 新材を添加する際、既存のリベットを切断する等旧部材自体の断面構成に手を加えることはなるべく少なくする方法を選び、施工の容易な、且つ部材断面の改良に有効な方法を採用する。
- 3) 新しい部材に取り換える場合、可能な限りもとの構造系を生かすものとする。(例：Daydel製ダブル・ワーレントラスの斜材)
- 4) 床組などで腐食が生じていて、それに伴う過大応力がない場合でも、応力集中等の悪影響の恐れがあるので、その程度に応じて補修する。
- 5) 当初の設計の構造的欠陥は改良する。
- 6) 部材の変形については所定の断面形状が保持されるように補修する。
- 7) 今回の改良によって将来の補修、補強が困難となる恐れがある箇所については、今回同時に改良しておく。

#### 1-3. 連結部の改良

- 1) 現場に於ける部材又は添加材の連結には、リベット或いは高力ボルトを使用し、現

場溶接は考えない。

2) 計算上過大応力を生じていないリベットが実際は弛緩しているものがある。

これらは全て改良する。

3) 逆に、計算上わずか応力超過しているが、現状が健全なものについては手を加えない。

## 2. 設 計 示 針

### 2-1. 基本事項

補修、補強または架換え等何らかの改良を必要とするものは次のように分類される。

ここでは、これらの中、補強、補修の基本方針について述べる。補強、補修を行う場合、考慮すべき主な事項は、

- a) 荷重 - 列車荷重、風荷重等
- b) 建築限界
- c) 材 料
- d) 作業条件

| 改良の種類 | 原因                            |
|-------|-------------------------------|
| 補 強   | ・ 過大応力<br>・ 構造的欠陥             |
| 補 修   | ・ 腐食<br>・ 疲労変状<br>・ 部材の変形     |
| 架 換   | ・ 補修、補強困難または費用大<br>・ その他巾員不足等 |

等がある。さらに改良を進める路線あるいは橋梁の優先順位、施工の速さ、工事発注の方法等がからんで一定の条件を設定することは難かしい。しかし、ここではあくまでも標準的な補修、補強の方法を示すのを目標とし、次のような前提条件を置く。

- 1) 施工順序、部材のブロック割りは設計面では配慮しない。
- 2) 個々の現場の条件にとらわれず、補修、補強共内容別、構造別に数種類に分類し、標準化する。
- 3) 原設計図面をもとに標準図を作成し、補修、補強に用いる部材に用いる材料はすべて、新材とし、JIS規格品又はそれと同等以上のものとする。
- 4) 実際の施工に当っては、個々の橋の架橋位置の条件、部材の寸法、リベット間隔、腐食の状態等を調査し、詳細な補修補強図を作成する。

### 2-2. 荷重条件

補修、補強はすべて附録-1の設計示方等によるものとする。工事中は、機関車の重連は考えず、けん引客車の長さの制限は考えない。又、必要ならば速度制限を5 Km/hとする。

主荷重と他の荷重は同時には考慮しない。

### 2-3. 橋梁改良にDL-15標準荷重を用いる理由

将来を含め、タイ国鉄で運行される列車の荷重は原則として、DL-14 標準荷重（軸重 14 ton - 6 軸機関車 2 両、これに 4.2 t/m の等分布荷重を連行した列車の荷重）よりも大きい影響を橋梁に及ぼさないことになっている。そこで橋梁の強度の照査にはこの荷重を用いるが、これに対し許容応力を越える部材をもつ橋梁については DL-15 標準荷重（上述の列車と同軸配置で荷重のみすべて 15/14 倍したもの）に耐えるように補修、補強或いは新橋梁と交換すれば次の諸理由により得策であると考えられる。

- 1) 将来、橋梁が再び劣化しても DL-14 標準荷重に対して余裕がある。
- 2) 特に疲労等については効果的で、50% に及ぶ寿命の延長が期待できる。
- 3) 貨車荷重が 4.2 t/m (DL-14 標準荷重) とするよりも、4.5 t/m (DL-15 標準荷重) とする方が輸送上の効率を考えると経済的となることもあり得る。
- 4) いづれの国でも、設計活荷重については余裕をもたせているのが普通である。例えば日本の国鉄では KS-18 で設計した橋梁に最高 KS-15 相当程度の列車が通っている。これにより速度向上が行ない易くなったり、橋梁の床組に対する疲労の影響が軽減されたりする利点が生じている。

以上の利点に対して、費用の増加については、DL-15 標準荷重に基いて改良工事を行なう場合、DL-14 標準荷重の場合に比べて 214 橋で 770 万パーツ、僅か 3% の工事費の増加にしかない。（1 パーツ = 15 円）

#### 2 - 4. 建築限界

タイ国鉄制定の建築限界（図面番号 1966-15）に従うと、改良計画の対象となっている橋の中上路形式を除くすべての橋が、巾員が足りないことになり、主構間隔を拡げる必要がある。現実にはこれは不可能なことであり、また必ずしも必要でないので、ここでは特別理由のあるものを除き、次の考え方をとる。

- 1) 現橋の主要部材はそのままとし、新しく添加する部材はタイ国鉄の建築限界を侵さない。
- 2) 現橋において決定的な欠陥のある部材は修正する。
- 3) 二次部材で補修可能なものについてはこれを修正する。

#### 2 - 5. 部材の材料

添加部材には、現橋の部材よりも小さな応力が作用するので、所要の断面形状、断面積があれば、新材よりも強度の低いものでもよく、すでに解体されている旧材の利用も考えられる。タイ国鉄には数多くの解体されて部材が保存されている橋があり、その一覧表も準備されている。しかし、具体的に、個々の補修、補強部材に旧材をあてはめて計画することは現時点では困難であり、ここでは、すべて新材で設計すると仮定した。

材料の規格は J I S に従うものとするが、使用する材料の種類は可能な限り少なくし、鋼板はフィラープレートを除き、8、9、10、12、15、16、19、22mm の厚さのものをを用いることにする。

このプロジェクトの工事費の中で鋼材費の占める割合は大きく、材料の使い方如何がこの計画の工事費に大きく影響する。このため特に旧材の活用については工事費積算の段階で再考慮するものとする。

## 2-6. 連結材料

部材間の連結あるいは添接には溶接、リベット、高力ボルト等がある。これらには夫々特徴があるがこゝでは次の考え方を採る。すなわち

- (1) 工場に於ける部材の組立は溶接による。
- (2) 現場溶接は防水のため等以外には用いない。
- (3) 摩擦面の清掃が可能で、所定の摩擦係数が得られる場合及び現場に於ける部材のとり合せには高力ボルトを用いる。その場合、許容応力はリベットのせん断力のそれと等しいと仮定する。
- (4) 上記の場合以外は原則としてリベットを用いる。但し、実験により、摩擦係数が決定されたら、それに基づき所要本数を計算し、高力ボルトに置替えてもよい。

### 2-6-1. 溶接について

補修、補強に溶接を用いる場合、次の諸問題がある。

- (1) 熟練溶接工の確保が難しい。
- (2) 現橋の部材の溶接性、溶接姿勢、溶接環境等が必ずしも良好でない。
- (3) 溶接方法により材料の疲労、応力度が低下する。
- (4) 溶接結果の質の確認が難しい。

特に、現場溶接は難しい問題が多く、タイ国の気象条件、溶接に関する技術水準、その他の条件を勘案し、原則として現場溶接は使用しないことにした。

一方、調査の結果、工場内での部材の製作に当っては、タイ国鉄の工場、及び民間の工場には溶接が十分可能な設備があると判断された。

### 2-6-2. 高力ボルトについて

現場調査及び耐荷力の照査から、一つの共通した欠点として、連結部のリベットの支圧応力が許容値を超過していること、及び構造的に引張力を受けるリベットのゆるみが見られた。

これらの欠点は高力ボルトを用いることによって大きく改善されるし、また高力ボルトは作業性、作業速度の点でも優れている。

高力ボルト接合は、接合型式によって次のように分けられる。



|           |                                                                      |          |
|-----------|----------------------------------------------------------------------|----------|
| 高力ボルト摩擦接合 | <div> 普通高力ボルト※<br/> グリップボルト※<br/> ビーアイナット高力ボルト※<br/> T.C ボルト※ </div> | ※参照図 6.1 |
| 高力ボルト引張接合 |                                                                      |          |
| 高力ボルト支圧接合 | <div> 普通高力ボルト<br/> 磨き高力ボルト<br/> 打込式高力ボルト※ </div>                     |          |

今回の設計は後に述べる理由から、高力ボルト摩擦接合方式を採用する。一般に高力ボルトと云えばこのタイプを指すが、これを補修、補強に用いる場合、大きな利点がある反面、次の諸問題がある。

まず、現場において接合面の塗装、錆を十分除去することが非常に大変な作業であるが、場所により、また時間が限られた場合、この作業が不可能または十分できない。

所定の摩擦係数が確保されない場合、高力ボルトは安心して使用出来ないので、摩擦面の清掃が高力ボルト使用の必要条件である。

次に現在すでにゆるんでいるリベットあるいは、応力の過大なリベットを高力ボルトに置換える場合、その部材間の摩擦が確保出来る保証はない。このような条件のもとでの摩擦係数の実験は行われた例をきかないが、一般に部材間には当然サビの発生やペンキの存在が予想され、その摩擦係数は相当小さい可能性がある

幸なことに、タイ国鉄にはすでに解体された橋が多数あるので、それを用いて摩擦係数の実験を行なうことが出来る。(付録Ⅳ参照)

このような実験の結果から得られた摩擦係数を用いて、適当な高力ボルトの許容値を定めるのが良い。

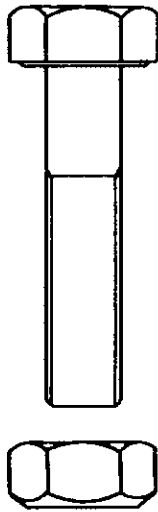
摩擦接合の欠点を補なう方法として、支圧接合方法があるが、これは今回の計画には次の点の理由で原則として採用しない。

- 1) 現橋の部材の板厚が薄いので、リベット接合に較べ所要ボルト数は減らず、有利な接手とは言えない。
- 2) ボルト孔削成に高い精度が要求されるため全数リーマー通しを行う必要があるし、構造上それが不可能なところもある。
- 3)すでに現橋の孔がずれを生じているものがあり、その場合一周り大きな径のものに拡孔する必要がある。
- 4) ボルトの長さに関する要求がきびしく、ボルトも高価である。

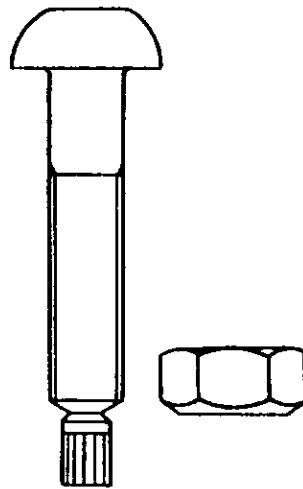
支圧接合ボルトで代表的なものは打込式ボルトであるが、上記のような理由から結局

図 6.1 高 力 ボ ル ト

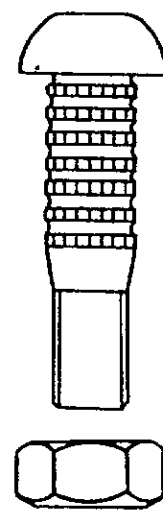
1. 普通高力ボルト



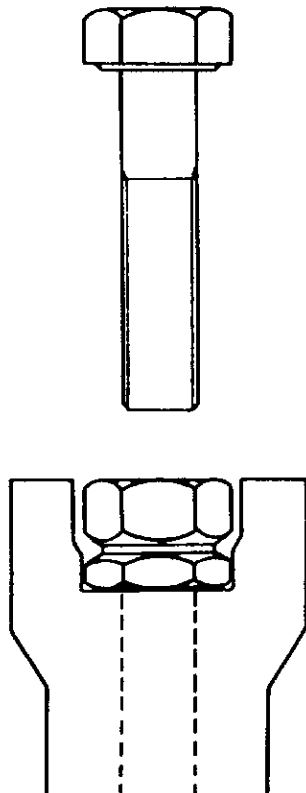
2. TC高力ボルト



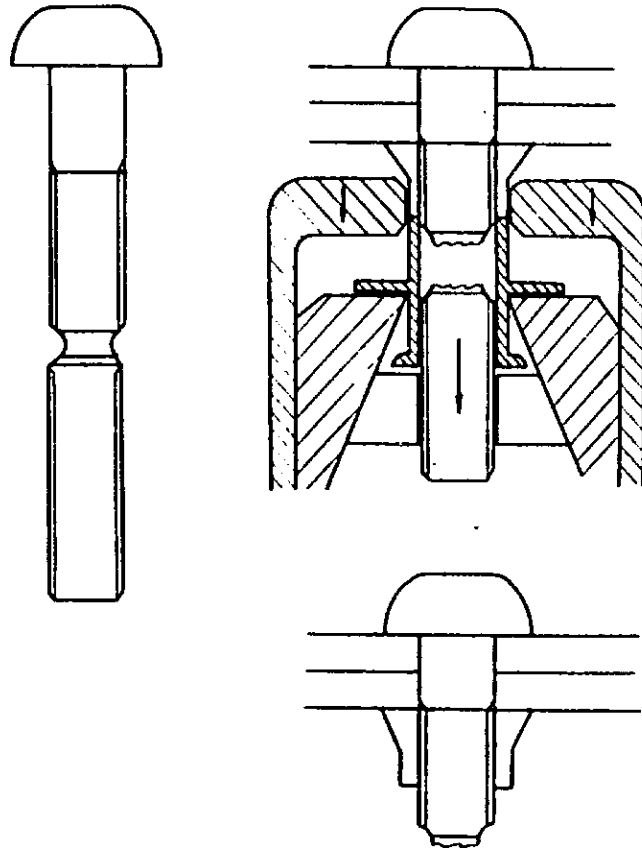
3. 打込み式高力ボルト



4. ピーアイナット高力ボルト



5. グリップボルト



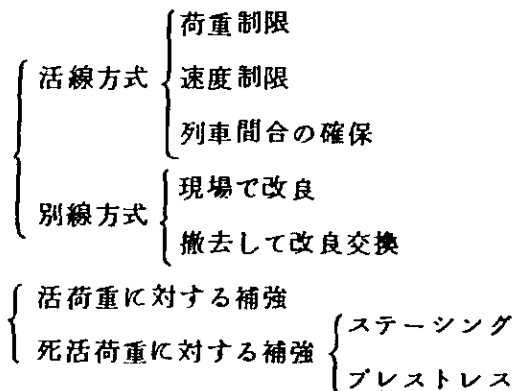
限られた場所にしか使用できない。

摩擦接合型の高力ボルトは所定の締付力を導入することが摩擦面の処理とともに非常に重要であるが、その作業もその照合もわずらわしい作業である。そのために、種々の締付器具が開発され、また高力ボルト自体にも工夫が見られる。前者では油圧式や電動式で自動的にトルク調整できるものがある。後者の代表的なものは、グリップボルト、T.Cボルト、ピーアイナットなどである。これらは、所定の締付力が導入されるとボルト又はナットの一部分が破断される方式となっている。

これらにより、現場管理は容易となり、ボルトの単価は高いが、特に熟練工を必要としない利点がある。しかし、新しく製作するものと異なり、現橋の部材が小さかったり、リベットの位置の関係から全面的にこれらを採用することは困難であるため、ここでは高力ボルト使用の場合には、普通の摩擦接合用高力ボルトを用いるのを原則とした。一群のボルトの中で異種の接合方法を混用することはさけることはもちろん、一つの橋梁に多くの接合方法を用いることはさけるべきである。

## 2-7. 作業方法

作業の方法を分けると、大まかに次のようになる。



補修補強工事には、その橋梁上の列車運行を許しながら工事を行なう活線方式と、改良する橋には列車を通さず別線又は仮線を設けてそれに列車を通してながら工事を行なう別線方式とがある。

どの方法で改良工事を行うかはどの程度の補修又は補強が必要かということや環境などと密接な関係がある。

応力照査の結果では、補強を必要とするのはほとんど斜材であり、弦材で補強を要する例は少ない。しかも、補強のための添加部材の量も少ない。

一方、腐食に伴う補修はそのほとんどが床桁であり、主構は極く一部に限定されている。しかし斜材、縦桁及び横構には連結部に補強が必要とされるものが見られた。

部材の補強は活荷重に対してのみ有効な補強とするか死荷重に対しても有効な補強とす

るかの2通りがある。今回、対象としている橋梁では支間の大きなものは断面にゆとりがあるものが多く、また、支間の小さいものは死荷重による応力が小さいので、活荷重に対してのみ有効な補強方法を採用することとする。現に仮のステージングを設けている橋も多く、これを利用した補強方法も考えられるが、列車が通ったときに導入される応力を正確に見込むことは困難なことである。

補修、補強工事は別線で行うか又は仮線を設けて行った方が工事は容易であるし、施工も確実性が高く死荷重に対しても補強することが可能である。しかし、この方法は工事費の増加の割にはその効果の意義が小さい。

よって、ここでは活線方式による補修又は補強を原則とする。

工事中の施工性、安全性の観点より通過列車間隔を長くすることが望ましいが、数多い橋の工事に長時間列車を停止させる等無理な計画はたてるべきではない。

従ってこれらの観点より次のような施工条件をつける。

- 1) 特別の場合を除き、大巾な列車ダイヤの変更をさける。
- 2) 列車の通行中の作業は中止するが、可能な限り列車の低速通行が可能な状態で工事を行なう。
- 3) 1日の作業中において、少なくとも1度は2時間の列車間隔を確保する。
- 4) 必要に応じて、列車の速度を制限することによって列車からくる衝撃力の効果を低減する。
- 5) なるべく、現在の部材をばらさないで部材を添加する。

### 3. 標準設計（補強、補修方法の説明）

#### 3-1. 概 要

トラス主構の改良工事は部材の過大応力あるいは細長比の過大な部材に対する補強工事がほとんどであり、補修工事としては下弦材の腐食に対するものあるいは斜材、垂直材に見られたリベットのゆるみに対する補修等がある。床組については、強度不足に対する補強工事と腐食に対する補修工事とが混在している。これら補強、補修工事方法はいずれも、原部材に新部材を添加するか、原部材を撤去して新部材に取り換えるかのいずれかである。

主構各部材の概略の補強、補修目的を分類すると次のようになる。

- 1) 上弦材 過大応力に対する補強工事である。
- 2) 下弦材 腐食及び変形に対する補修工事と過大応力に対する補強工事とがある。
- 3) { 斜材 応力度或いは細長比の過大なものに対する補強工事と、リベットのゆるみに対する補修工事がある。  
垂直材

