

6.3 脱線事故の調査

タイ国鉄における脱線事故の調査と記録方法は表 6.3.1 に示す通りであって、事故発生後にはこの方法と順序に従って調査、記録を実施、これを基礎として原因を究明し、再発を防止する対策が取られることとなっている。

しかし、今回の調査に際して感じた点は、これらの調査方法、項目、記録の点には、充分と云えない点があるので、今後の事故調査に際しては、更に細かい事実を記載して、後日の解析および事故防止対策に資するようにする必要がある。

参考のために、日本国鉄において使用されている事故調査の項目および報告用紙の様式の一部は、図 6.3.2.1～5 の通りである。

事故報告および事故調査の記入方法および運転事故の解析および対策のたて方については、運転、車輛、施設の分野にわたってそれぞれ専門知識が必要であるので、タイ国鉄においても熟練した専門家の協力のもとに、運転事故処理の方法を決めて、実行に移すことが必要であると考える。

**RSR PROCEDURE
FOR
INVESTIGATION OF DERAILMENT**

When derailment occurs, local officers from Civil Engineering Department, Mechanical Engineering Department and Traffic Department shall go to the place of derailment as soon as possible. They, then, check together on the following:

- 1) Signalling equipment.
- 2) Block working instrument.
- 3) Time record concerning the block working system.
- 4) Record on abolition of the token.
- 5) Wear on flange and tread of all the derailed wheels.
- 6) Loose – fitting treads or axles.
- 7) Scars on wheel tread as a result of faulty braking system.
- 8) Wear on journal box or bearing block.
- 9) Condition of bogie suspension.
- 10) Loading condition.
- 11) Condition of cars next to the derailed one, both in front and behind.
- 12) Point of wheel climbing, point of derailment, curve radius, distance from point of derailment to beginning point of circular curve (when derailed on transition curve), clearance between guard rail and running rail (when derailed within turnout switch), distance from point of derailment to point of train stop after derailment.
- 13) Condition of track about 40 m. prior to the point of wheel climbing or point of derailment; viz., amount of ballast, condition of sleepers, wear and kink of rails, condition of rail fastenings, track irregularity (every 5 m.), longitudinal level, availability of low joints and loose sleepers.
- 14) Condition of switches and crossings.
- 15) Any remarkable evidences.
- 16) Train speed at time of derailment.
- 17) Any sudden train movement near the place of derailment.
- 18) Result of taking the derailed vehicle passing the derailment site before repairing the track.

All the above items have to be jointly checked and signed by Traffic Inspector, Locomotive Inspector, Chief Permanent Way Inspector and Signalling Inspector. A sketch showing the condition of derailment is also required. In case any controversy occurs, additional remarks shall be included.

図 6.3.2.1

調査事項												
(No.)	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
線路	手前の状態	のり上り	落下 擦傷 痕跡	枕木痕跡	踏切・ガードレール レール部品	レール擦傷	のりこえ	脱線軸数変化	建造物の破損	レールの折損	路肩のくずれ	停止までの枕木
車両	<p style="text-align: center;">部品の脱落状況</p> フランジ頂部 フランジ側面痕跡 路面擦傷 フランジ踏面打痕 タイヤ擦傷 自連こんせき ① ② ③ 車両の破損 車両の破損 車両の破損											
資料												

項目	大 別	
I 概要	1	総括表
	2	調査概要
	3	脱線状況と軌道状態
II 運転関係	1	関係者の取扱
	2	運転線図
	3	記録式速度計拡大図
	4	事故発生前に運転した列車の状況
III 車輛関係	1	車輛の連結順位及び検査歴
	2	車輛の脱線及び破損状況
	3	車輛部品脱落状況
	4	車輛形式図
	5	車輛関係実測値
	6	検査記録
	7	車輪形状
	8	車輪及び自連等の損傷状況
	9	輪重測定
	10	バネ定数、バネの摩擦係数及び荷重-たわみ線図
	11	自連の首振り抵抗
	12	リンクの横抵抗
IV 線路関係	1	軌道材料のこん跡又は損傷状況及び脱線位置関係図
	2	軌道状態検測値
	3	軌道状態検測図
	4	軌道沈下量測定値
	5	マヤチート
	6	レール頭部摩耗形状
	7	線路作業状況
	8	天候状態
V 積荷関係	1	積荷の状況
	2	脱線貨車の積付状態見取図
VI 復旧関係	1	復旧状況
VII 原因	1	原因の考察

図 6.3.2.3

列車の途中脱線事故調査報告書

.....殿

I 概要 (1) (総括表)

事故種別	総線両数		駅		駅間(杆末)
	死傷者	別	旅客	公衆	
発生場所	線		駅		杆末)
	総局・鉄道管理局	線	駅	駅間(杆末)	
列車	列車	両・定数	両	機関車	号
	電車	両	両	所屬()	
概況				
				
				
				
				
				
				
				
				
				

関係者	所	属	職	名	氏	名	年令	現職経過
その他								

関係列車ダイヤ

(附記)
 附図(全体が判る写真の添付)

図 6.3.2.4

I-2 (調査概要)