床組関係については

- 1) 床 桁 補強、補修工事があるが、特に腐食に対する補修工事は本改良計画の中でも可成りの工事量になる。
- 2) 縦 桁 補強、補修工事がある。縦桁間に配置されている対傾構は構造的に欠陥のあるものが多く取り換え工事も多い。
- 3) 横 構 応力度或いは細長比の過大なものに対する補強及び腐食に対する補修工事とがある。
- 4) 可動沓で、ローラーの不揃いのもの、逸脱しているもの及び沓座の施工の悪いもの等に対する補修がある。

### 3-2. 補強、補修工事の標準改良断面の一覧表

補強、補修工事における部材断面改良の標準断面の一覧表を図 6.2 に示す。

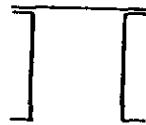
### 3-3. 標準断面の選定経過及び施工時の注意等

#### 3-3-1. 上弦材

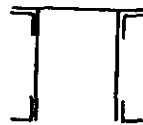
上弦材の改良工事は、過大応力に対する補強工事のみである。

##### (1) 補強対象断面

Cleveland 製  $\ell = 60, 80 m$

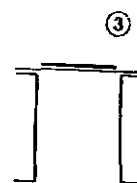
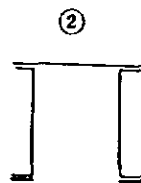
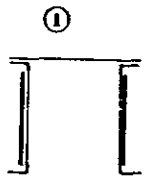


$\ell = 60 m$



$\ell = 80 m$

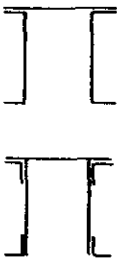
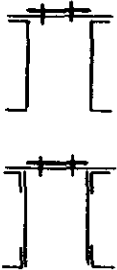
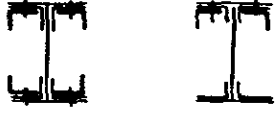
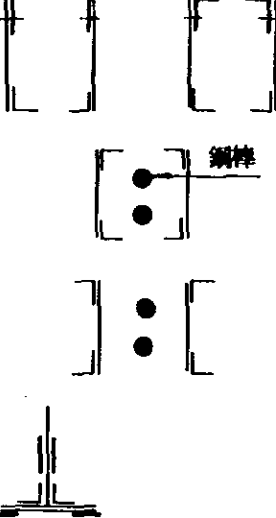
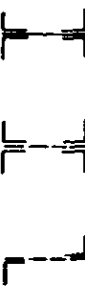
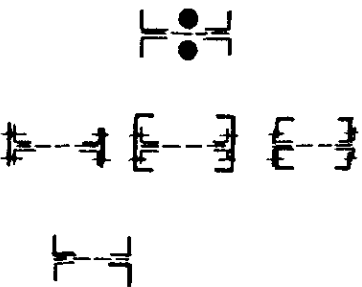
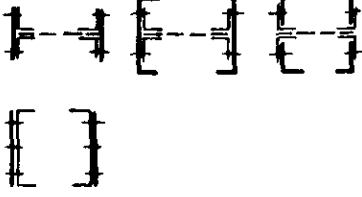
##### (2) 補強方法の種類

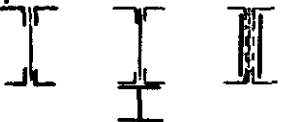


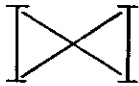
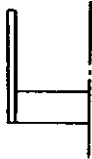
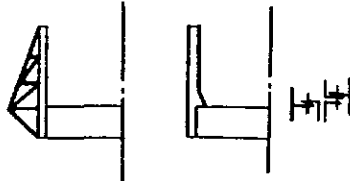
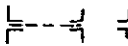
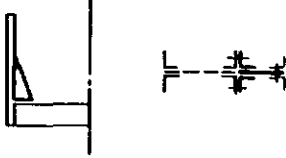
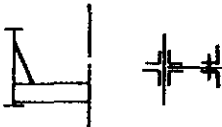
②の方法は、既存のレーシングバーを撤去しなければならず、工事量が増えるので適当でない。

①及び③の方法は、原部材の添接位置での添加部材の処理が必要となるが、添接の数、リベットの切断作業性及びボルト締め作業性等を考慮して③案が最も適当であると考えられる。

图 6.2 標準改良断面図

| 部 材 | 現 断 面                                                                               | 補 強 断 面                                                                               |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 上弦材 |    |    |
| 端 柱 |    |    |
| 下弦材 |   |   |
| 垂直材 |  |  |
| 斜 材 |  |  |

| 部 材        | 現 断 面                                                                               | 補 強 断 面                                                                                               |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 斜 材        |    |                    |
| 主 桁        |   |                   |
| 斜材及び垂直材の補強 |  | <br>注) 座屈長を短かくする |
| 横 構        |  |                  |
| 縦 桁        |  |                  |
| 床 桁        |  | <br>交換           |

| 部 材   | 現 断 面                                                                                                                                                                                  | 補 強 断 面                                                                               |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 縦桁支材  |                                                                                                       |    |
| ニーブレス | ボニートラス<br>タイプ        |    |
|       |                    |   |
|       | プレートガード<br>タイプ   |  |



### (3) 施工方法

- i) 添加部材と原部材の接触面を清掃する。この時、新旧部材の表面間の摩擦係数 (f) としては次の値以上を確保する。

部材緩じ合せ用ボルトに対しては  $f \geq 0.3$

部材の応力伝達用ボルトに対しては  $f \geq 0.4$

- ii) 添加部材と原部材の新孔の位置を合せる為、少くとも 3 本のボルトで仮固定してから他の全ての緩じ合せボルト用の新孔を旧材、新材共に孔明する。
- iii) 原部材の添接部を除いた部分のボルトを本締めする。
- iv) 添接部の旧リベットを切断する。
- v) 新添接板を取り付け、本締めする。

### (4) 注意事項

- i) 添接部分は旧リベット孔を使用する。
- ii) 一般部の緩じ合せボルトの間隔は規定通り板厚の 1.2 倍或いは 150 mm のうち、小さい方の値を越えない範囲で打つ。

## 3-3-2. 端 柱

改良工事としては、応力度及び細長比の過大なものに対する補強工事である。

### (1) 補強対象断面及び補強目的

全て Daydé 製である。

$\ell = 2.5 m$



応力過大

$3.5 m$



応力度及び細長比過大

$5.0 m$



応力度及び細長比過大

### (2) 補強方法の種類

①



アングル

②



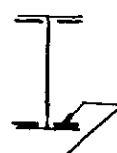
アングル

③



プレート

④



プレート

⑤



チャンネル

⑥



プレート

### (3) 施工方法

- i)  $\ell = 3.5 m$  および  $5.0 m$

応力度及び細長比が過大なので、断面積と剛性の改良を考慮しなければならない。

断面改良として有効でない案 ④および⑥

格点部の取合い構造に問題のある案 ③および⑤。

従って①案、②案が残るが完成後の形状の良い①案を採用する。

$l = 35m$



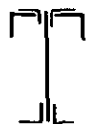
$l = 50m$



ii)  $l = 25m$

この形式は過大応力のみである。

補強方法は i) と同じ案とするが、必要断面積として 4-アングルは必要ないので 2-アングルの下記の形状とする。



#### (4) 注意事項

各形式の原部材断面が異なるが、 $l = 25m$  および  $35m$  については取付けアングルは全て旧リベット孔を利用し、 $l = 50m$  については新穴を孔明する。

順序は次のとおりとする。

i) 部材の清掃

ii)  $l = 35m$  および  $25m$  は旧リベット切断

$l = 50m$  は新孔のボーリング

iii) 高力ボルトの本締め

#### 3-3-3. 下弦材

下弦材の改良工事には腐食及び変形に対する補修工事と過大応力に対する補強工事とがある。

##### (1) 補修工事

###### (a) 腐食に対する補修

下弦材の一般部或いは格点部ガセット裏側で腐食が進行しているものがある。これらについては部材添加或いはガセット板の取換え等を行い、正規の断面積を確保するために補修し、腐食部分には防水を考えて樹脂パテを充填する。

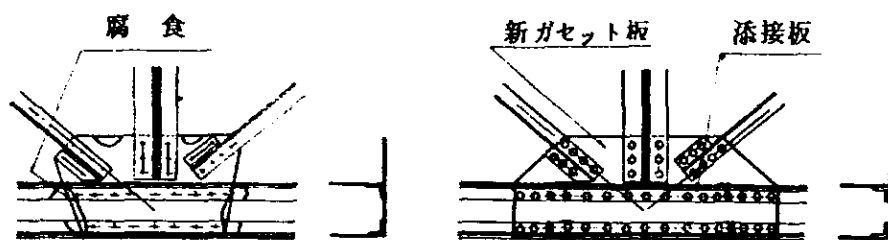
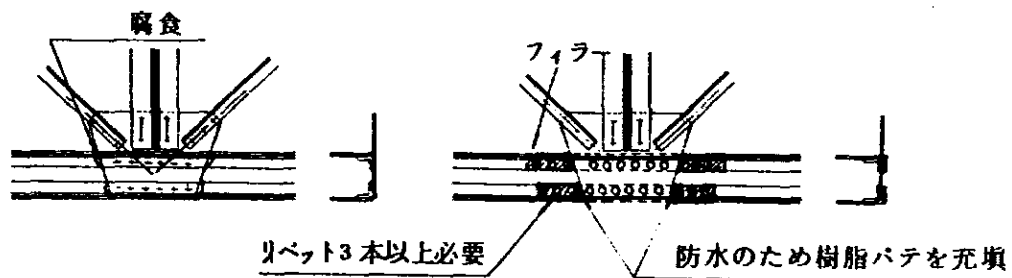


写真 4 参照

(b) 変形に対する補修

格点付近或いは一桁部で腹板が変形を起こしている橋梁がある。



写真 13 参照

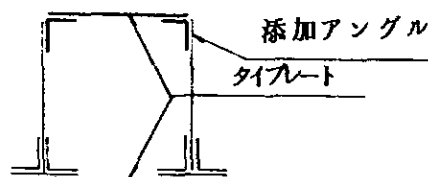
特に目立った橋梁としては、Dayde'製  $l = 80m$  の橋梁がある。この原因として考えられるのは以下の3項目である。

- i) 橋梁架設時に局部的に大きな力が作用した。
  - ii) 何かが衝突した。
  - iii) 二次曲げモーメントにより腹板天端に圧縮力が作用し、局部座屈した。
- 等が考えられる。

i) については、架設当時の資料を集め、どのような施工方法を採用したかがわかれば解決できる。

iii) については、その推定を裏づける目的で、数種類の橋梁について、格点の結合条件を剛結合にして二次曲げモーメントの影響による部材断面応力度を計算した。その結果、応力計算どおり所定の引張軸力が作用していれば、二次曲げモーメントによる腹板天端の圧縮応力度は生じないということが判明した。

しかし、原部材断面の構成からみて、腹板の自由突出高が大きいことにより、腹板天端部が断面として有効に作用しないとなると、二次曲げモーメントにより現在変形を起こしている部分（腹板天端）に圧縮応力度が生じる恐れはある。いずれにせよ、現在変形を起こしている部材については全て変形を直す目的で部材にアングルを取り付け、タイプレートも増加して、断面形状の保持を強化する。特に Dayde' 製  $l = 80\text{ m}$  については、変形を起こしている箇所数が多く、変形量もかなり大きいため、下弦材全長に互り補修を行なう。



$l = 80\text{ m}$  Dayde' 製 下弦材補強断面

## (2) 補強工事

過大応力に対する補強のため新材を原部材断面に添加するが、その方法を分類すると次の2種類になる。

i) プレート又はアングルを原部材に添加する。

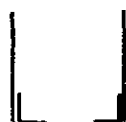
ii) 鋼棒を原部材に添加し、格点付近にて下弦材に碇着させる。

原則として i) 案は、腹板の自由突出高が最大で原断面の構成が好ましくない場合の補強に適用する。

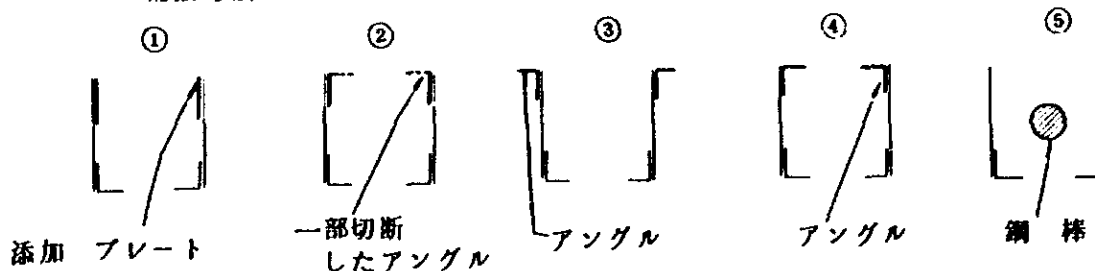
ii) 案は、原断面の構成は満足すべき形状をしているが、作用軸力に対する部材断面積が不足している時に適用する。ii) 案の補強方法は、旧リベットの切断作業や新規のボルト締め作業等、原断面に対して手を加える作業が少く施工が容易であり、かつ、原断面の補強に対して有効な方法である。

(a) Cleveland 製  $l = 30\text{ m}, 40\text{ m}, 48\text{ m}$

補強対象断面



補強方法としては次の方法が考えられる。



③案は格点部にて床桁との取り合いが難しい。

⑤案は原断面の構成が好ましくない場合には適用しない。

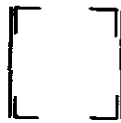
原断面形状から判断すると④案が補強方法として優れているが、 $\ell = 30\text{ m}$ 、 $40\text{ m}$ のように現在の断面の腹板間隔が狭く、構造上取付けが不可能の場合には①案を適用する。

なお、②案はアングルを一部切断して取付ける案であり、①案より補強断面としては優れているが、アングルの加工作業が容易でないので採用しない。

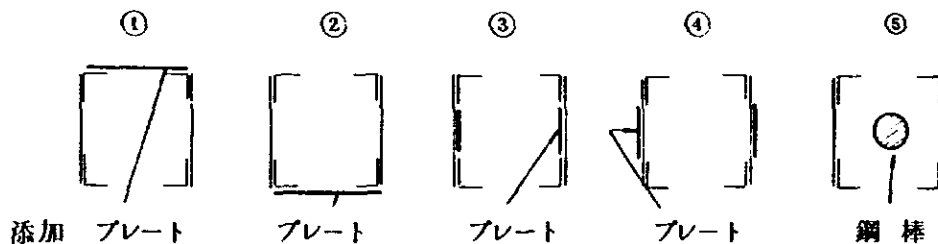
$\ell = 48\text{ m}$  の場合には、腹板間隔も充分であるので、④案を適用する。

(b) Cleaveland 製  $\ell = 65\text{ m}$ 、 $80\text{ m}$

補強対象断面



補強方法としては次の方法が考えられる。



①案及び④案は、格点部の取合い構造上問題がある。

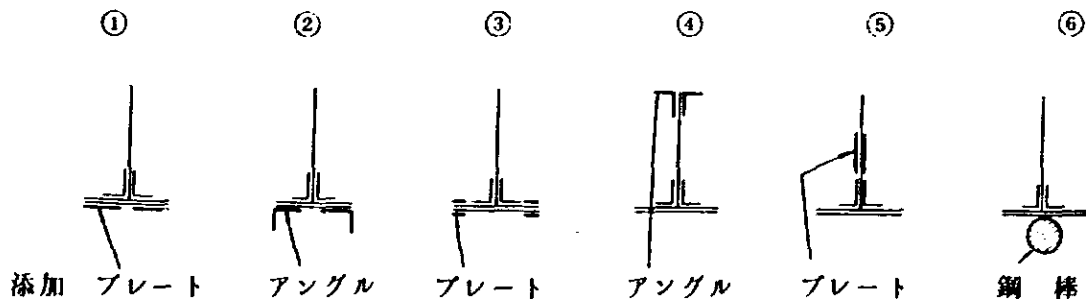
②案及び③案はガセット部或いは添接部の取合いを考慮すれば良いが、先にも述べた理由により⑤案を採用する。

(c) { Dayde' 製  $\ell = 35\text{ m}$   
P & W Mclellan  $\ell = 31.7\text{ m}$

補強対象断面



補強方法としては次の方法が考えられる。



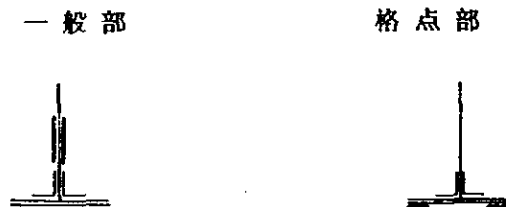
①及び②案は、旧リベット切断量が多くなり、現場作業が増大するので採用しない。

③案は旧リベット切断量を①および②案に比べて $\frac{1}{2}$ にする案であるが、それでも現場作業は容易でない。

④案は腹板の自由突出高が大きいことによる原断面構成の欠点を直す案であるが、格点部で構造上、添加アングルを連続させることが出来ないので、かなり長い区間補強が中断する。