調査事項	調査内容
事故種別	発生日時 年 月 日 時 分 天候
発生場所	総局・鉄道管理局 線 駅 線間 K M 列車第 列車・現車 両・換算 両・定数 両・機関車形式 形式
脱線状況	脱線方向 進行方向 左・右 曲線の 外軌側・内軌側 転てつ器のり上りこんせき M 背向・対向 脱線両数 両 (両目から 両目まで)
運転状況	前駅の出発又は通過時刻 時 分、早遅時分 分 速度 km/H 力行・惰行 プレキ使用中 減圧量 kg/cm ² プレキ緩解中 保ち・運転位置 km/H 基本運転速度 km/H 記号式速度計 有 無 記録速度 km/H
関係者の経歴	所属 職名 年令 歳、就職 年 月 日、現職 年 月 日、現 経過 年 月 日 線路等級 曲線進行方向 R = m 左・右 カント (カント均衡速度 km/H) スラック BTC K M BCC K M ETC K M
線路状況	こう配進行方向 上り 下り 水平 前後のこう配の変更点及び勾配 道床種別 厚さ mm マクラギ種別 マクラギ本数 本/レール長さ m レール kg 型 m レール継目配置 相対式相互式 レール締結部 種別 アンチクリーパー タイプレート 種別
その他	事故発生当日及び過去における異常動揺 有・無 衝撃 有・無 死傷者 死 名 傷 名 復旧又は復旧見込み 日 時 分 対策本部設置 無・有 応答時刻 時 分 解除時刻 日 時 分

図 6.2.3.5

I - 3 (脱線状況と軌道状態)

調査担当者

(1) 脱線車両のレールからの離れ寸法

(2) 車両の位置

--

(3) 軌道状態図

軌道状態図	曲線	
	こう配	
	レール	
	マクラギ	
	道床	
	タイアラート	

7. タイ国鉄において今後実施すべき改善計画

今回の調査を通じて明らかになった、今後タイ国鉄で進めるべき改善計画を、主として線路保守の立場からまとめると次の通りである。

(1) 列車の標準的な計画運転線図の研究と作製、およびこれに則る運転を確立することにより次の成果を得ること。

- ① 運転時刻を正確にする。
- ② 列車間合を正確にして、線路閉鎖工事、トロリー使用の取扱いを厳正にして事故防止を図る。
- ③ 線路構造（カント、緩和曲線）との整合を研究して、列車の乗り心地向上、材料の延命を図る。
- ④ 今後実施すべき、北線山岳地帯の列車速度向上、南線の列車速度向上の諸施策を評価する資料を作る。

(2) 列車速度向上を目標として、線路の保守レベルを向上するために、保守用大型機械の購入および軌道材料の強化を推進する。

このために、特に

- ① 軌道検測車を購入して軌道狂い管理を実施する。
- ② 鉄道路盤の改良を含む、総合的な噴泥対策を研究し、実施する。
- ③ 木まくらぎ用、コンクリートまくらぎ用締結装置の改良を研究し実施する。
- ④ 特にレール摩耗の著るしい区間のレール規格を改善し、車上による車輪フランジの塗油を推進する。
- ⑤ 効果的な曲線整正のための計算器具を購入して、円度整正を実施する。
- ⑥ 定期修繕方式を更に効果的に行なうための大型保線機械の購入計画を研究する。

(3) 運転・車輛担当の技術者と協同して、車上から輪重、横圧、脱線係数、列車動揺の測定・記録を行なって、列車速度向上のための研究を進めること。

この研究により、線路構造、材料の改良計画をたてること。

(4) 線路の近代的な管理を目標として、総合的なEDPシステムを計画し、推進すること。

このために、まず現在実施しているレールシステムを充実させるために、

- ① レールシステムの入出力帳票の研究
- ② 管理基準の研究を進めること、そのためにレール摩耗基準作製研究用として精度の良い器具（プラニメーター）を購入すること。
- ③ レール管理用の諸データの収集と評価を実施すること。

(5) 脱線事故防止のための総合的な施策の研究を実施すること。特に施設管理の立場から

- ① 降雨、強風による災害防止のためのシステムを研究し、実施すること。

② 老朽施設、危険箇所の総合的な防災計画を研究し、それを実施すること。

これらの効果的な実行のために熟練した専門家による協力を得ることが大切と考えられる。

8. あ と が き

タイ国鉄の線路整備の状態は、比較的良い状態にあると考えられるが、今後国の発展と並行して、タイ国鉄の近代化を進めなければならないと考えられる。

線路設備は、その数量が膨大であり、更にその改善は車輛と異なって使用しつつ部分的に改良を進めるという息の長い計画の遂行が必要となる。

そのために、線路を管理する技術者は絶えざる技術の改良の意志と、将来の状況を見通す正確な手見能力が要求されているのである。

その意味において、タイ国鉄の線路維持管理技術上の問題は未だ山積しており、今後の引き続きいた改善が為されねばならないと考えられるのである。

APPENDIX

1. FEATURES

In recent years, rail provided with high anti-abrasion property is being increasingly in demand not only by ordinary railroads for passengers and freight, but particularly by the mining industry for applications in relation to railroads in the mining districts where it must stand repeated heavy loads and run through quite a series of sharp curves.

To cope with such requirements, Nippon Steel Corporation has devoted itself to developing rail and their efforts have now culminated in the establishment of a new heat-treatment process for the manufacture of New Head-Hardened Rail provided with new chemical compositions.