⑤案は④案に比べ補強中断区間が短くなり、また原断面構成の欠点を補なうにも有効である。また、格点部の補強中断区間の補強方法としては③案の方法を使う。

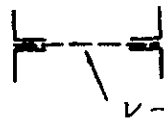
即ち、この形式の補強方法は下図のようになる。



⑥案は現場作業は下弦材への碇着部のみなので、施工面からは非常に良好であるが、原断面の中立軸がますます下がってしまうため断面性能として好ましくないため採用しない。

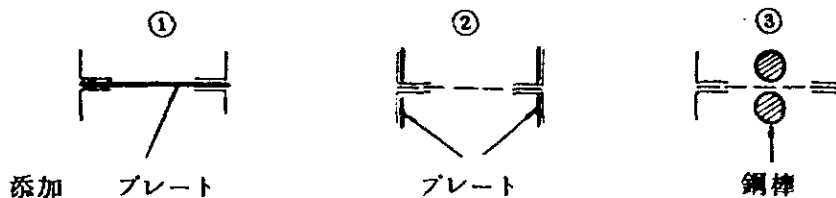
(d) Cleveland 製  $l = 3.5m$

補強対象断面



過大応力に対する補強がある。

補強方法としては、次の方法が考えられる。



①案は既存のレーシングバーを撤去し、プレートに取換える案であるが、現場作業が多いので採用しない。

②案は①案程ではないが、現場作業量が多いので採用しない。

③案は下弦材への碇着部のみレーシングバーをはずしプレートに取り換えて碇着する方法であり、作業も比較的簡単である。従って③案を適用する。

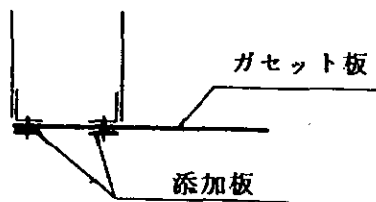
(e) 製作会社不明  $l = 40\text{ m}$  ビントラス

補強は必要でない。

下弦材のピン部に多少のゆるみが認められるので、列車の輸送状況と勘案して、補修が必要と認められた場合には、加熱、冷却により、部材を短縮することにより改善する。

(3) 下弦材の補修工事施工上の注意

(a) 腐食に対する補修工事



- i) 添加板は、添接板の役割りをするので、その緩じリベットの所要本数は少くとも添加材の全強分に相当する本数を打つ。
- ii) 腐食を生じている所は、防水のため樹脂系パテを詰める。
- iii) ガセット板を取換える時、新ガセット板のボルト孔は全て現場合せにて孔明する。
- iv) 使用する連結材としてガセット板を取り換える場合には高力ボルト、又、ガセット板を取り換えない場合にはリベットを用いる。

(b) 変形に対する補修工事

次の調査が考えられる。

- i) 加熱矯正する。
- ii) アングルを添えて、まんりきを使用して矯正する。

本工事においては原則として、ii)の方法を採用するが、必要があればi)の方法も併用する。

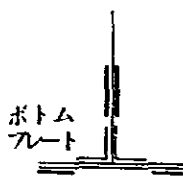
(4) 下弦材補強工事施工上の注意

(a) Cleveland 製



- i) 添加部材の長さは原断面への部材挿入を考慮して格間長以下とする。
- ii) 中間タイプレートは一格間に腹板の上下に2箇所以上取り付ける。
- iii) 添加部材と旧材との緩じボルト用新孔の孔明は、部材相互の孔のずれを防ぐためまんりき等で充分締めつけ固定してから、新材及び旧材を同時に孔明する。

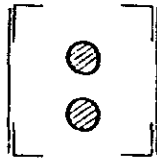
(b) Dayde' 及び P & W Mclellan 製



- 格点部において、腹板への添加材はボトムプレートの添加部材長を短くするため構造上可能な位置まで伸ばす。

(c) Cleveland 製

この形式の補強を行う時の構造上及び思想上の注意点は次の事項である。



- i) 碇着部
- ii) 吊り構造部
- iii) 鋼棒の連絡部
- iv) 鋼棒の締めつけ力

i) 碇着部 (図 6.3 参照)

- ① アンカープレートは  $t = 10 \text{ mm}$  の鋼板を少なくとも 3 枚使う。
- ② 締結ナットはゆるみ防止を考えダブル・ナット方式とする。

ii) 吊り構造部

鋼棒のたわみ及び揺れを防ぐ目的で一格間に少なくとも 2 箇所は鋼棒を吊るためのハンガーを設置する。このハンガーは、原断面に鋼棒を挿入する前に予め入れておき、鋼棒挿入後ハンガーを下弦材に取り付ける。

iii) 鋼棒の連絡部

添加する鋼棒は原部材に中間タイ・プレートがあるため一本ものの鋼棒では挿入できない。従って、格間長よりも多少短めの鋼棒を用い、これと連結するためにカップラーを使用する。

iv) 鋼棒の締めつけ力

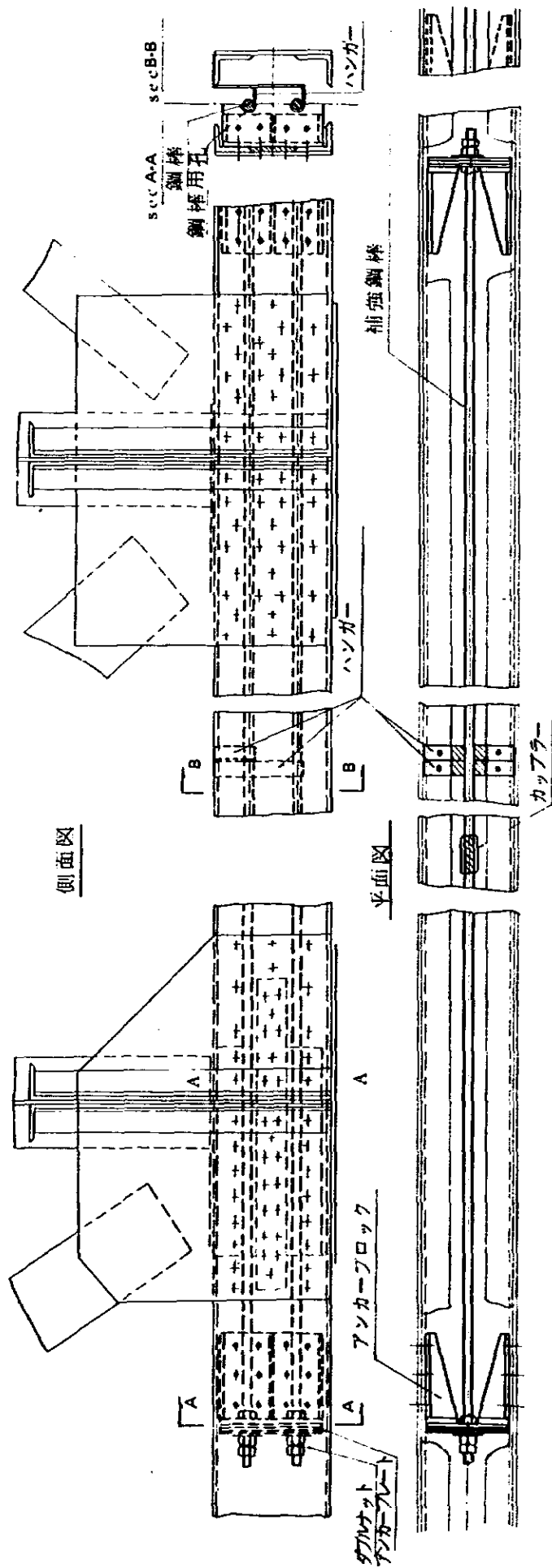
原則として鋼棒にはプレストレスを導入しない。従って、碇着部で鋼棒を固定する時は鋼棒の自重によるたわみが実用上認められなくなる程度に張力を導入する。

(例：直径  $34 \text{ mm}$  の鋼棒に 5 トンの張力を導入すると自重によるたわみは  $4.5 \text{ mm}$  となる。)

尚、この締め付けはインパクトレンチを使用する。



図 6.3



### 3-3-4. 垂 直 材

垂直材の改良工事には変形及び連結リベットの弛緩に対する補修工事と断面応力度  
或いは部材の細長比の過大なものに対する補強工事とがある。

#### (1) 補修工事

##### i) 部材の変形に対して

列車通過時の貨物の衝突によって変形したと考えられる垂直材がある。これらのうち、比較的変形が小さく、また局部的なものに対してはそのままにしておいても問題はないが、東北線560Km+392、40m T.T Dayde'製、南線377Km+210、70m T.T Cleveland 製及び南線497Km+613、35m T.T Cleveland 製等のように部材が甚だしく変形しているものは部材をとり換える必要がある。

##### ii) リベットの弛緩について

全体の傾向として、Dayde'製のトラスの支間中央附近のリベットが弛緩している。これらはリベットに作用する応力度に関係なく弛緩している。

補強方法として弛緩リベットを新リベット或いは高力ボルトに換える。

高力ボルトの交換については、古い鋼材に対する高力ボルトの試験結果によって定めることとする。

同様に補強工事時に旧リベットを切断し新しく打ち換える際の連結材は連結面の清掃が不可能な場所については原則としてリベットを使用することとしたが、試験の結果良好な結果が得られたならば標準図に示されたリベット構造に従う必要はなく、高力ボルトを使っても良い。

#### (2) 補強工事

補強工事を必要とするものの原因としては次のように分類できる。

##### i) 応力度の過大なもの

##### ii) 細長比の過大なもの

##### iii) i) および ii) の混在しているもの

これらに対する対策としては次のようになる。

| 補 強 の 原 因     | そ の 対 策                 |
|---------------|-------------------------|
| ・ 引張応力度の過大なもの | 部材添加                    |
| ・ 圧縮応力度の過大なもの | 部材添加或いは斜材、垂直材間に水平材を入れる。 |
| ・ 細長比の過大なもの   | 斜材、垂直材間に水平材を入れる。        |

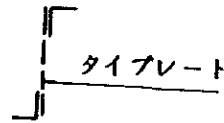
##### (a) 引張応力度の過大な部材に対する補強

それぞれの断面形状に応じてプレート、アングル或いはチャンネル等を添加する。

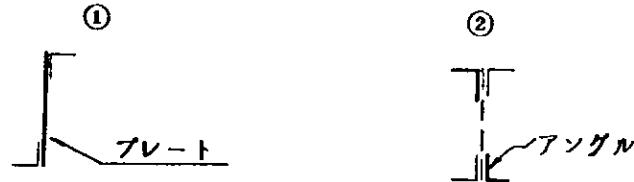
## 補強対象断面

De Vrieco Robbs 製  $\ell = 35\text{ m}$   $50\text{ m}$

原断面形状



補強方法としては次の方法が考えられる。



現場作業は、①および②案とも質及び量の点において大差はないが、補強断面形状としては②案の方が好ましい。

## (b) 圧縮応力度の過大な部材に対する補強

この問題を改良するには次の2方法がある。

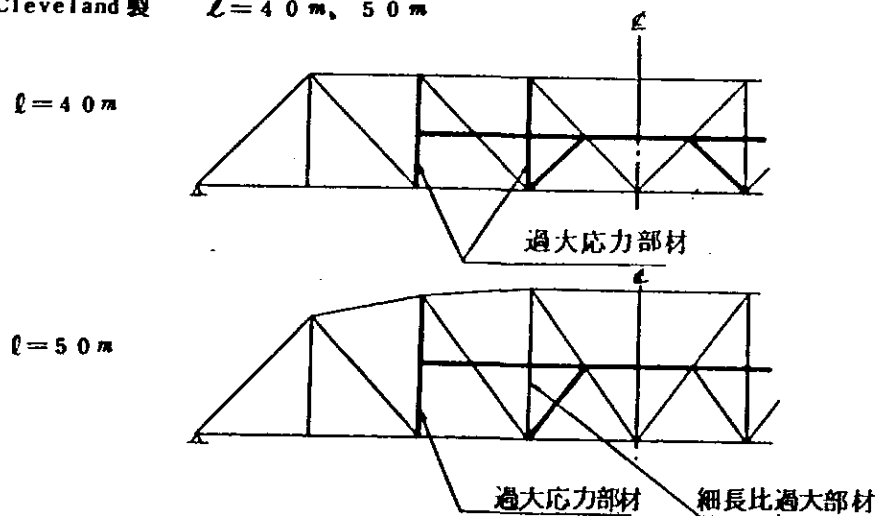
- i) 許容圧縮応力度を上げる。
- ii) 作用応力度を下げる。

即ち i) は(c)で述べる方法(腹材に水平材を設ける方法)により細長比を下げることににより許容圧縮応力度を上げる方法であり、ii) は、部材断面積を増加して応力度を下げる方法である。

ここでは原則として、i) の方法を適用するがこの方法で解決できない場合には、ii) の方法によるものとする。

## 補強対象橋梁

Cleveland 製  $\ell = 40\text{ m}$ ,  $50\text{ m}$



(c) 細長比の過大な部材に対する補強

部材細長比の過大を改良する方法としては、次の2方法がある。

i) 部材断面積を増して剛性を増加させる方法

ii) 斜材及び垂直材間に水平材等を設けて部材の座屈長を短くする方法

補強対象断面

Cleveland 製  $\ell = 48 \text{ m}, 50 \text{ m}$       Daydé 製  $\ell = 80 \text{ m}$

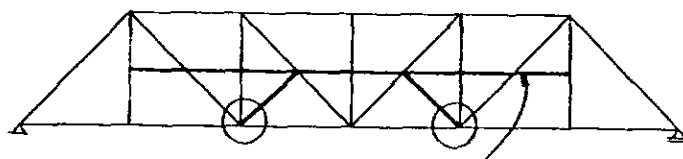


補強方法として、i)、ii)それぞれ次の方法が考えられる。

i) の方法



ii) の方法



となるが、i)、ii) 両方法を比較すると、

- \* 添加部材の数量に差はない。
- \* 現場作業は ii) 案の方が遙かに容易である。
- \* ii) 案で多少注意しなければならない点は上図○印部分の取付け構造部分である。

等により、ii) 案の方法を適用する。

(3) 垂直材改良工事の施工上の注意事項

i) 変形に対する補修工事

取り換え作業としては、変形している部材のリベットをすべて切断し、一部材全部取換える作業と、部分的に変形の影響のある所のみを切断して新部材に取換える作業とがある。

いずれにせよ一時的ではあるが、垂直材を撤去する形になるので、その代わりになる仮材を設けてから工事に入らなければならない。

極めて簡単な方法としては、圧縮力に対しては抗圧縮材を入れ引張力に対しては上弦材から吊る構造が考えられる。

## 2) 補強工事

原断面への部材添加の作業については改めて述べることは別にある。

腹材間に水平材を設ける方法は列車を通し乍ら活線で工事ができ、また、下弦材への取り付け部材はどの格点へ連結しても良いので、一番構造の簡単な格点へ取り付けると良い。

### 3-3-5. 斜材

斜材の補修、補強工事は垂直材のそれとほとんど同様のことが言える。

#### (1) 補修工事

斜材の変形の著しい橋梁もあり、リベットの弛緩についても垂直材の改良工事と同じである。

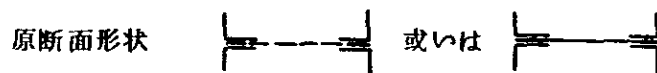
#### (2) 補強工事

垂直材の補強と異なる点は次の事柄である。すなわち過大応力に対して部材添加を考える際、原断面構成に問題があり、部材添加の余地がなく、新規部材に取換えるものがある。

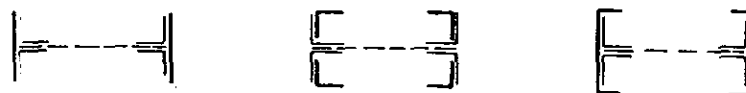
##### 1) 引張応力が過大な部材に対する補強

それぞれの断面形状に応じて、プレート、アングル、チャンネル等を添加する。

a) Cleveland 製  $l=40, 65, 70, 80m$

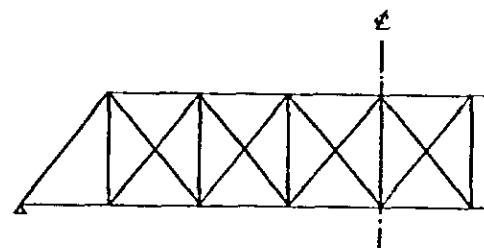


部材添加方法としては、次の方法が考えられる。



これらは個々の格点構造或いは断面構成に応じてそれぞれ適宜選択する。ただし、レーシングバーをプレートにおきかえる方法は旧リベットの撤去作業が加わるので採用しない。

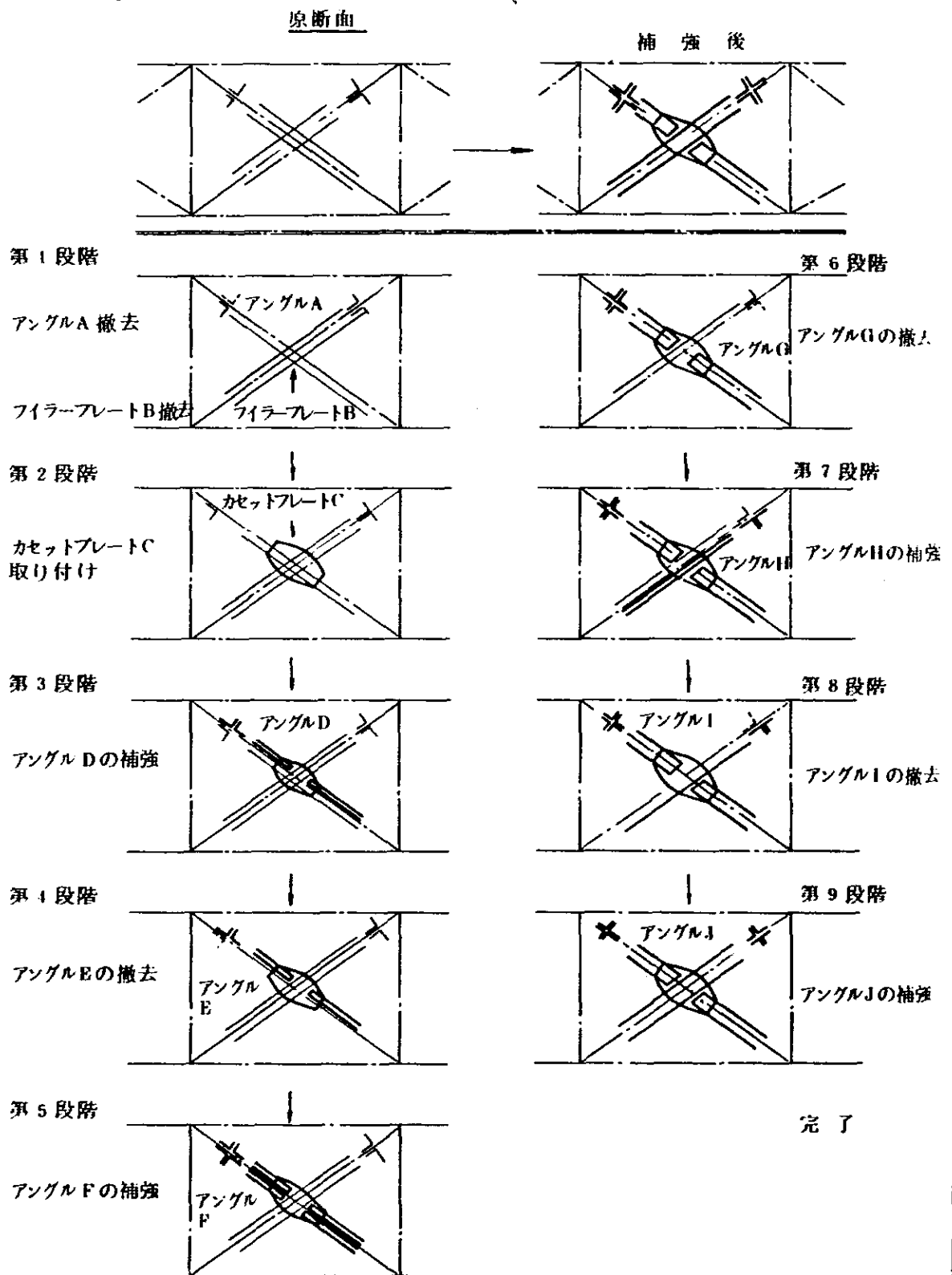
b) Dayde' 製  $l=25, 30, 35m$



ダブル・ワーレントラス形式

ほとんどの斜材の応力が過大で、且つ細長比も相当大きい。この形式につい

図-6.4 Dayde'製ダブルワーレントラス斜材の補強方法



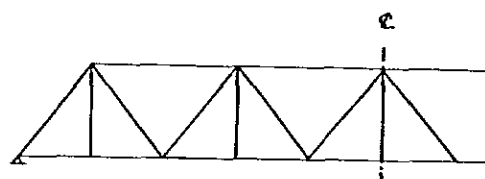
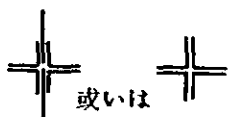
ではダブルワーレントラス形式をブラットトラス形式に構造系を変えることの検討を行った。しかし、経済性（新規必要部材の数量）および構造系を変えることによる部材の歪みが構造全体へ及ぼす悪影響等を考慮してとりやめ、現形状のまま、次の方法により補強工事を行う、

補強部材の施工順序を考慮し、元の構造系を効果的に利用することにより活線のまま補強工事を完了する。

即ち、改良工事の際図-6.4のように、一格間内にいずれか一方の斜材を残しておくことを条件にして、荷重制限および速度制限を行えば活線のまま原部材の取り外し及び補強が行える。

c) Dayde' 製  $l=40, 50m$

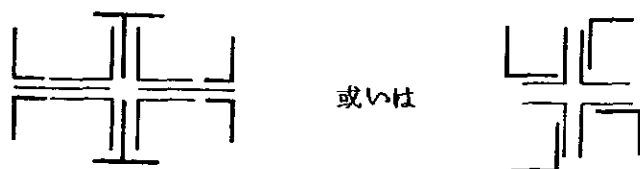
原断面形状  
及び構造系



b) 同様、ほとんどの斜材の応力或いは細長比が過大となっている。

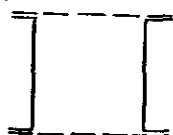
構造系及び格点部の構造上、旧材を撤去して元の使用断面より大きな断面に取換えることができないので、断面形状はb)と同じであるが、部材添加により補強工事を行う。

補強断面

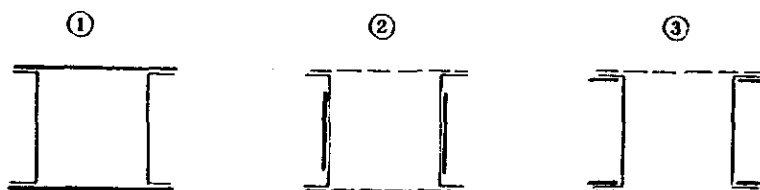


d) De Vries Robbe 製  $l=30, 35m$

原断面形状



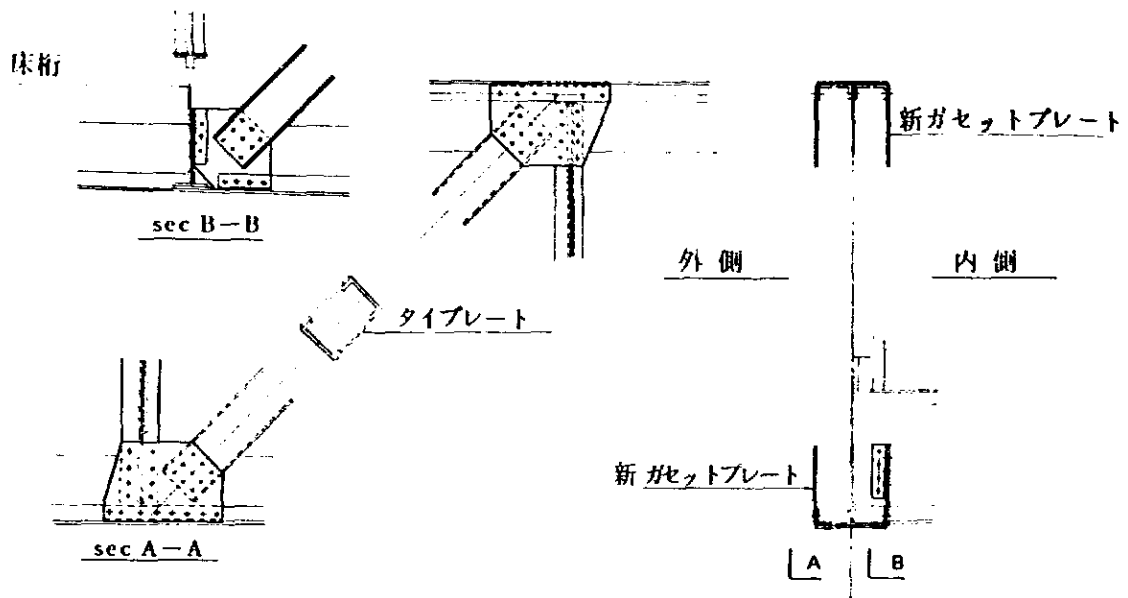
補強方法としては、次の方法が考えられる。



現場作業量及び原断面の応力が超過している量を考えて②の方法を適用する。

e) P & W Mclellan 製  $l=25.5, 31.7m$

ほとんどの斜材の応力と、細長比が過大になっている。原断面構成に問題があり、部材添加の余地がないので、下図のように新ガセットプレートをつけ加え、新しい斜材を取付ける。

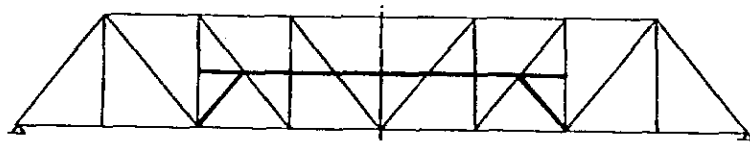


## 2) 細長比の過大な部材に対する補強

部材の座屈長を短くする目的で腹材間に水平材を設置する。

Cleveland 製  $\ell = 30, 35, 40, 48, 50, 60 m$

Dayde' 製  $\ell = 80 m$



一例 Cleveland 製

$\ell = 40 m$

## 3) 圧縮応力度の過大な部材に対する補強

Dayde' 製  $\ell = 80 m$  は腹材間に水平材を設けることにより、部材の座屈長が短くなり、原断面の許容圧縮応力度が高まり、応力度の超過が解決される。

Dayde' 製  $\ell = 25, 30, 35, 40, 50 m$  については、部材添加或いは新規断面に取換える。

## (3) 斜材改良時の施工上の注意

### 1) 補強工事に対して

#### a) Cleveland 製 $\ell = 40, 65, 70, 80 m$ の部材添加

新部材を添加する際、格点部の旧リベットは全て切断することになるが、リベット切断開始から添加部材のリベット打ち完了迄を短時間のうちに完了することは無理なので、リベットが取除かれてから添加部材を当て、格点部のみ



ベット或いは高力ボルトに打ち換える。この時これらの孔は事前にあけておき、新旧部材の緩じボルト用孔については格点部の連結が終ってから新旧部材同時に孔明する。

b) Dayde' 製  $l=25, 30, 35m$

\* 連結材は全て高力ボルトを使用するので、旧ガセット部の清掃はすみやかに行う必要がある。

\* 高力ボルトに換えることにより格点部の高力ボルトの本数はリベットに比べて同数とする必要はないが、旧リベット孔はすべて高力ボルトに換える。

これらの孔の位置は特に事前に方法を調査しておく必要がある。

c) P & W McLellan 製  $l=25.5, 31.7m$

旧斜材を補強工事のために手を加えることはなく、原部材の垂直材のガセットプレートを更新し、その後で新しい斜材を取り付ける。

従って、新ガセットプレート取付けのための弦材のボルト孔は予めあけておく。

### 3-3-6. 橋 門 構

橋門構の補強は次の通りである。

i) 柱或いは支材の応力度及び細長比の過大なものに対する補強。

ii) 隅角部の綾構の取換え

i) については過大細長比に対する補強は部材長全体にわたって部材添加をするか、或いは新部材に取換える。

過大応力に対する補強については応力度の超過している区間のみを補強する。

(1) Dayde' 製について

現橋では端垂直材に橋門構があるが、構造上は、端斜材内に入れた方がよいので、そちらへ橋門構を移すことを検討した。しかし、構造的に無理があるため、現状のまま補強を行う。従って、これに伴い下ラテラルの中1格間は橋門構からくる上横構の反力にも充分耐える構造としなければならない。

隅角部の補剛材は、原断面が図 6.5 の形をしているが、⊕印部分の緩じリベットの間隔が大きいことと、建築限界にも余裕があること等により図 6.6 の形に取換える。

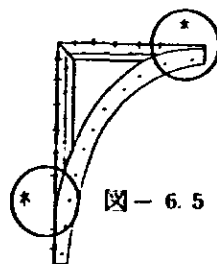


図- 6.5

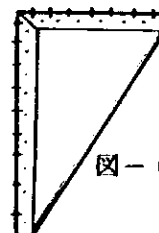


図- 6.6

(2) Cleveland 製について

局部的に過大応力を生じている橋梁があるので、部分的にプレートを追加して補強する。

補強対象断面



3-3-7. プレートガーター

プレートガーターの補強、補修工事には次の項目がある。

- 補修
- i) 沓がない橋梁がある。
  - ii) 沓付近の主桁、床桁下フランジの腐食
  - iii) 縦桁支材の連結リベットの弛緩
- 補強
- i) 主桁の過大応力
  - ii) 腹板の変形
  - iii) 対傾構の構造的欠陥

(1) 補修工事について

1) 沓

沓がなく、ベアリング・プレートのみで橋台の上にじかに橋桁をおいている橋梁がある。橋長が20m程度の橋梁なので、小判型沓を設ける必要がある。

2) 沓付近の腐食

沓付近の主桁、床桁の下フランジが腐食を生じている橋梁がある。これは、沓の補修作業と同時に補修する。その方法は、新部材を添加するか、旧部材の一部を切断し、新しい部材に取換える等の工事である。

3) 縦桁支材の弛緩リベット

後に記述する。

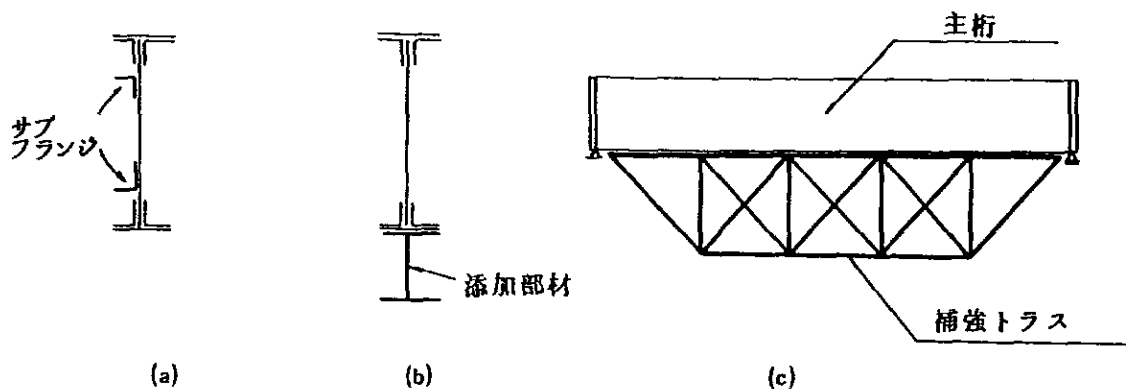
(2) 補強工事について

1) 主桁の過大応力

次の3種類の補強方法が考えられる。

- a) 主桁の腹板にサブ・フランジ・アングルをつける。
- b) 下フランジ下側に部材を添加して断面性能を増加させる。
- c) 主桁下側にトラスを組んで補強する。

等があるが、原断面の過大応力を生じている量或いは施工の規模を考慮してa)案を採用する。



## 2) 腹板の変形

腹板が変形している橋梁がある。これは、垂直補剛材間隔が広すぎるのも原因であるので、補修を兼ねて垂直補剛材を追加して補強を行う。

## 3) 対傾構の構造的欠陥

原部材の対傾構には脚長の短いアングルが図 6.7 の形でしか構成されていないので、図 6.8 のように補強する。

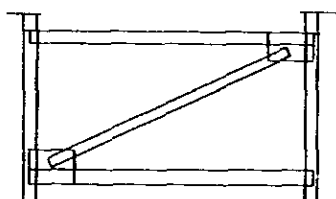


図 - 6.7

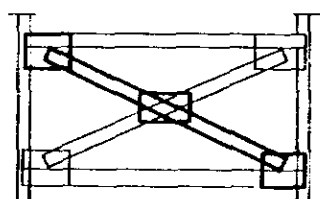


図 - 6.8

## (3) 施工上の注意

### 1) 主桁の補強

- \* 添加するサブ・フランジ・アングルを取付けるのにじゃまになる腹板の外側の垂直補剛材を撤去し、新材と旧材の間を清掃する。
- \* 添加アングルを添え、少なくとも3箇所ボルト締めして固定してから、新旧部材同時に緩じボルトの孔明をする。
- \* 元の垂直補剛材位置に新しい垂直補剛材をフィラーを添えて取り付ける。

### 2) 腹板の変形

垂直補剛材を追加する時、添加アングルの端部を折り曲げる作業を省くため垂直補剛材の裏側にフィラープレートを当てる。

3) 沓付近の桁下フランジの補修

- ・ 主桁をジャッキであげて、工事に必要な高さを確保する。
- ・ 補修方法としては床桁の補修と類似しているため床桁の項参照。

4) 沓の補修

後述する（沓の項参照）。

3-3-8. 上 横 構

応力度及び細長比の過大なものに対する補強工事がある。

補強方法としては、次の方法がある。

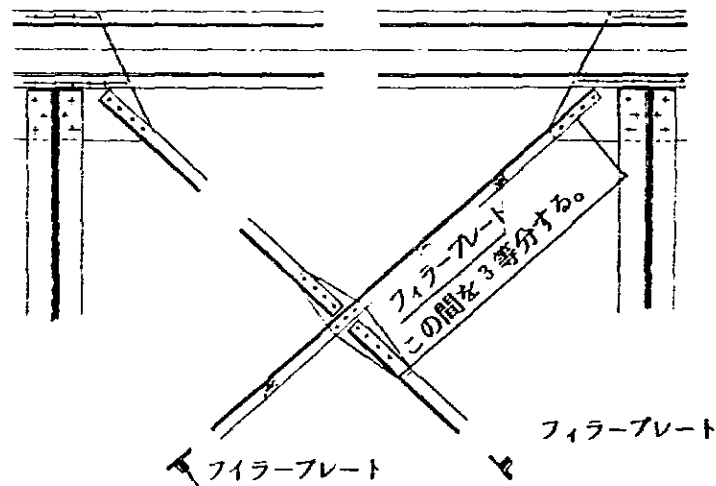
- i) 原部材にアングルを添加する。
- ii) 原部材を新しいアングル或いはカット、ティー型鋼に取換える。
- iii) 横構部材の交差する部分のガセットプレートに補強する。

施工上の注意

- ＊ 横構部材の主構への取り付けガセットは可能な限り旧ガセットプレートを利用するが、連結ボルト本数が不十分になる時には新ガセットプレートにとりかえる。
- ＊ 旧横構部材に部材を添加する場合、新旧部材間に挿入するフィラー・プレートはガセット・プレート間を3分割する程度に入れる。（下図参照）

3-3-9. 下 横 構

上横構とほぼ同様であるが、縦桁の下フランジと下横構との連結はやめ、縦桁の中央の支材からハンガーにて下横構を吊る構造とする。



3-3-10. 床 桁

(i) 補強、補修について

床桁各構成部材の補強、補修は次のように実施する。

| 部 材       | 断面不足による補強の場合                                | 腐食による補修の場合                                          |
|-----------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| カバー・プレート  | 該 当 な し                                     | 一枚全部取換える                                            |
| フランジ・アングル | 下フランジの下側に部材を<br>添加して断面性能を増加す<br>る（図 6.9 参照） | 全 左<br>或いはフランジ全体を取<br>換える<br>腐食の状態に応じて補修<br>板をとりつける |
| 腹 板       | 該 当 な し                                     | （図 6.10、図 6.11 参照）                                  |

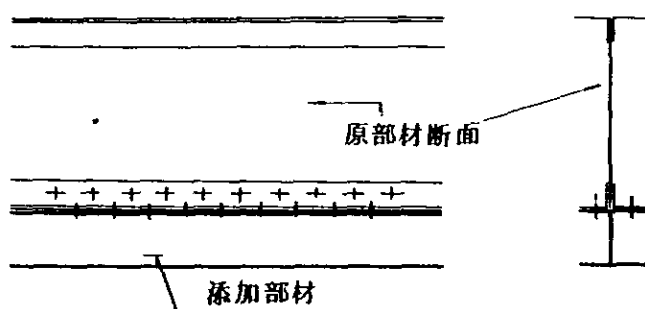


図 6.9

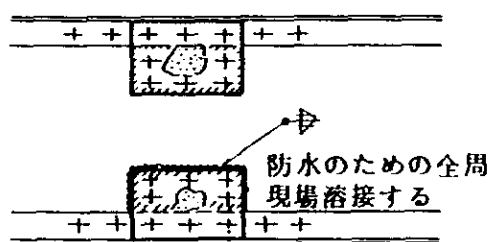


図 6.10

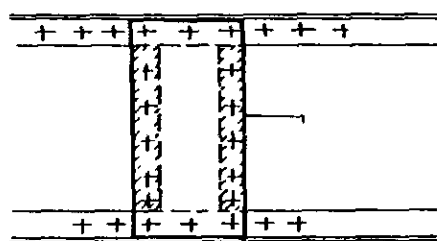


図 6.11

## (2) 施工の条件

床桁の補修、補強工事を実施する際には、少くとも 2 時間の列車間隔が確保できるものとしその間を利用して工事を行う。

## (3) 端床桁の扛上装置

支承の補修を考えて、端床桁に対して何らかの改良工事をする時は、床桁の腹板

に補剛材のアンクル等を取付け、予め扛上の可能な構造にしておく。

(4) Dayde' 製の上フランジ・カバープレートと縦桁の連結ボルトについて

この型式では、床桁の上フランジ・カバープレートと縦桁の上フランジをリベットで連結しているが、縦桁を連続形式として連結するためには、可成り多くのリベットを必要とし、現状では当然リベットが弛緩する。