Some of the outstanding features of New Head-Hardened Rail are as follows:

- (1) The rail has extremely fine pearlitic structure which is superior to any other microstructures in anti-abrasion.
- (2) The rail is provided with a surface hardness of HB 341~ 388, and shows a very gradual decrease in hardness inwards.
- (3) Stable quality is assured through whole length of every rail owing to the entirely continuous heat treatment and roller straightening process.

2. MANUFACTURING PROCESS OF NEW HEAD-HARDENED RAILS

2-1 Flow of Process

New Head-Hardened Rails are manufactured in accordance with the sequence shown in Fig. 1.

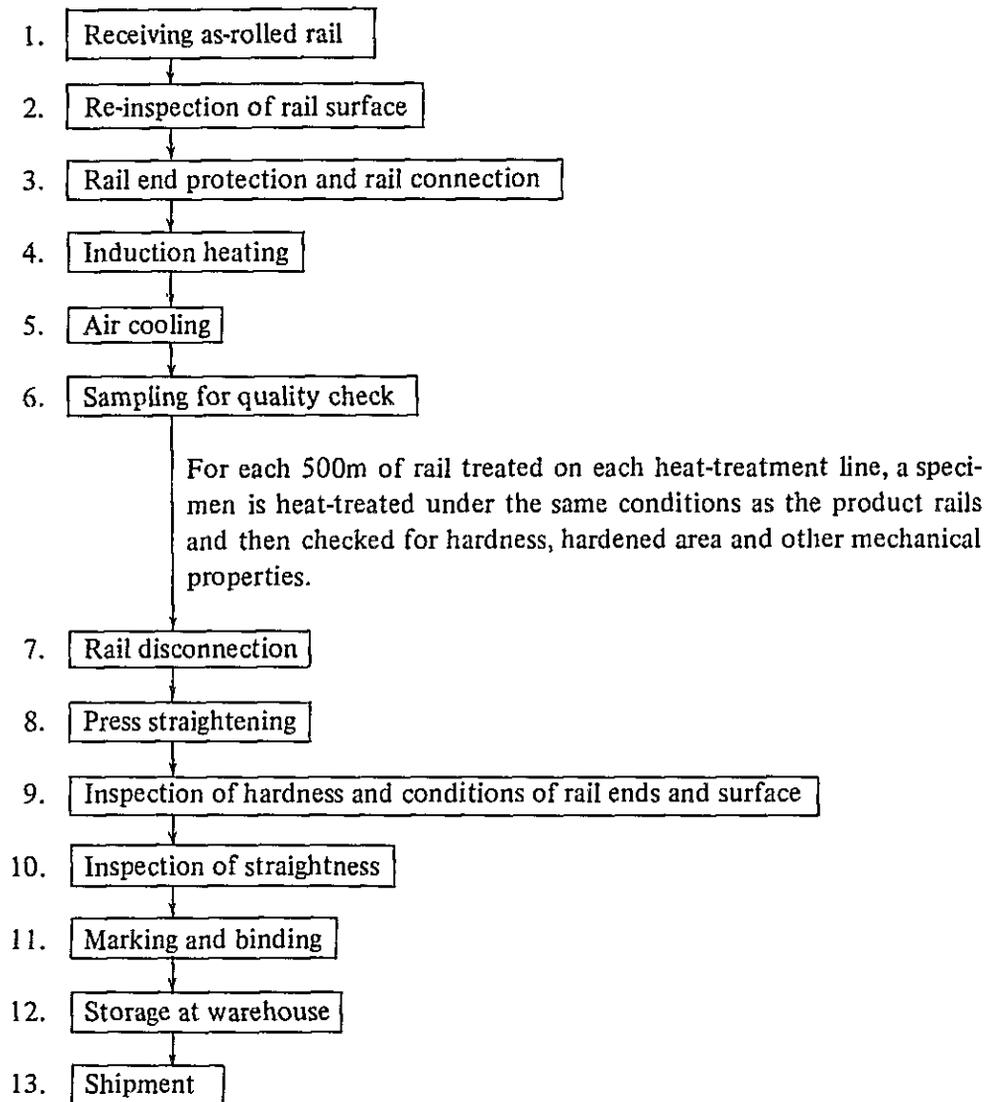


Fig. 1 Heat Treatment Procedure of New Head-Hardened Rail

2-2 Layout of Heat Treatment Equipments

Fig. 2 shows an overall plan of the heat treatment equipments.