縦桁は単純桁として考えているので、この締結リベットは必要ないが、防水と防錆を考慮してスプリング・ワッシャー付きボルトにとりかえる。

(5) 主構との連結リベットの補修

この工事を行う時は、床桁の自重及び縦桁からくる死荷重反力を支持するため次の方法を採用する。

- 1) 上弦材を利用してワイヤー等で床桁を吊る。
- 2) 作業足場を兼ね、仮床桁部材を設ける。

(6) 汚物カバー

列車から排出される汚物に対する防護を目的として各床桁には、個々の橋梁の位置条件等より、次の方法のうちいずれかの方法を採用する。

1) 防錆処理を処した薄鋼板を取付ける。図 6.12

このプレートは、橋の塗料の塗り替え時毎にとりかえる程度の厚さのものを使うこと。

2) 塗料を厚塗りする。

3) 汚物の当たる頻度の低い所では、塗料の薄塗りをする。

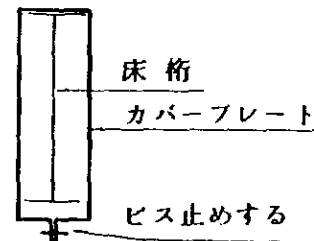


図 6.12

3-3-11. 縦 桁

縦桁に関連する補強、補修箇所としては次の3箇所がある。

- i) 縦桁断面
- ii) 縦桁と床桁の連結部分
- iii) 縦桁の支材

(1) 縦桁断面の補強、補修

原則として、過大応力が生じているものに対しては、腹板にアンクルを添加するが、I 桁を製作するものもある。

補強方法は下図のようになる。



上フランジが過大応力を生じているもので、縦桁の横構がない場合。



上と同様であるが、縦桁の横構が入っているため内側にアングルをつけられない場合。



上、下フランジともに過大応力が生じていて、かつ縦桁の横構が入っている場合。

## (2) 縦桁と床桁の連結リベットの補強、補修

この改良工事箇所としては縦桁の腹板部分と床桁の腹板部分の2箇所に分けられる。

### 1) 補強、補修方針

#### a) 縦桁のウェブ部分

- i) 現状のリベット孔を利用して、新リベット或いは高力ボルトに換える (図 6.13 参照)。
- ii) 連結プレートを添加して、連結材の本数を増やすリベット或いは高力ボルトを使用する (図 6.14 参照)。

#### b) 床桁の腹板部分

現状のリベット孔を利用して、新リベット或いは高力ボルトに換える。

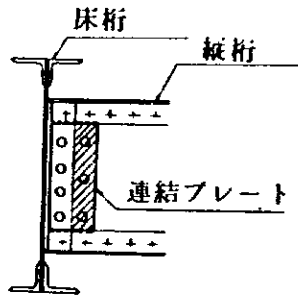


図- 6.13

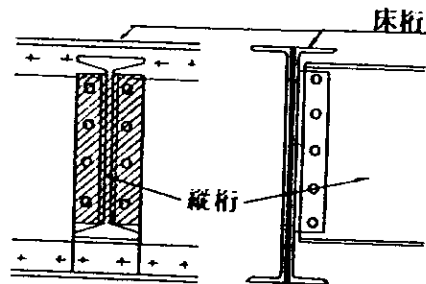


図- 6.14

## 2) 施工方法として、次の方法が考えられる。

### a) 床桁の改良工事同様、2時間の通過列車間隔の間合を利用して工事を行う。

この方法の時は、縦桁、床桁の腹板部分の双方に高力ボルトの使用が可能である。

### b) 床桁からブラケットを出す方法

Dayde'製の中で縦桁と床桁の間にある程度余裕のある構造のものは、床桁に

ブラケットを取付けて縦桁を支持することも可能である。(図-6.15 参照)

この方法では部材間の清掃が不可能のため高力ボルトは使用できない。

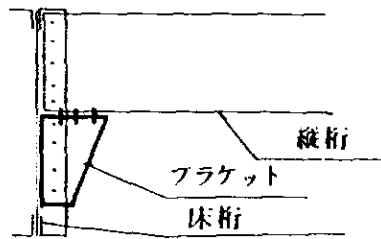


図 - 6.15

c) 縦桁と床桁との間隔が少ない場合

縦桁下フランジ下に充分余裕がなく、b) 案が採用できない場合には、図-6.16 のように、縦桁の端部にダイアフラムを設け、床桁からはブラケットを出して縦桁を受けることも可能である。

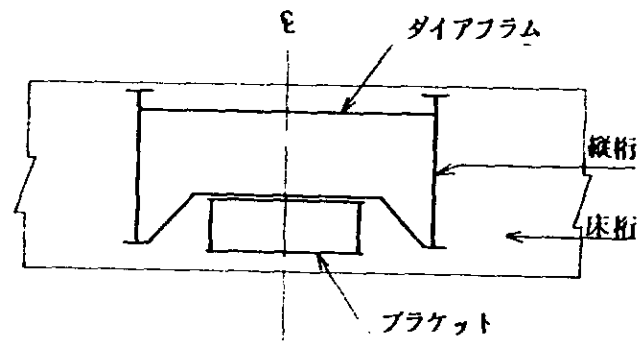


図 - 6.16

(3) 縦桁の支材

既設の支材は、殆どどのものが構造的に欠陥があるので、新しい支材に取換える。

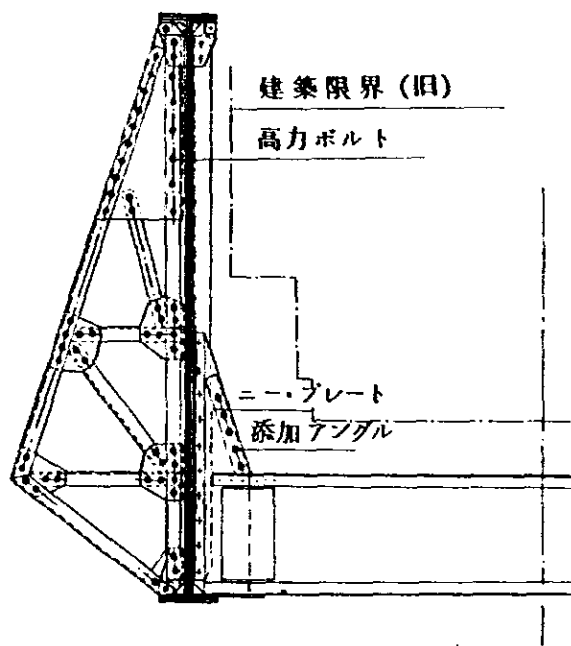
構造としては縦桁の腹板の高さに応じてチャンネル型鋼或いはトラス構造のものを取付ける。その位置は縦桁の支間長に応じて1組或いは2組取付ける。

3-3-12. ニーブレース

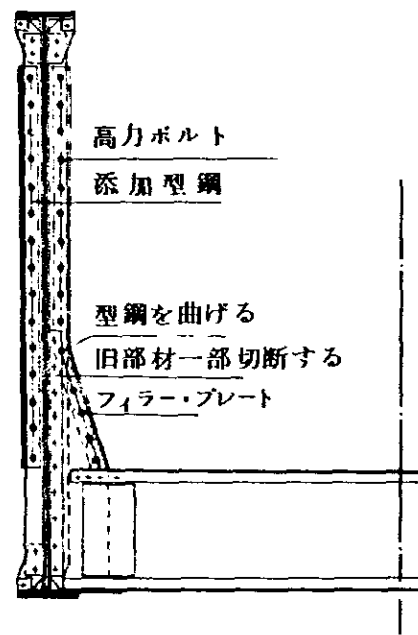
(1) Dayde' 製 ( $l=25m, 30m, 35m$ )

これらのニーブレースは明らかに横方向の剛性が不足しているので図-6.17のような補強を行う。





橋側歩道のない場合



橋側歩道のある場合

図 - 6.17

(2) Cleveland 製 (  $l=30m$  )

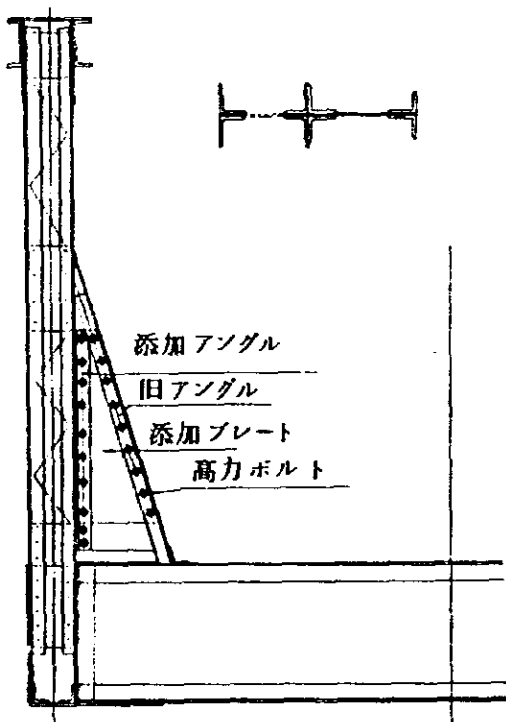


図 - 6.18

このタイプのニー・ブレースはアングル 1 本だけの構造物であるので、図 - 6.18 のように腹板を入れて補強する。

3-3-13. ブレーキトラス

レール及び縦桁を介して入ってくる橋軸方向の力をすみやかに主構に流すためのブレーキトラスが現橋架にはないので、新規に取付ける。

70 m 以下の橋梁には支間中央に1組

80 m の橋梁には支間を2分割する位置に1組とりつける。

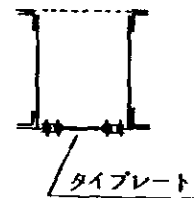
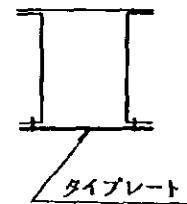
#### 3-3-14. タイブレート及びレーシングバーの補強

補強、補修方針は次のようにする。

- i) 原則として、各部材の格点付近には端タイブレートを取りつける。
- ii) 下路トラスの下弦材は引張部材ではあるが、タイブレート数が少ないので、少なくとも1格間には2箇所以上中間タイブレートを設置する。
- iii) 圧縮部材にはレーシングバーが入っているが、既往の断面が充分でない時は所々レーシングバーを外し、タイブレートにおきかえる。

この時タイブレートを挿入するため少なくともこのタイブレートに隣接するレーシングバーのリベットは一旦切断して、タイブレートの挿入を容易にする。

- iv) 原断面の構成によってはタイブレートの取付けボルトを複セン断型式にしてタイブレートの長さを小さくすることも可能である。



#### 3-3-15. 沓の補修

沓の変状の種類をあげると主に次のように分類できる。

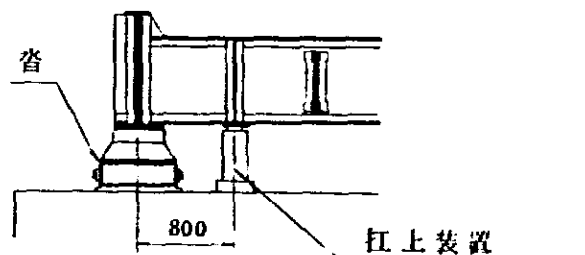
- i) 可動沓のローラーが不揃いになっているもの
- ii) 上記ローラーが逸脱しているもの
- iii) 沓座の施工が悪いもの

i) については橋体を扛上し、ローラーの不揃いを正せば良い。  
ii) および iii) については橋体を扛上してから、一担沓を撤去し、仮受材で橋体を仮支持して列車を通過させ乍ら工事を行わなければならない。

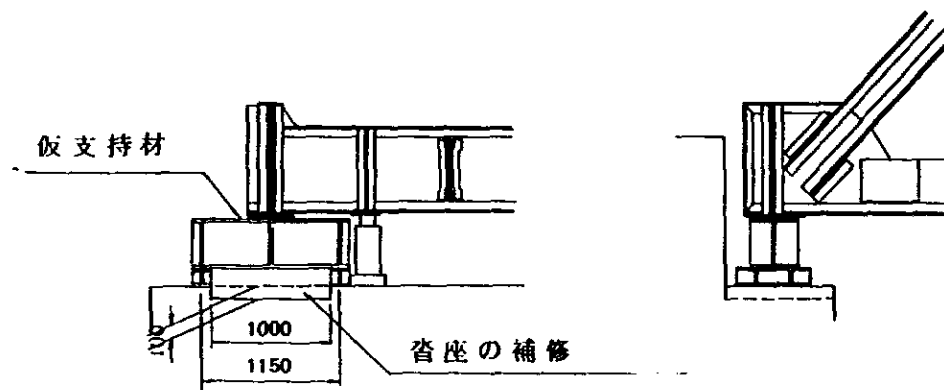
ii) についてはローラーの位置を整え、下沓を補修する。

iii) については沓座の施工をし直し、無収縮モルタル等を使用して補修する。

i) に対して



ii) および iii) に対して



## 第Ⅶ章 架換えを考慮した橋梁

## 第Ⅶ章 架換えを考慮した橋梁

### 1. 対象橋梁

入線する列車荷重に対し、耐荷力の不足するもの、腐食の著しいものおよび構造的な欠陥を有するものに対して補修、補強案と比較するために新橋架換え案を概略設計し、費用を算出した。なお、支間35m以下のものはプレートガーターを、又、35mを超えるものはトラス橋とした。

一応、対象として選んだ橋梁は表7-1に示すとおりである。

表 7 - 1

| 番号 | 路線名   | キロ程     | 支間     | 型式  | 製作会社           |
|----|-------|---------|--------|-----|----------------|
| ①  | 南 線   | 77+844  | 1×25.5 | T.T | P & W Mclellan |
| ②  | "     | 120+195 | 8×20.8 | T.T |                |
| ③  | "     | 153+788 | 1×16.0 | T.P |                |
| ④  | "     | 469+428 | 1×25.5 | T.T | P & W Mclellan |
| ⑤  | "     | 993+501 | 1×30.0 | T.T | Dayde'         |
| ⑥  | 北 線   | 70+886  | 2×31.7 | T.T | P & W Mclellan |
| ⑦  | "     | 577+622 | 1×30.0 | D.T |                |
| ⑧  | 東 北 線 | 323+816 | 1×30.0 | T.T | Dayde'         |
| ⑨  | "     | 536+969 | 1×25.5 | T.T | P & W Mclellan |

注) T.T 下路トラス

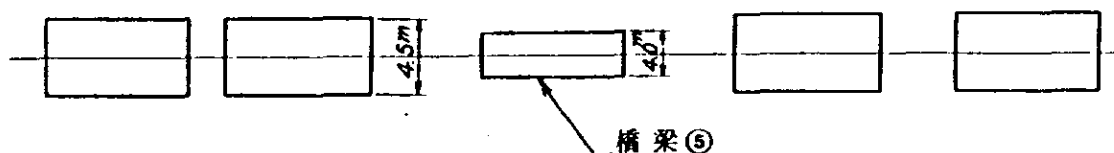
T.P 下路プレート・ガーター

D.T 上路トラス

### 2. 架換えの要因

①、②、④、⑥それに⑨は何れも入線する列車荷重に対し、特に耐荷力が不足している。特に②は図5-1に示されている様に耐荷力がいちぢるしく不足している。また、これらの橋梁は19世紀の終りに製作されている。③は主桁中心間隔が3.49mと非常に狭く、列車運行上に支障をきたすと考えられる。⑤は図7-1に示される様にDayde'製の橋梁でそれはCleveland製の橋梁の間にはさまれている。Cleveland製のものはDayde'製のものより主桁中心間隔が広いので旅客に対して非常に危険である。

図 7 - 1



⑦は下弦材の幾つかの部材及び床組のほとんどが強度不足である。またトラス端部が橋台胸壁に当たっている。これらを考慮した補修、補強工事費は新橋に架換えた場合と比較すると高くなる。したがって新橋に架換える方が望ましい。

⑧は斜材のほとんどが強度不足である。それに現地の地形ではこのような支間の橋梁を必要としないと思われるので、小さなコンクリート構造物と盛土とを併用させたものに換えた方が望ましい。

### 3. 設 計 要 旨

- 3.1 架換えのため、新しく設計した橋梁は溶接を用いて工場で組み立てた部材を現場に運送した上、高力ボルトで連結する方式を採用した。
- 3.2 陸揚げ後の貨車輸送を考慮し、部材の最大寸法を高さ2.3m、巾3.2m、長さ12m以内におさえた。なお架換に当っては原則としてジンボールまたは杭打機を改造した捲上機を用いて吊上げられるよう、部材の最大重量を5t程度におさえて継手を設けた。
- 3.3 架換のために、新しく設計した橋梁は日本国鉄の鋼鉄道橋設計示方書(附録Ⅰ)を使用した。
- 3.4 ロングレール縦荷重として1軌道あたり1ton/mを考慮し、枕木はボルトを用いて縦桁または主桁の上フランジに締結することにした。
- 3.5 主要部材には、JISG3106(溶接構造用圧延鋼材)およびJISG3114(溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材)のうち、主として41キロ鋼を使用し、接合材料にはJISB1186(摩擦接合用高力六角ボルト、六角ナット、平座金のセット)のうちF10TのM22を統一して用いることにした。
- 3.6 保線を含む構造物の保守を容易にするため、橋側歩道を原則として片側に設けた。また、実態調査の報告に述べてあるように、ローラーが変位したり、沓座の損傷したものがあるものを考慮し、これらの保守を容易にするため扛上装置を設けた。
- 3.7 横桁および横構を主桁に取付けるガセットプレートは輸送中の変形を防止するため、予め溶接で主桁に取付けることなく別送し、現地で高力ボルトを用い主桁に取付けることにした。従って主桁の設計には高力ボルト用孔の控除が考慮してある。

### 4. 架換橋梁は附録Ⅳに示される様に原則として横取り工法によった。

使用機材および、クレーン運搬具などの機器は現地で調達可能で且つ現地の作業者の扱い慣れたものを考慮した。

## 第Ⅷ章 工事計画

## 第Ⅷ章 工 事 計 画

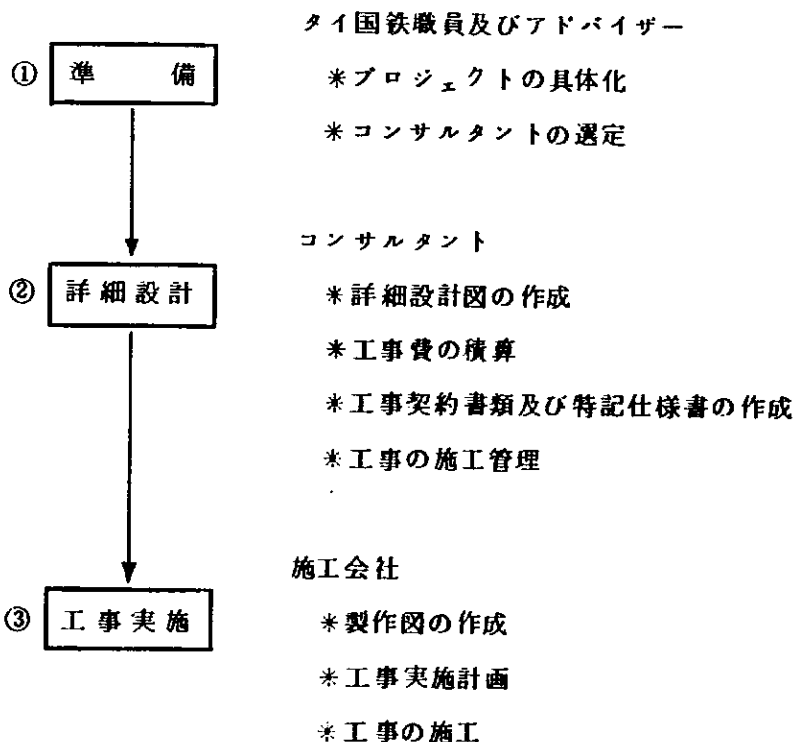
### 1. 実施計画作成方針

改良工事の実実施計画作成に当って、主に技術的な観点から次の事項に沿って説明する。

- (1) 列車運行の安全性
- (2) 他の軌道近代化計画との関連
- (3) 工事中の列車の運行支障
- (4) 列車頻度と改良工事の効果
- (5) 工事の能率

工事期間は工事費の積算上一応5ケ年と仮定した。しかし、これは最終的にはタイ国鉄道の計画方針に沿って延長されことも考えられる。

改良工事の実施に当って次の3つの段階を考える。



#### 1-1. 列車運行の安全性について

現在、営業路線上のかなりの橋梁は、著しい腐食、変形等により、耐荷力が低下しており、そのまゝではやがて列車運行に対し、危険な状態になるので、これらの橋梁の改良を最優先にすべきである。

ある橋梁の改良の優先度が高く、工事が始められる場合、その前後あるいはすぐ近くにある橋梁は、たとえその橋の劣化の程度が小さくても工事の能率向上や工事中の速度



制限を少なくするなどの見地からあとにまわさないで同時に施工するのが望ましい。

このプロジェクトの実施をまたず、緊急に補修を要する橋梁もあるが、それらの工事は当面限られ部材についてのみ実施されれば良い。例えば北線70km+880の橋梁は、少くとも下横構が補修、補強されれば良い。

#### 1-2. 他の軌道近代化計画との関連

現在、タイ国鉄道には、834橋の木橋がある。この中、240橋は1977~1981年の間に架換えられることになっているが、鋼橋の改良計画と木橋の架換え計画は密接に関連づけて考えなければいけない。

#### 1-3. 工事中の列車の運行支障

補修、補強の方法はなるべく、列車の運行に支障を来たさない方法を選ぶべきである。

架換えて構取り工法を採用する場合、列車の運行制限を必要とするのは極く短期間であり、あまり他の施工箇所との関連を考慮する必要はない。

一方、補修、補強については、その方法により、工事中の作業員の安全を守るため、一定の列車間隔を確保する必要があるし、その上、荷重制限や速度制限なども要求されるなど、列車の運行規制を要する場合がある。この場合、全線区に分散して工事を行なうと、いたるところで列車の速度が制限されることになるので、出来るだけ集中して工事を行ない、速度制限区間を少なくすべきである。

#### 1-4. 列車頻度と改良工事の効果

改良工事はある路線あるいはある線区が改良されればそれだけでも効果があり、又、列車頻度が高い線区、及び改良すべき橋梁の少ない線区が能率が良く効果が高い。この観点から、工事は線区毎に集中して行なう方向で計画すべきである。

#### 1-5. 工事の能率

工事の能率の面から

(1) 同型式、同スパンのものをとりまとめて施工する。

(2) 工事をなるべく集中して行なう。

などの方法が有利となる。

(1)については、工事箇所を分散する不利はあるけれども、同じ材料や方法が使えるため施工能率があがること及び、品質管理の面からも好ましいと云える。しかし、工事中の列車の速度制限を出来るだけ少なくし、施工管理を容易にするなどの面からは(2)の方法のように工事の集中化を考慮すべきである。結局、夫々の工事箇所毎に両方の長所、短所を勘案して、効率のよい方法を選ぶべきであろう。

## 2. 改良工事の実施計画

前述の基本方針を念頭におき、種々の要素を勘案して、施工の順序を決めることになるが、一応、線別に優先順位をつけると、北線、南線、東北線、東線、支線の順序となろう。

各線別の補修、補強あるいは架換えの橋梁数は表 8-1 に示される。

表 8-1.

|     | 補修及び補強すると<br>仮定したスパン数 |     | 架換えると仮定した<br>スパン数 |     | 計   |
|-----|-----------------------|-----|-------------------|-----|-----|
|     | 本 線                   | 支 線 | 本 線               | 支 線 |     |
| 北 線 | 18                    | 1   | 3                 | —   | 22  |
| 東北線 | 43                    | —   | 2                 | —   | 45  |
| 南 線 | 90                    | 8   | 3                 | 9   | 110 |
| 東 線 | 37                    | —   | —                 | —   | 37  |
| 計   | 197                   |     | 17                |     | 214 |

工事計画立案の前提条件を前述の計画方針に基づいて次のように定める。

- (1) 列車の運行上危険度の高いものを第一優先とする。
- (2) ある年次に工事が集中するのをさける。しかし、最初の年は他の年次より少なめに工事をこなす方がよい。
- (3) 北線は全部で22橋あり、これらの改良工事は早めに終らせる。しかしながら、速度制限区間を少なくするため、改良工事は3ケ年で完了するものと仮定する。
- (4) 東北線は全部で45スパンあり、この中、34スパンがNakon Ratchasima から Ubon Ratchathani までの約300Kmの間にある。この区間に工事が集中し過ぎないように注意し、東北線の工事は3ケ年で完了されるのがよからう。
- (5) 南線は本線のみで95スパンあり、この線では架換えられる予定の木橋が非常に多い。腐食がはげしい橋梁はChumphon 地区とHad Yai 地区に集中しており、この両地区の改良工事が優先的に実施される必要があるが、木橋の架換え計画と充分関連させて、南線の全橋梁は長期間にわたって工事をこなすことになる。
- (6) 東線は現在でも列車の間合が長いので、比較的自由に工事が出来るが、輸送需要が少ないので、全体の作業能力から見て後期に主力がおかれることになる。
- (7) 支線は後期に施工する。

以上の諸点を踏えて、一応、年次別の工事量を表わすと表 8-2 のようになる。

表 8 - 2. 工 事 計 画 案

|         | スパン数  |     | 施 工 年 次      |          |           |             |             |
|---------|-------|-----|--------------|----------|-----------|-------------|-------------|
|         | 補修、補強 | 架換え | 1977         | 1978     | 1979      | 1980        | 1981        |
| 詳 細 設 計 |       |     | ←-----→      | -----    | -----     | -----→      |             |
| 北 線     | 18    | 3   | ← 4<br>(1) → | 8<br>(2) | 6 →       |             |             |
| 東北線     | 43    | 2   | ← 6 →        | 13       | 13        | 11<br>(2) → |             |
| 南 線     | 79    | 3   | ← 9 →        | 17       | 17<br>(3) | 20          | 16 →        |
| 東 線     | 37    | 0   |              |          | ← 13 →    | 13          | 11 →        |
| 支 線     | 20    | 9   | ← 1<br>(1) → |          |           | ← 5 →       | 14<br>(8) → |
| 計       | 197   | 17  | 20(2)        | 38(2)    | 49(3)     | 49(2)       | 41(8)       |
|         | 214   |     |              |          |           |             |             |

## 凡 例

← 4 → 補修、補強するスパン数

← (1) → 架換えるスパン数

注) この計画案は工事費積算のために用いたものである。

## 3. 標準設計の適用

## 3-1. 補修、補強

標準設計は補修、補強すべき橋梁及びその構造部材について数多くの中から代表的なものを選び、その補修、補強の方法を標準設計図として示した。今回の調査の対象である橋梁はスパン長及び構造形式から60種類に分類され、さらに腐食、変形の状態は千差万別である。標準設計はこれらに対する補修、補強の基本的な考え方、方法を示すものであり、具体的には該当する橋の現状を把握し、この標準図を参考にして補修方法を決め、各々詳細図を作成すべきである。

提案した補修、補強の方法は、列車のスケジュール変更や速度制限など列車の運行になるべく支障がないような方法が基本になっている。しかし、一部の横桁の補修等のように部分的には列車の間隔を確保しなければならない場合もある。

補修、補強の方法はスパンの違い、各部材の腐食、変形などの変状の状況、施工現場の条件などによって異なり、標準設計の適用の方法も変る。

標準設計図は、最終的には各条件に対し1案を提示しているが、これは各々数種類の構造又は補修、補強の方法を検討した結果であり、場合によっては図示されていないものが有効な方法となる可能性もある。よって、標準設計の適用に当たっては、補修、補強の説明を十分理解し、その主旨が生かされなければならない。

標準設計は先に述べた現地調査の結果を踏まえ、原設計図あるいは現場スケッチ図をもとに行なっている。しかし、中には現橋と原設計図とが一致しない箇所があるものもある。さらに、腐食の状態は一つの橋の中でも場所によって各々異っている。

したがって、工事実施に当たっては現橋の正確な状態を知るために、詳細な現橋調査が行なわれなければならない。

### 3-2 架換え橋

今回の調査で行なった架換えのための新橋の設計は、概略工事費の算定に必要な程度の内容をもつものである。したがって、工事実施に当たっては、詳細設計が必要である。この設計では橋台や橋脚は現橋のものをを使うことを仮定しているが、それらの中にあるものは原設計図と異った状態にあるかもしれないし、しかもそれらが大きく変位している可能性もある。

## 4. 工事実施のための準備

### 4-1 施工体制

タイ国鉄道が報告書で勧告された事項を実施するに当たって当初の1、2年間技術及び経済両面に関して、1～2名のアドバイザーを受け入れることはタイ国鉄道にとって、有益なことであると言える。

詳細設計、基本的な実施計画、工事の発注準備、工事期間中の施工管理等に関しては適当なコンサルタントを選定し、契約をするのがよいと考えられる。

タイ国鉄道にはこのプロジェクトの他に木橋の架換え計画もあるので、工事期間中を通してこのプロジェクトに多数の技術者をあてることは難しいと考えられる。仮に全工事を5年間という短期間で完成しようとするれば少なくとも常に15ヶ所で工事が行なわれることになり、一人の技術者が2～3ヶ所を担当するとして最少限7人のタイ国鉄の技術者が施工管理に当らなければならない。

短期間にこの管理技術者を養成するのは困難なので工事期間中、これを外部の経験豊かな技術者に委託するのがよいと考えられる。

### 4-2 製作と架設

タイ国内で橋梁製作の能力をもっているのはタイ国鉄道の橋梁工場と民間の工場3社程度と考えられる。しかしいづれも溶接鋼鉄道橋の施工実績はないので、新橋については製作

された桁を輸入するのが無難であろう。

補修、補強用の部材はタイ国内で十分製作可能であるし、橋梁の架設もタイ国内の能力で十分可能であると判断される。当然、補修、補強、架換え工事がタイ国鉄道の直営工事として実施されることも考えられる。しかし、このプロジェクト以外の仕事も消化する必要があり、現在の消化能力ではタイ国鉄の直営工事を大きく期待することは無理で、主体は民間企業の手に移るようになる。

#### 4-3. ま と め

工事実施前に次のような準備がなされなければならない。

(1) タイ国鉄道の職員及びアドバイザーによるもの

- a) 今回の調査で実施された調査内容の照査
- b) コンサルタントの選定

(2) コンサルタントによるもの

a) 現状資料の見直し

- \* 原設計図及び現場スケッチ図
- \* 補修、補強すべき部材の応力計算結果
- \* 基方的な施工方法

b) 現橋の調査

- \* 不足図面の補足調査、スケッチ図の作成
- \* 基本寸法の確認、図面との照合
- \* 腐食、変形状態の詳細調査、写真及びスケッチ
- \* 施工現場状況の詳細調査及び必要に応じて測量

c) 現地調査

- \* 地形測量、支間測量
- \* 橋台、橋脚の寸法及び状態の確認
- \* 輸送経路、方法の調査

d) 補修、補強の実施のための詳細設計、及び架換え橋の詳細設計

e) 基本施工計画

f) 発注のための工事費積算

g) 契約書類及び特記仕様書の作成

h) 施工会社の作成した製作図及び詳細施工計画の照査

(3) 施工会社によるもの

- a) 全部材の細部寸法についての現場と設計図との照合
- b) 必要に応じて工場製作図の作成
- c) 詳細施工計画

## 第Ⅸ章 工 事 費

## 第IX章 工 事 費

### 1. 工事費算出の基本条件

#### 1-1 一 般

今回の調査の対象である214スパンの橋梁はすでに述べたように、すべて何らかの改良が必要である。

現場調査の結果及び応力計算から得られた結果をもとに技術的に判断し、表9-1に示すような分類を仮定して総工事費を算出した。

表 9 - 1

|             | 橋数  | 架 橋 位 置         | スパン長 ( m ) | スパンの数 |
|-------------|-----|-----------------|------------|-------|
| 架換えが望ましい橋梁  | 17  | S - 77 + 844    | 25.5       | 1     |
|             |     | S - 469 + 428   | "          | 1     |
|             |     | NE - 536 + 969  | "          | 1     |
|             |     | S - 153 + 788   | 16.0       | 1     |
|             |     | S - 120 + 195   | 20.75      | 8     |
|             |     | N - 577 + 622   | 30.0       | 1     |
|             |     | S - 993 + 501   | "          | 1     |
|             |     | NE - 323 + 816  | "          | 1     |
|             |     | N - 70 + 866    | 31.7       | 2     |
| 補修、補強が必要な橋梁 | 197 | 上 記 以 外 の す べ て |            |       |

こゝで積算する工事費は、この計画の経済的な面と財政的な面からの可能性を決めるため、及び本計画の資金を用意するための参考になるものである。先に述べた標準設計図や施工法に基づいて施工計画及び現場調査の結果を勘案し積算したものであり、個々の工事の実施に当っては更に詳しい調査による資料に基づいて修正される必要がある。

すべての工事費は内貨と外貨に分けて積算する。こゝで積算する工事費は214スパンの補修、補強及び架換えのための建設費であり、5ヶ年間で改良工事を行うという前提に立ち、又、物価上昇は年内外共10%と仮定する

なお、こゝには借入金にかかわる利息は考慮されていない。

#### 1-2 積算基準日

工事費の積算基準日は1976年4月とする。

#### 1-3 工事区分及び工事発注方式

- (1) 本計画はタイ国鉄道の1977-1981投資計画の一環として考えられており、この5ヶ年計画の中で、この計画を完了するためには、架橋工事は準備期間が必要であるため実際には4ヶ年で実施される必要がある。しかし乍らここでは工事は5年間になるべく平均的に実施されるものと仮定する。
- (2) 着工の順位、工区割りは技術的な検討のみでは定められないが、先に述べた施工計画に基づいて各型式、各橋梁毎の工事費を算出する。しかし乍ら、この場合、発注の単位は確定できないので、後に述べる一般管理費等はどの工事に対しても一率として計上する。
- (3) 工事の発注方式は、すべて材工込みの一括発注方式とする。但し、国内に於ける橋梁部材及び施工材料の輸送は、タイ国鉄道を用いるものとする。
- (4) 主要鋼材はすべて輸入するものとし、補修、補強のため部材の製作、加工、組立はタイ国内の工場で行い、架換えの対象となる新橋は外国で製作して輸入するものとする。
- (5) 現場の施工は、特殊なものを除き、すべてタイ国の技術者と労務者によって行われる。但し本計画が完了するまでの施工管理のために2人のコンサルティング技術者の費用を工事費の中に見込むものとする。

## 2. 工事費及び工事量

### 2-1 工 事 量

改良工事に必要な鋼材及び部材の取換え及び架換えによって生ずる古材の量は表9-2の通りである。

表 9 - 2

|             | 鋼 種 | 鋼 重 ( t ) |
|-------------|-----|-----------|
| 補修、補強に要する鋼材 | 鋼 板 | 560       |
|             | 型 鋼 | 970       |
| 架換え橋に要する鋼材  | 鋼 板 | 510       |
|             | 型 鋼 | 30        |
| 発 生 古 材     |     | 710       |

この改良計画に必要な技術者及び労務者数はのべ35万人程度となろう。

### 2-2 工 事 費

この改良計画の工事費を表9-3に示す。工事費の工区別内訳、費目別内訳及び施工年次別内訳を表9-4～表9-8に示す。



表 9 - 3. 総 工 事 費

単位：1,000

|            | 内 貨     | 外 貨             | 計       |
|------------|---------|-----------------|---------|
|            | パ ー ツ   | パ ー ツ ( ド ル )   | パ ー ツ   |
| 基 準 工 事 費  | 127,600 | 118,522 (5,926) | 246,121 |
| 物価上昇込みの工事費 | 173,127 | 160,536 (8,027) | 333,663 |

通貨交換レート：1 U.S. ドル = 20 パーツ

積 算 基 準 日：1976

物 価 上 昇 率：年10%

表 9 - 4. 工 事 費 の 内 訳

単位：1,000

|            |       | 内 貨     | 外 貨             | 計       |
|------------|-------|---------|-----------------|---------|
|            |       | パ ー ツ   | パ ー ツ ( ド ル )   | パ ー ツ   |
| 基準工事費      | 詳細設計  | -       | 13,133 ( 657 )  | 13,133  |
|            | 補修、補強 | 120,000 | 88,708 (4,436)  | 208,708 |
|            | 架 換 え | 7,627   | 16,653 ( 833 )  | 24,280  |
|            | 計     | 127,627 | 118,494 (5,926) | 246,121 |
| 物価上昇込みの工事費 | 詳細設計  | -       | 16,760 ( 838 )  | 16,760  |
|            | 補修、補強 | 162,727 | 121,469 (6,074) | 284,196 |
|            | 架 換 え | 10,400  | 22,307 (1,115)  | 32,707  |
|            | 計     | 173,127 | 160,536 (8,027) | 333,663 |