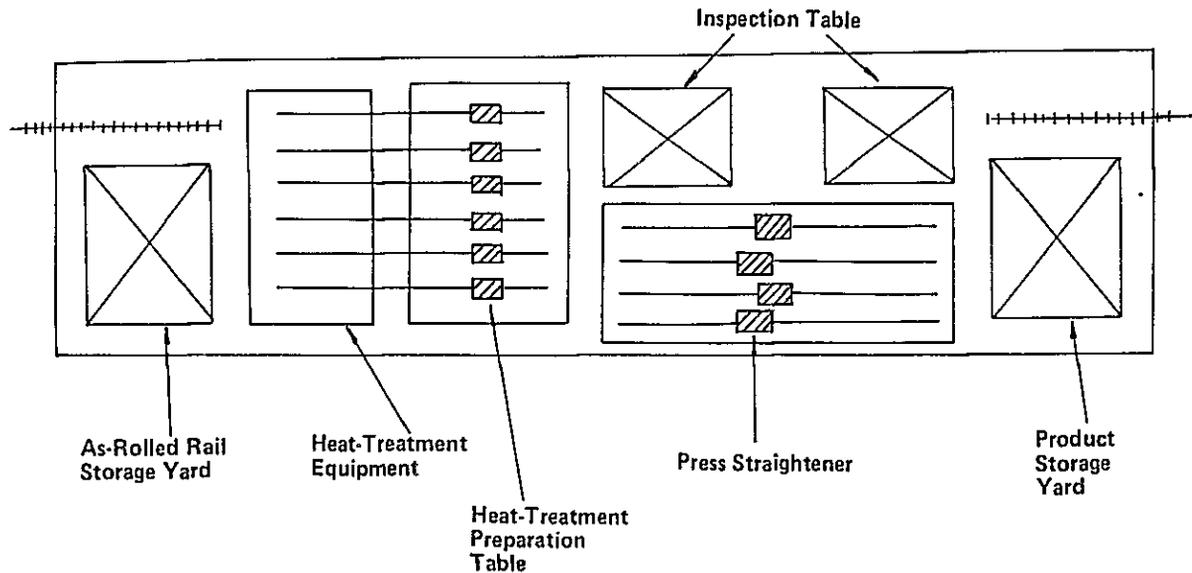


Fig. 2 Overall Plan of Heat-Treatment Equipments

2-3 Test and Inspection

The following tests and inspections are made during the manufacturing process of the rail:

(1) Re-Inspection of Surface of Rails before Heat Treatment

As-rolled rails delivered onto the heat treatment line have already undergone inspection for surface defects at the end of the rolling mill. But visual inspection of the surface of the rail head is conducted again on the preparation table. Also, magnetic particle test, utilizing A.C. magnetic poles is conducted on some selected portions of each rail to detect shrinkage pipe.

(2) Hardness Test

Hardness of all heat treated rails is tested on the rail head on the inspection table, using Shore Hardness Testers.

(3) Inspection of Rail Surface

Surface of all heat treated rails is visually inspected on the inspection table.

(4) Inspection of Rail Ends

Both ends of all heat treated rails are checked by the magnetic particle test to detect cracks.

(5) Inspection of Straightness

After correcting deformation due to heat treatment by the press straightener, each rail is inspected mainly with respect to straightness of its ends.

3. SPECIFICATIONS

The below-listed rails are supplied in accordance with our following specifications:

AREA	136 ^{lb} , 115 ^{lb}
JIS	60 ^{kg} , 50 ^{kgN} , 50 ^{kg}

The other types of rails also will be replied to the customer's requirement, considering the min. quantity needed.

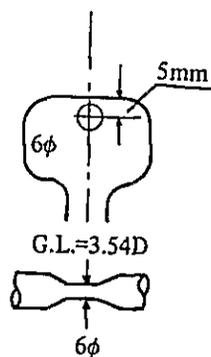
3-1 Chemical Composition

C.	0.70 ~ 0.82%
Mn	0.70 ~ 1.00%
Si	0.10 ~ 0.35%
P	0.030% Max.
S	0.030% Max.

3-2 Mechanical Properties (after heat treatment)

Tensile strength	120Kgf/mm ²	min.
Elongation	14%	min.
Hardness (surface of rail head)	HB 341 ~ 388	

Note: Position of Tensile Test-piece



3-3 Profile of Hardened Zone and Others

Depth of Hardened Zone	Heat treated depth: Center of head top . . . <i>b</i> :15mm or over. Heat treated part under the jaw . . . <i>a</i> , <i>c</i> : 10mm or over.	
Cross-sectional Hardness	There shall be no part exceeding Vickers-hardness (Hv) 410.	
Distribution of Hardness in Section	Shall be sloped gradually toward the inside, with no sharp drop or discontinuity.	

Note: "Hardened Zone" refers to the part austenitized at heating of heat treatment.

4. PRODUCTION RESULTS OF 136RE NEW HEAD-HARDENED RAILS

4-1 Properties of As-rolled Rails (before heat treatment)

(1) Chemical Composition

Table 1. Chemical Composition (%)
(Radiation Spectral Analysis)

Heat No.		C	Si	Mn	P	s	Cu	Al
A50189	Ladle	0.76	0.22	0.93	0.020	0.020	—	—
	Check	0.77	0.22	0.95	0.019	0.021	0.015	0.008

(2) Drop Weight Test and Internal Conditions (Nick & Break Test)

Heat No. A50189

Head upwards

Drop weight 907kg

Height 6.7m

* Deflection	Ingot No. 3	25 mm	No break
	" No. 6	25 mm	"
	" No. 10	25 mm	"

Evaluation Good

* Internal conditions Good (all ingots)

(3) Mechanical Properties

Table 2. Mechanical Properties

(by JIS No. 4 Test piece)

Heat No.	Proof Stress (P.S.) (Kg/mm ²)	Tensile Strength (T.S.) (Kg/mm ²)	Elongation (El) (%)	Reduction of Area (R.A.) (%)	Hardness (Hv)
A50189	58.6	97.7	14.0	20.2	270

4-2 Properties of Rails after Heat-treatment

(1) Macrostructure of Heat Treated Rail

Photo 1 shows the macrostructure of a rail head cross section after heat treatment. The macrostructure exhibits a clear pattern divisible into three layers.

Layer (I), or the black peripheral area, represents the zone which is forcedly quench-hardened after heating to temperature above transformation temperature (730° C or more).