積 算 基 準 日：1976

物 価 上 昇 率：年10%

通貨交換レート：1ドル = 20 パーツ

表 9 - 5. 工事費の費目別内訳

単位：1,000 パーツ

| 工 事 費 目   | 補修、補強   | 架 換 え  | 計       | 摘 要            |
|-----------|---------|--------|---------|----------------|
| 材 料       | 17,333  | 3,133  | 20,467  |                |
| 工 場 製 作   | 15,133  | 6,667  | 21,800  |                |
| 輸 送 費     | 3,400   | 1,333  | 4,733   |                |
| 純 工 事 費   | 119,322 | 8,333  | 127,655 |                |
| 現 場 管 理 費 | 14,933  | 1,067  | 16,000  | 純工事費の<br>12.5% |
| 小 計       | 170,121 | 20,533 | 190,655 |                |
| 一 般 管 理 費 | 22,133  | 2,667  | 24,800  | 小計の 13%        |
| 製 作 図     | 7,368   | 632    | 8,000   |                |
| 詳 細 設 計   | 12,424  | 709    | 13,133  |                |
| 施 工 管 理   | 9,086   | 448    | 9,534   | 二人のコンサル<br>タント |
| 合 計       | 221,132 | 24,989 | 246,121 |                |

表9-6. 工事費の年次毎の内訳

(単位:千バーツ)

|       | 1977  |                | 1978  |                 | 1979  |                 | 1980  |                 | 1981  |                 | 計      |                  |
|-------|-------|----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|--------|------------------|
|       | 内貨    | 外貨             | 内貨    | 外貨              | 内貨    | 外貨              | 内貨    | 外貨              | 内貨    | 外貨              | 内貨     | 外貨               |
| 基準工事費 | 31957 |                | 50427 |                 | 64765 |                 | 55339 |                 | 43633 |                 | 246121 |                  |
|       | 14533 | 17424<br>(871) | 25600 | 24827<br>(1241) | 34200 | 30565<br>(1528) | 28533 | 26806<br>(1340) | 24733 | 18900<br>(945)  | 127600 | 118522<br>(5926) |
| 物価上昇込 | 35152 |                | 61017 |                 | 86202 |                 | 81022 |                 | 70270 |                 | 333663 |                  |
| みの工事費 | 16009 | 19143<br>(957) | 29998 | 31019<br>(1551) | 45537 | 40665<br>(2033) | 41780 | 39242<br>(1962) | 39803 | 30467<br>(1523) | 173127 | 160536<br>(8027) |

工事費算出基準年: 1976

物価上昇年率: 10%

換算率: USドル=20バーツ

( ) 内ドル

表9-7. 年次毎の路線別工事費の内訳

(単位:1000バーツ)

| 路<br>線 | スパン数 | 1977  | 1978  | 1979  | 1980  | 1981  | 計      |
|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|        |      | 建設    | 計     |       |       |       |        |
| 北線     | 21   | 3612  | 3977  | 4370  | 4807  | -     | 16766  |
| 東北線    | 15   | 8587  | 18810 | 7343  | -     | -     | 34740  |
| 南線     | 82   | 8994  | 21800 | 33652 | 28965 | -     | 93411  |
| 東線     | 37   | 10198 | 16430 | 24062 | 24758 | 19505 | 94953  |
| 支線     | 29   | -     | -     | 16775 | 16617 | 20643 | 54035  |
|        |      | 3761  | -     | -     | 5875  | 30122 | 39758  |
| 計      | 214  | 35152 | 61017 | 86202 | 81022 | 70270 | 333663 |
| 内貨     | 貨    | 16009 | 29998 | 45537 | 41780 | 39803 | 173127 |
| 外貨     | 貨    | 19143 | 31019 | 40665 | 39242 | 30467 | 160536 |

工事費算出基準年: 1976

物価上昇年率: 10%

### 3. 比較資料

#### (1) 214 スパンを新橋に架換えた場合の工事費

調査対象 214 スパンをすべて架換える場合の工事費

5 年ですべて新橋に架換える場合の工事費は 5 億 9,000 万バーツで、2.2 に示した工事費の約 2.5 倍に達する。

この場合工事費の算出は支間長とその工事費の平均的な関係を表わすグラフ（図 9-1）を作成し、それをもとに概略工事費を求めた。

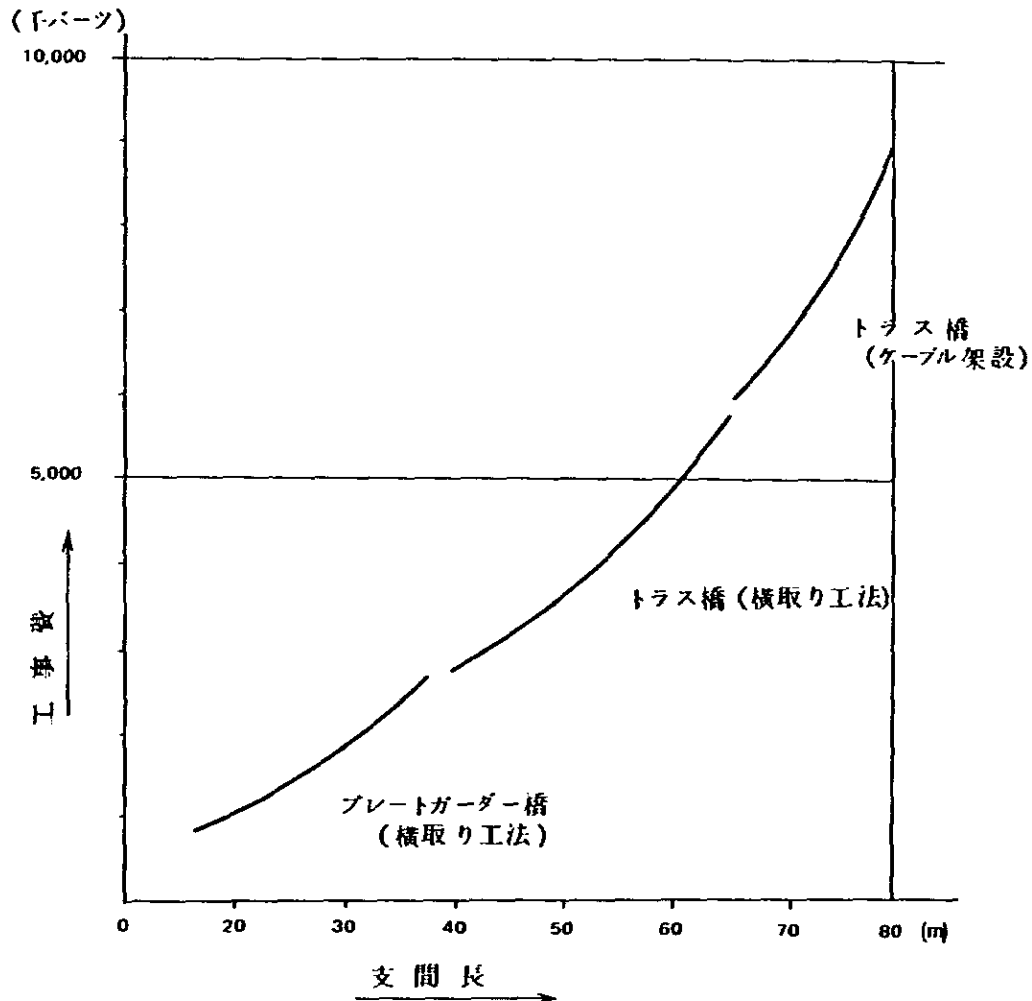


図 9-1

#### (2) 補修、補強又は架換えに対する荷重を DL-14 標準荷重にした場合の工事費の節減

DL-14 標準荷重により改良を行うものとする DL-15 標準荷重の場合と比較して工事費は全体で 770 万バーツ、すなわち、約 2.3% の節減となる。これは補強を必要としない部材の材料費及びそれに伴う加工、輸送等の費用が減少したことによるものである。

しかし一旦、補強が必要となった部材についてはDL-14標準荷重場合もDL-15標準荷重の場合もほとんど工事費に差がない。

(3) 解体された橋の部材を一部利用した場合の工事費の節減

すでに解体された橋梁が数多く保管されている。しかしこれらの橋の個々の部材の様子は明確でないので、どの程度補修、補強に利用出来るかはわからない。仮に補修、補強に必要な材料の10%を古材にした場合、それによる工事費の節減は約120万パーセントで全工事費の0.4%になる。

## 第 X 章 橋台と橋脚

## 第X章 橋台と橋脚

### 1. 変位の状況と環境

橋台の変位の状況については、さらに詳細な調査を行なう必要があるが、現在迄に知ることのできる変位の状況および環境は概ね次のとおりである。

- ① 橋台の前側に向う水平変位が著しく、ローラーが沓からはずれる限界に達しているものやけた端がバラベットに接しているものがある。水平変位の著しい橋梁の変位量は表10-1の通りである。
- ② 橋台の著しい沈下は生じていないものと思われる。
- ③ 橋台の変位の生じている箇所は地盤の弱い地域である。
- ④ 背面盛土は主として粘性土よりなっている。
- ⑤ 雨期、乾期の水位の変動の著しい地域が多い。
- ⑥ 橋台背面の盛土が沈下している（187Km+240mを除く）
- ⑦ 187Km+240mの橋梁では洗掘により橋脚が転倒するおそれがある。

表10-1. 沓移動が過大な橋梁

| 路 線 | 架橋位置    | 支 間     | 型 式   | 製 作 会 社        | 沓移動量   |
|-----|---------|---------|-------|----------------|--------|
| 南 線 | 77+844  | 1×25.00 | 下路トラス | P & W Mclellan | 175 mm |
| 北 線 | 134+742 | 1×35.00 | "     | Dayde          | 60     |
| 東北線 | 311+725 | 1×30.00 | "     | "              | 50     |
| 東 線 | 81+475  | 1×25.00 | "     | Cleveland      | 140    |
|     | 81+985  | 1×25.00 | "     | "              | 180    |
|     | 84+393  | 1×25.00 | "     | "              | 150    |
|     | 87+097  | 1×25.00 | "     | "              | 200    |
|     | 89+847  | 1×25.00 | "     | "              | 200    |
|     | 112+795 | 1×50.00 | "     | Dayde          | 230    |
|     | 116+012 | 1×35.00 | "     | "              | 100    |
|     | 119+830 | 1×35.00 | "     | "              | 70     |
|     | 132+634 | 1×50.00 | "     | "              | 50     |
|     | 134+137 | 1×35.00 | "     | "              | 70     |
|     | 134+563 | 1×35.00 | "     | "              | 50     |
|     | 218+823 | 1×30.00 | "     | Devries Robbe  | 150    |

## 2. 変位の原因の推定

橋台の変位の原因を究明するには、なお、多くの調査検討を要するが、橋台に働く水平荷重に対して橋台の水平支持力が不足していることが主な原因であることは明らかである。

この原因をさらに細分すると次のようになる。

- ① 橋台の水平支持力が水平荷重に対して建設当初から不足している場合。

設計が不適当な場合、杭が所定の本数、所定の深さに施工されていない場合、フーチングが所定の深さ、所定の寸法に施工されていない場合などが考えられる。

- ② 橋台に働く水平荷重が一時的に増大したことがある場合。

施工時に橋台背面の盛土上に工事材料などを過載した場合、盛土施工時、またはそのすぐあとに支持地盤が前側に流動した場合などが考えられる。

- ③ 橋台に働く水平荷重の一時的な増大がたびたび繰り返される場合

雨期から乾期に移り水位が下る時に、橋台背面と前面とに水位差が生じ、橋台に水圧が加わる場合などが考えられる。

- ④ 橋台に働く水平荷重が継続して増大している場合。

橋台背面の盛土の粘性土が雨期の高水位時に水分を吸収して次第に膨張してくること、または粘着力が次第に減少してくることにより橋台に働く土圧が増大する場合などが考えられる。

- ⑤ 橋台の水平支持力が一時的に低下したことがある場合。

施工時、または施工後の比較的短い期間に盛土荷重などにより地盤が変位したが、現在では変位が終了している場合、高水位時の水流により橋台前側の地盤が一時的に洗掘されたことが、既に復元している場合などが考えられる。

- ⑥ 橋台の水平支持力の一時的な低下がたびたび繰り返される場合。

橋台前側の地盤の洗掘、復元が雨期、乾期の移り変わりごとに毎年繰り返される場合が考えられる。

- ⑦ 橋台の水平支持力が継続的に低下している場合。

杭の腐食による支持力の低下、河床の低下および洗掘量の増大が継続して生じている場合が考えられる。

上記のほかにも多くの原因のあることが考えられ、さらに上記の原因の2種以上が複合されている場合も考えられる。したがって1項に示す状況のみからその原因を正確に推定することは困難である。

しかし現時点では最も疑わしい原因として⑥に示す施工時、または施工後の比較的短い期間に生じた変位が考えられる（東線187Km+240mの橋梁を除く）。

また東線187Km+280mの橋梁では⑦に示す河床の洗掘量の増大が継続しているものと考えられる。③における雨期と乾期の水位差による背面からの水圧の増大、④における背面盛土の膨張、または粘着力の低下などの原因もないとはいえない。

### 3. 対 策

対策には応急対策と恒久対策とがある。

応急対策としては、けたが胸壁に当たっているものについては、けたに許容できない悪影響をおよぼすと考えられる場合には、胸壁を削って、所定の間隙を作ることが必要である。

恒久対策は橋台の変位した原因によって異ってくる。すなわち⑤の原因によるもので、けたと胸壁が接するような大きい変位が生じていてもその変位がはるか以前に生じたもので、けたと胸壁を離しても橋台の変位が今後増大するおそれのないことが確認された場合には恒久的な対策を行なう必要はないであろう。

しかし現在の変位量はそれ程大きくなくても、現在も変位が進行していて、その変位が将来橋台の機能に対して支障を与えると考えられるような場合には恒久的な対策が必要となる。

恒久的な対策としては橋台の前面や側面に杭を打設して橋台の支持力を増大させる方法、橋台間に支え梁を設置して水平変位を防止する方法、橋台前面の地盤を強化して洗掘の防止や水平支持力の増大をはかる方法、河川に所要の工事を行なって洗掘の防止や流心の移動を規制する方法、あるいは図10-1、図10-2に示すように橋台に働く土圧や水圧を除去する方法などがある。

### 4. 今後の措置

東線における一般の橋梁の変状の原因は現時点では前述の⑤に属するもので、今後変状が増大するおそれは少ないと思われるが、これらについてはなお調査を行なうことにより今後の変状の有無を確認する必要がある。

東線187Km+240mの橋梁については洗掘により変状、または倒壊するおそれが多いので、高水位時において橋脚の倒壊を未然に予知して列車の安全を確保するための監視を行なうとともに、河状の調査、その他必要な調査を行って、洗掘に対する安全対策を行なう必要がある。



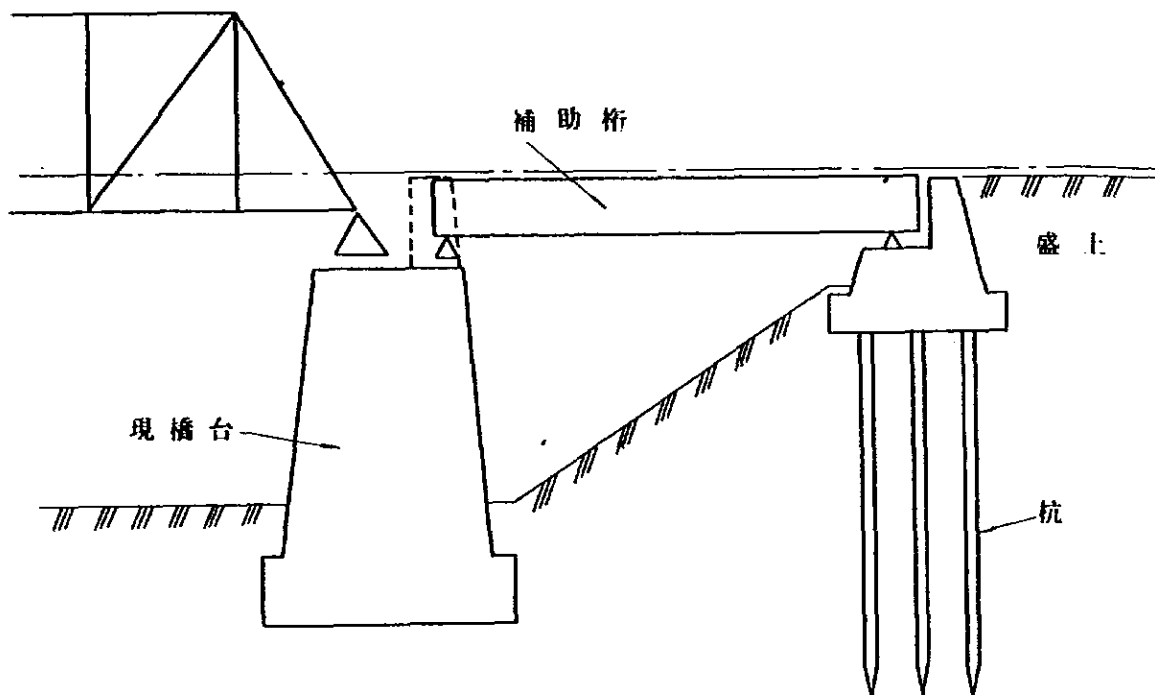


図10-1 現橋台の背面土砂を取り除く方法

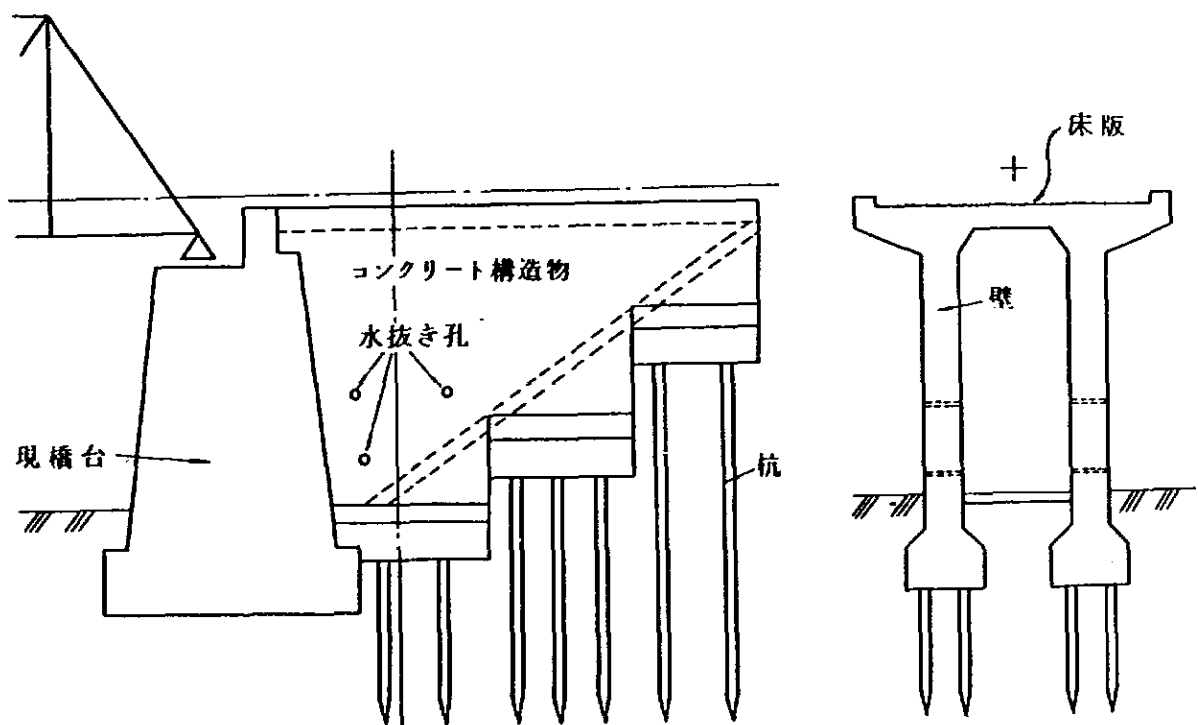


図10-2 現橋台の背面にコンクリート構造物を新設する方法

## 第Ⅺ章 勸告

## 第Ⅱ章 勸 告

- (1) この調査の対象である214スパンの橋梁は各々何らかの欠陥をもっているので、この技術調査の結果と共に、この改良計画の経済効果、各路線の重要度等を助案して、補修、補強または架換えに関する改良計画の立案がなされるべきである。
- (2) この改良計画が着手されるまで各々の橋梁は腐食やリベットのゆるみが進行しないように保守に十分留意する必要がある。
- (3) 次の橋梁は至急補修されることが望ましい。