Layer (II), or the white area adjacent to layer (I), represents the heat affected zone where cooling is comparatively slow after heating.

Layer (III), represents the portion of the base metal which is unaffected by heat treatment.



Photo 1. Macrostructure after Heat-treatment

(2) Heat-treatment Profile and Hardness Distribution

Fig. 3 indicates the depths of heat treated zones in the rail shown in Photo 1. The hardened zone, or layer (I), is 18mm deep.

Its hardness distributions are shown in Figs. 4 and 5. The distribution of hardness is sloped toward the inside. No sharp drop or discontinuity in this hardness distribution is recognized.

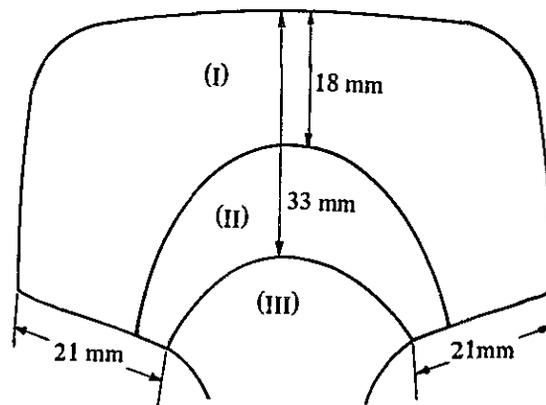


Fig. 3. Depths of Heat Treated Zones in the Rail Head

Hardness Distribution

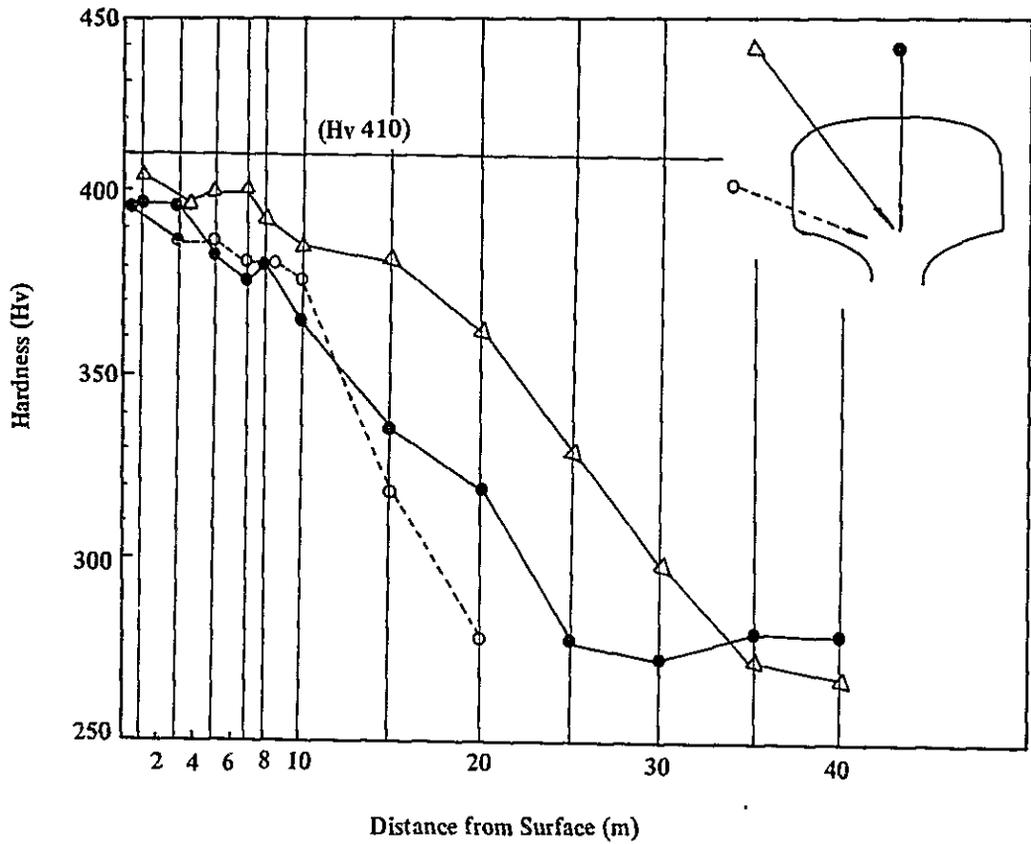


Fig. 4 Hardness Distribution in Hardened Layer

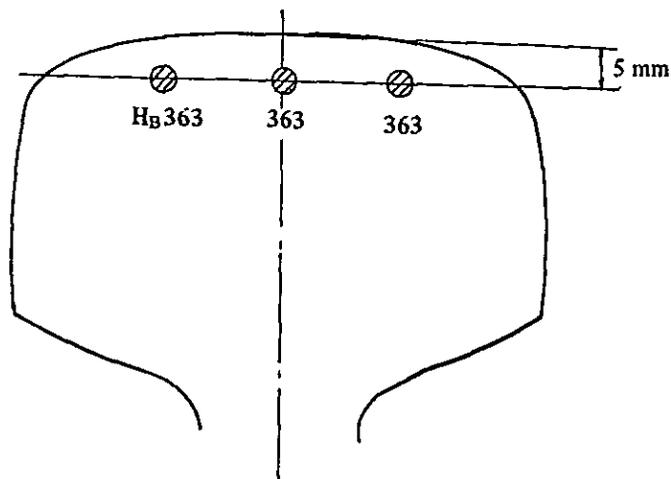


Fig. 5 Hardness in Hardened Layer (HB)

(3) Microstructure

i) Optical microscopic observations

Photo 2 shows the heat treated structure as observed under an optical microscope (x 400).