表 1 1 - 1.

| 路 線 | 橋梁位置(支間長)         | 補 修 箇 所           |
|-----|-------------------|-------------------|
| 南 線 | 1035+358(3×30.00) | 斜材か垂直材の連結<br>リベット |
|     | 1063+810(2×50.00) |                   |
|     | 1065+064(4×50.00) |                   |
|     | 1103+999(1×35.00) |                   |
|     | 402+077(1×30.00)  | 縦桁の連結リベット         |
|     | 551+793(2×50.00)  |                   |
|     | 568+610(1×45.00)  |                   |
|     | 1035+353(3×30.00) |                   |
| 東 線 | 87+097(1×25.00)   | 沓のローラー            |
|     | 89+847(1×25.00)   |                   |
| 北 線 | 70+847(2×31.70)   | 横桁の連結リベット         |

- (4) 速度制限なしに DL-15 標準荷重を通し得る耐荷力をもたせるためには通行の安全性、補修、補強の困難さ、老朽化の度合などから、次の橋梁は架換えを考慮するのが望ましい。

表 1 1 - 2.

|    | 路 線 | 橋 梁 位 置       | 橋 梁 形 式 | 支 間 長       | 製 作 会 社        |
|----|-----|---------------|---------|-------------|----------------|
| 1. | 北 線 | 7 0 + 8 8 6   | T.T.    | 2 × 3 1.7   | P & W McLellan |
| 2. | "   | 5 7 7 + 6 2 2 | D.T.    | 1 × 3 0.0   | "              |
| 3. | 南 線 | 7 7 + 8 4 4   | T.T.    | 1 × 2 5.5   | P & W McLellan |
| 4. | "   | 1 2 0 + 1 9 5 | T.T.    | 8 × 2 0.7 5 | "              |
| 5. | "   | 1 5 3 + 7 8 8 | T.P.    | 1 × 1 6.0   | "              |
| 6. | "   | 4 6 9 + 4 2 8 | T.T.    | 1 × 2 5.5   | P & W McLellan |
| 7. | "   | 9 9 3 + 5 0 1 | T.T.    | 1 × 3 0.0   | Dayde          |
| 8. | 東北線 | 3 2 3 + 8 1 6 | T.T.    | 1 × 3 0.0   | "              |
| 9. | "   | 5 3 6 + 9 6 9 | T.T.    | 1 × 2 5.5   | P & W McLellan |

注) T.T. : 下路トラス      T.P. : 下路プレートガーダー  
D.T. : 上路トラス

- (5) 改良計画実施に当って、次の橋梁は腐食や変形が著しいので、優先的に着手するのが望ましい。

表 1 1 - 3.

|     | 路 線 | 橋 梁 位 置       | 橋 梁 形 式 | 支 間 長     | 製 作 会 社        | 理 由 |
|-----|-----|---------------|---------|-----------|----------------|-----|
| 1.  | 北 線 | 7 0 + 8 8 6   | T.T.    | 2 × 3 1.7 | P & W McLellan | イ   |
| 2.  | 東北線 | 4 8 0 + 1 6 0 | T.T.    | 2 × 3 0.0 | Dayde          | ロ   |
| 3.  | "   | 5 6 0 + 3 9 2 | T.T.    | 1 × 4 0.0 | "              | ロ   |
| 4.  | 南 線 | 7 7 + 8 4 4   | T.T.    | 1 × 2 5.0 | P & W McLellan | イ   |
| 5.  | "   | 3 7 3 + 2 7 3 | T.T.    | 3 × 3 0.0 | Cleveland      | ハ   |
| 6.  | "   | 3 7 7 + 2 1 0 | T.T.    | 1 × 7 0.0 | "              | ロ、ハ |
| 7.  | "   | 3 8 6 + 4 6 2 | T.T.    | 1 × 3 0.0 | "              | ハ   |
| 8.  | "   | 3 9 2 + 4 7 1 | T.T.    | "         | "              | ハ   |
| 9.  | "   | 4 7 1 + 8 6 5 | T.T.    | 1 × 4 5.0 | "              | ハ   |
| 10. | "   | 4 9 7 + 6 1 3 | T.T.    | 1 × 3 5.0 | "              | ロ、ハ |
| 11. | "   | 4 9 9 + 6 5 9 | T.T.    | 1 × 8 0.0 | "              | ハ   |
| 12. | "   | 5 6 8 + 6 1 0 | T.T.    | 1 × 4 5.0 | "              | ハ   |
| 13. | "   | 5 7 6 + 3 3 0 | T.T.    | 1 × 6 5.0 | "              | ハ   |
| 14. | "   | 5 9 5 + 0 4 0 | T.T.    | 1 × 3 0.0 | "              | ハ   |

|     | 路 線 | 橋梁位置         | 橋梁形式 | 支 間 長   | 製 作 会 社   | 理由 |
|-----|-----|--------------|------|---------|-----------|----|
| 15. | 南 線 | 9 25+1 6 5   | T.T. | 1×8 0.0 | Cleveland | ハ  |
| 16. | "   | 9 29+9 0 3   | T.T. | 1×3 0.0 | "         | ハ  |
| 17. | "   | 1 0 35+3 5 3 | T.T. | 3×3 0.0 | "         | ハ  |
| 18. | 東 線 | 8 7+0 9 7    | T.T. | 1×2 5.0 | "         | ニ  |
| 19. | "   | 8 9+8 4 7    | T.T. | "       | "         | ニ  |

注 イ：橋梁の老朽度が著しい。

ロ：部材の変形が著しい。

ハ：横桁の腐食が著しい。

ニ：支承の状態が悪い。

(6) 改良計画実施に先立って次の調査を実施するのが望ましい。

i) 橋梁下部構造、橋台及び橋脚の変位の経年変化の観測及びその原因の調査。

ii) 解体保管されている橋梁の部材を利用し、高力ボルトで連結する場合の部材間の摩擦係数を決めるための試験。

この場合、接触面の状態は実際の作業条件と同じ条件とすべきである。

iii) 高力ボルトで連結される部材間の摩擦係数を増すために用いるガス炎による清掃の実用性の試験。

(7) 東線 187+240 の橋梁は、建設時から大巾に河床が変化しており、洪水によって東側の橋脚が危険になる恐れがあるので、列車運行の安全を守るために高水位の時及びその後、特に注意すること。

(8) タイ国鉄道がこの報告書で勧告された事項を実施するに当たって、当初の1-2年間外部からの技術及び経済両面に関するアドバイザーを受け入れることはタイ国鉄道にとって有益であると考えられる。

(9) タイ国鉄道がこの鋼橋の改良計画を効率よく実施するために橋梁部門を強化することが望まれる。

## 第Ⅻ章 資料一覧表とその大意

## 第Ⅷ章 資料一覧表とその大意

本改良計画遂行のため、事前調査、本調査、中間報告書等タイ国への出張時及び日本国内で得られた資料について、その大意及び一覧表を記述する。

これらの収集資料は主に次の項目に分類できる。

即ち、

- i) タイ国鉄道の概要を示す資料
- ii) タイ国鉄道改良計画の概要を示す資料
- iii) タイ国の鋼橋に係る技術的水準を示す資料
- iv) 本計画を遂行するに当り技術上の判断を下すための資料
- v) 工費算定のための資料

### i) タイ国鉄道の概要を示す資料

タイ国鉄の施設の概要及び旅客、輸送等の路線別の整理をしたものであり、これらより北及び南線が旅客輸送の大半を占めていることがわかる。

資料番号 6、19、23、45 等である。

### ii) タイ国鉄改良計画の概要を示す資料

第3次5ケ年計画、第4次5ケ年計画等、現在実施中の計画及び将来の実施計画等について述べたものである。

資料番号 7、8、14、44 等である。

### iii) タイ国における鋼橋に係る技術水準を示す資料

タイ国における鋼橋に対する設計、製作及び架設に関する技術的水準を知るための資料である。

これらによると、1973～1975の3年間にタイ国鉄の工場で作製、架設したものは、45橋、鋼材量660トンであるが、ほとんどが下路プレートガーダーであり、トラス橋を独立で作製、架設した例のないのが現状である。

資料番号 10、11、24、25、33、34 等である。

### iv) 本計画を進めるに当たり、技術上の判断を下すための資料

本改良計画遂行に当たり、現状を把握し、技術的判断を下すための資料である。

資料番号 30、31、34、35、36、41、42、43 等である。

### v) 工費算定のための資料

本改良計画に係る工事費算定のためのものであるが、全体的に資料不足であることは免れない。

また、過去に実施された補修、補強、架換え等の工事に費した工事費も全体的に統一がとれておらずその値はかなりばらついている。しかし基本となる基準単価の調査資料はタイ国鉄と協議し作成した。

資料番号 9、10、12、20、21、22、27、28、29、32、40 等である。



収 集 資 料 リ ス ト

| 順 号 | 資 料 の 名 称                                                                                  | 形 態               | オリジナルorコピー | 部 数              | 収 集 年 月 日 | 収 集 先 名 称 |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|------------------|-----------|-----------|
| 1.  | Further Report on the Survey of Railway Bridges(125 & 1375 tonnes axle loadings) by UKUARS | Book              | Original   | Vol.11<br>Vol.19 | 75.11.5   |           |
| 2.  | Location Map of the Bridges                                                                | 1-drawing         | Copy       | 4                | 75.11.5   |           |
| 3.  | Standard Loading Diagram                                                                   | Drawing           | Copy       | 4                | 75.11.5   |           |
| 4.  | Drawings of the Steel Bridges on This Project                                              | B-1 Size drawings | Copy       | 479              | 75.11.5   |           |
| 5.  | Bridge List on This Project                                                                | A-3               | Copy       | 1                | 75.11.5   |           |
| 6.  | 線別輸送実績一覧表                                                                                  | Sheet             | Copy       | 1                | 75.11.5   |           |
| 7.  | R.S.R. Investment Program(1972-1976)                                                       | Sheet             | Copy       | 1                | 75.11.5   |           |
| 8.  | Civil Engineering Department Investment Program(1972-1976)                                 | Sheet             | Copy       | 1                | 75.11.5   |           |
| 9.  | Unit Cost of Material and Labour in Thailand(Oct.1975)                                     | Sheet             | Copy       | 1                | 75.11.5   |           |
| 10. | Production Old Steel Bridges Repair in the R.S.R.Workshop(1973-1975)                       | Sheet             | Copy       | 1                | 75.11.5   |           |
| 11. | Production Old Steel Bridges Repair in the R.S.R.Workshop(1976-1977)                       | Sheet             | Copy       | 1                | 75.11.5   |           |
| 12. | Standard Wage in R.S.R. Workshop                                                           | Sheet             | Copy       | 1                | 75.11.5   |           |
| 13. | The Organization of R.S.R. Workshop (Permanent way deport division only)                   | Sheet             | Copy       | 1                | 75.11.5   |           |
| 14. | R.S.R. Investment Program(1977-1981)                                                       | Sheet             | Copy       | 1                | 75.11.5   |           |

| 順   | 資料の名称                                                                            | 形態     | オリジナルorコピー | 部数 | 収集年月日     | 収集先名称 |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|----|-----------|-------|
| 15. | Calculation Sheet of UNURAS                                                      | Book   | Original   | 1  | 7 5.11.5  |       |
| 16. | Viaduct(Strengthening of truss)                                                  | Sheets | Copy       | 1  | 7 5.11.5  |       |
| 17. | Photo Album                                                                      | Book   | Copy       | 3  | 7 5.11.5  |       |
| 18. | R.S.R.Civil Engineering Department<br>Investment Program(1977-1981)              | Sheets | Copy       | 1  | 7 5.11.5  |       |
| 19. | Passenger & Freight Traffic                                                      | Sheet  | Original   | 1  | 7 5.11.5  |       |
| 20. | タイ国鉄における橋梁工事の精算事例                                                                | Sheets | Copy       | 1  | 7 5.11.5  |       |
| 21. | 214 Steel Bridges Improvement Project                                            | Sheets | Copy       | 1  | 7 5.11.5  |       |
| 22. | Customs Tariff and Business Tax                                                  | Book   | Original   | 1  | 7 5.11.5  |       |
| 23. | 1974.Information Booklet                                                         | Book   | Original   | 1  | 7 5.11.5  |       |
| 24. | Specification for the Supply of Steel<br>Superstructure of Railway Bridge BE2515 | Sheet  | Copy       | 1  | 7 6.3.2 6 | タイ国鉄  |
| 25. | " BE2518                                                                         | Sheet  | Copy       | 1  | 7 6.3.2 6 | "     |
| 26. | Standard of Round Bars                                                           | Sheet  | Original   | 1  | 7 6.3.2 6 | "     |
| 27. | Answer the questions of Japanese Survey team                                     | Sheet  | Copy       | 1  | 7 6.3.3 0 | "     |
| 28. | List of dismantled bridges                                                       | Sheet  | Copy       | 1  | 7 6.3.3 0 | "     |
| 29. | List of dismantled bridges at Bridge Shop<br>(タイ語)                               | Sheet  | Copy       | 1  | 7 6.3.3 0 | "     |
| 30. | Km 31+599(N-Line) 桁のたわみ測値図(タイ語)                                                  | Sheet  | Copy       | 1  | 7 6.3.3 0 | "     |
| 31. | Km 560+390(NE-Line) 桁下地形図(タイ語)                                                   | Sheet  | Copy       | 1  | 7 6.3.3 0 | "     |

| 順   | 資料の名称                                                                                                                 | 形態                 | オリジナルorコピー   | 部数     | 収集年月日                    | 収集先名称  |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|--------|--------------------------|--------|
| 32. | Detail of repairing Steel bridge in State Railway of Thailand                                                         | Sheet              | Copy         | 1      | 7 6.3.3 0                | タイ国鉄   |
| 33. | State Railway of Thailand Bridge Depot                                                                                | Book<br>Drawing    | Copy<br>Copy | 1<br>9 | 7 6.3.3 0<br>7 6.3.3 0   | "<br>" |
| 34. | 下部工図面<br>E-Line Km 41+764, Km 80+022, Km 84+393, Km 87+110, Km 89+855, Km 110+771, Km 112+800, Km 116+010, Km 119+825 |                    |              |        |                          |        |
| 35. | 応力測定橋梁図面<br>N-Line Km 4+216 Km 10+241                                                                                 | Drawing            | Copy         | 2      | 7 6.3.3 0                | "      |
| 36. | 荷重車図面、軸重表                                                                                                             | Drawing            | Copy         | 2      | 7 6.3.3 0                | "      |
| 37. | R.S.R. 列車ダイヤ                                                                                                          | Sheet              | Copy         | 1      | 7 6.3.3 0                | "      |
| 38. | UKLAS の応力測定結果<br>1. 載荷試験結果<br>2. 材料試験結果                                                                               | Sheet              | Copy         | 1      | 7 6.3.3 0                | "      |
| 39. | Via duct 施工機材 List                                                                                                    | Sheet              | Copy         | 1      | 7 6.8. 5                 | 横河橋梁   |
| 40. | Cost of Dismantling of old Bridge and Erection new Bridge                                                             | Sheet              | Copy         | 1      | 7 6.8. 2 0               | タイ国鉄   |
| 41. | 工事工程表 ( タイ語 )                                                                                                         | Sheet              | Copy         | 1      | 7 6.8. 2 0               | "      |
| 42. | タイ国鉄道の直営工事写真                                                                                                          | Photo              | Copy         | 15     | 7 6.8. 2 0               | "      |
| 43. | Km 187+240 (E-Line) 河床図<br>" 一股図                                                                                      | Drawing<br>Drawing | Copy<br>Copy | 1<br>1 | 7 6.8. 1 3<br>7 6.8. 1 3 | "<br>" |
| 44. | Timber bridge Replacement                                                                                             | Sheet              | Copy         | 1      | 7 6.8. 2 3               | "      |
| 45. | 改良工事に伴う時間短縮効果                                                                                                         | Sheet              | Copy         | 1      | 7 6.1 1.2 3              | "      |