Microstructure of layer (I) (points 2, 6, 10, and 15 mm) where is forcedly quench-hardened after heating to temperature is invariably troostic fine pearlite above transformation temperature.

Microstructure of layer (II) (point 25 mm) where cooling is comparatively slow after heating is sorbitic fine pearlite.

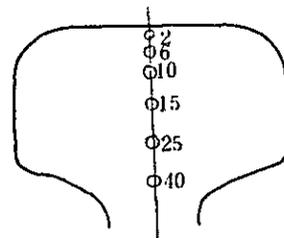
Microstructure of layer (III) (point 40 mm) is as pearlitic as the microstructure of as-rolled high carbon steel rail.

ii) Electron microscopic observations

Photos 3 and 4 show fine pearlite structures of layer (I) (hardened zone) as magnified x 5,000 and x 10,000 under electron microscope.

The pearlite lamellar spacing is 0.1μ wide or so.

As-rolled carbon steel rail has approximately 0.5μ wide pearlite lamellar spacing.



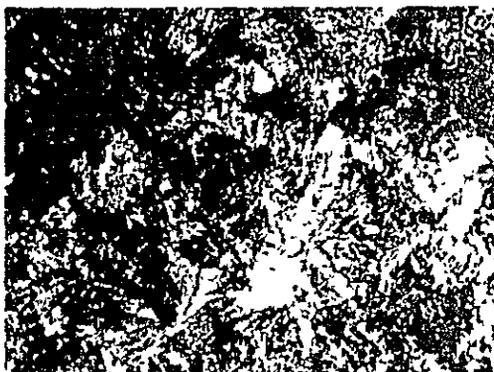
2 mm

HV397



15 mm

HV336



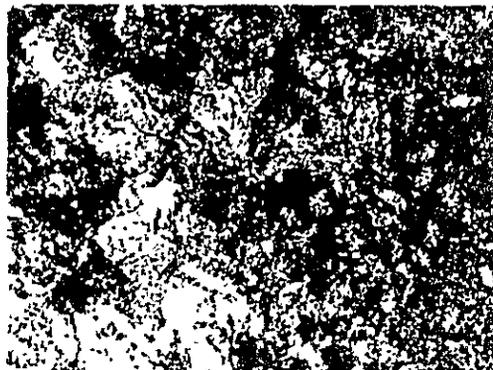
6 mm

HV388



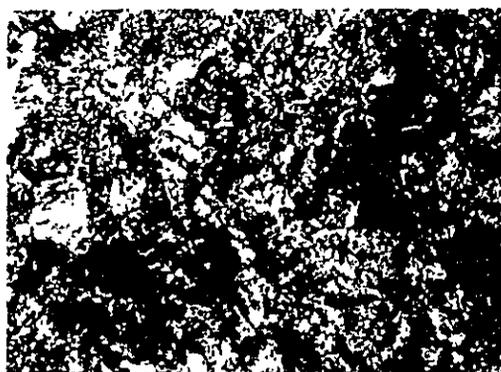
25 mm

HV279



10 mm

HV366



40 mm

HV281

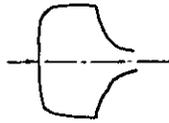


Photo 2. Microstructure (x400)

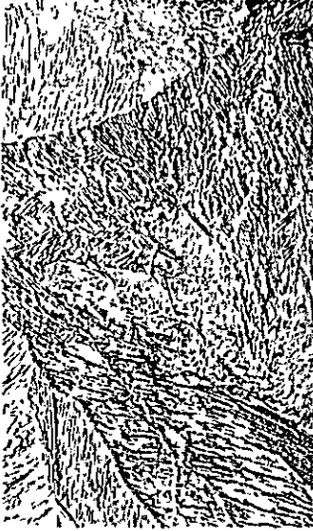
Depth from Surface, 6 mm



X5,000

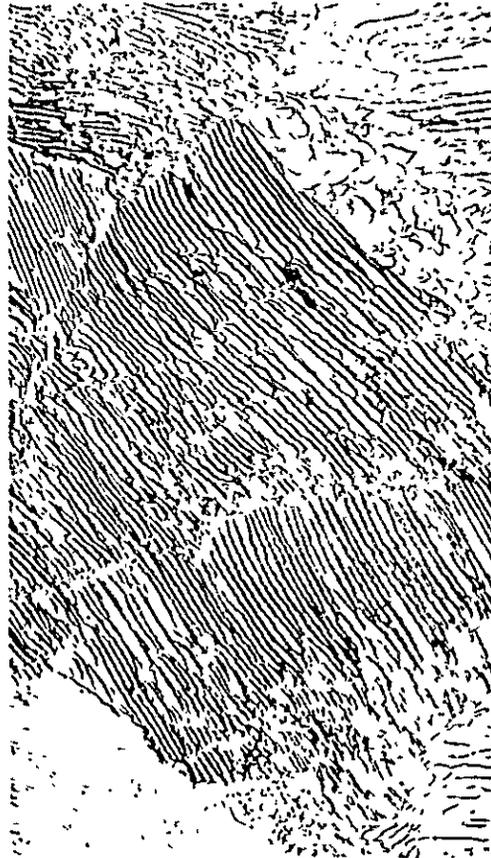


Depth from surface, 1 mm



X5000

X10,000

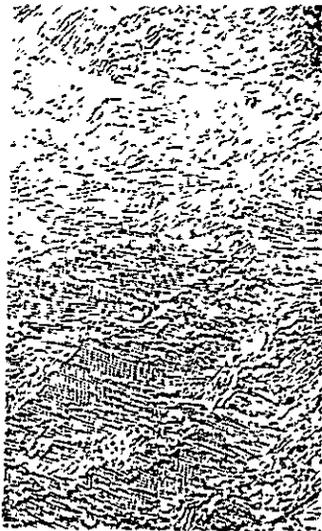


X10,000

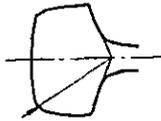


Photo 3. Microstructure

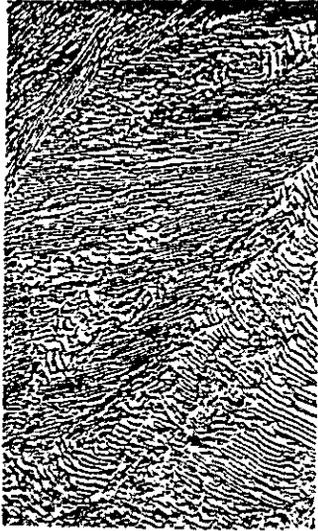
Depth from Surface, 1 mm



X 5,000

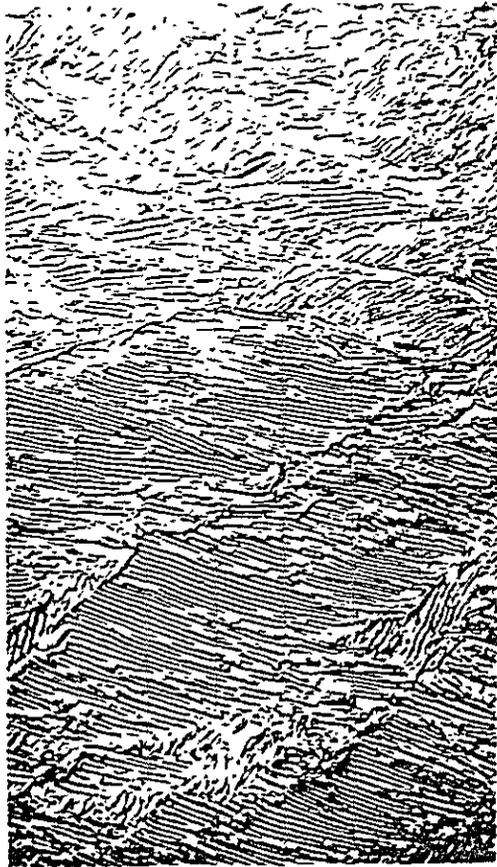


Depth from Surface, 6 mm



X 5,000

X 10,000



X 10,000

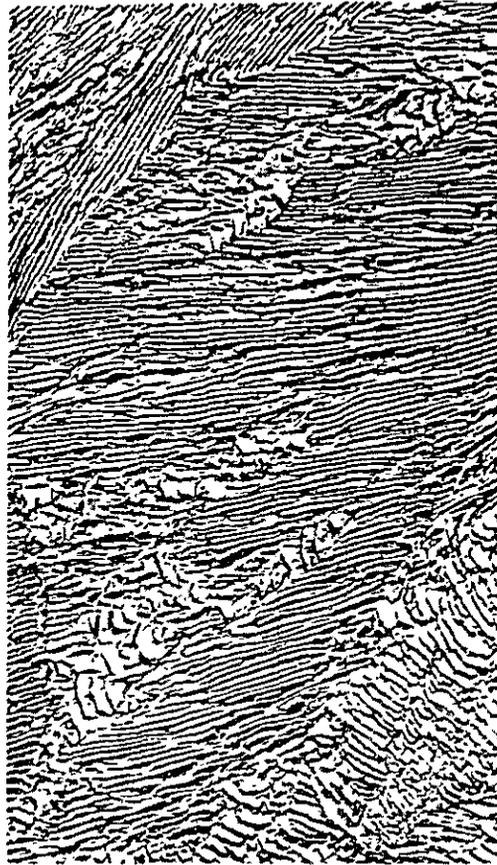


Photo 4. Microstructure

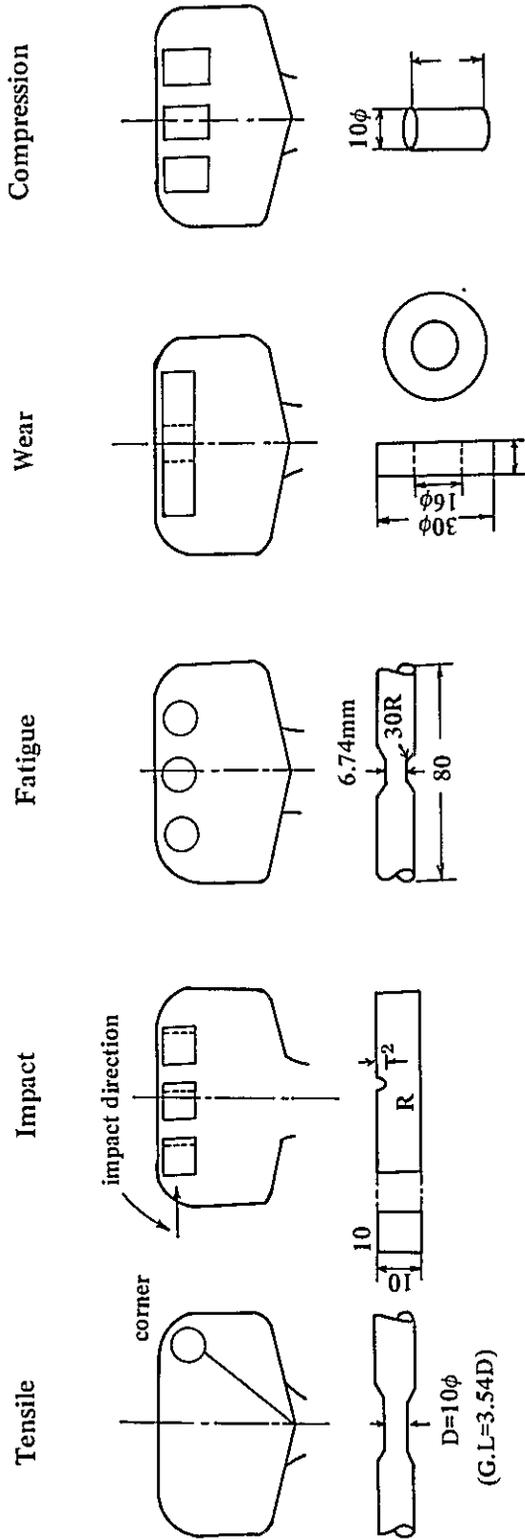
(4) Mechanical Properties of Rail after Heat Treatment

4 - 1 Mechanical Properties

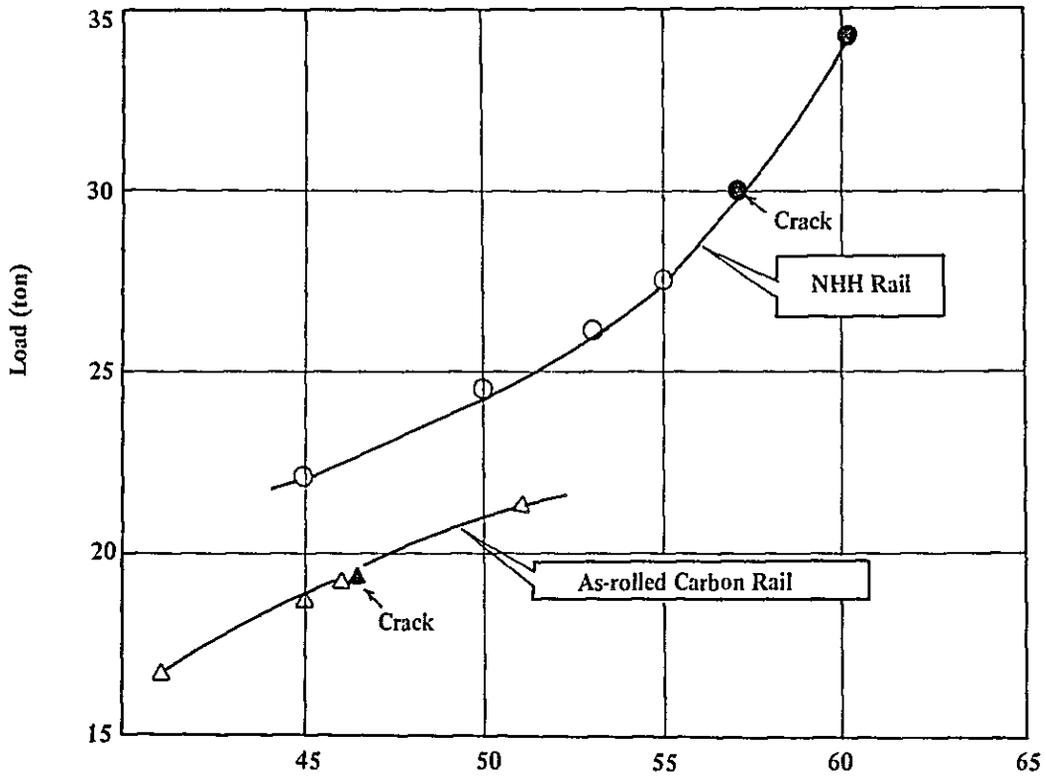
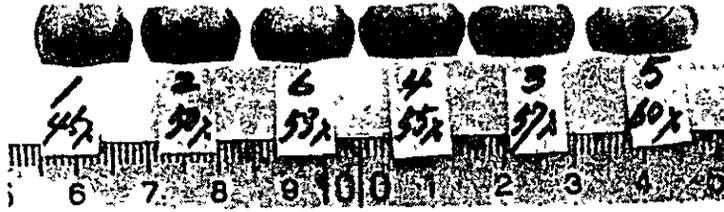
Table 3. Mechanical Properties

Tensile Properties (T.P.: JIS No.4)		Impact Properties (2 μ E)				Hardness (HB)	Compressive Limit (%)	Amount of Wear at 500x10 ² cycles (gr)	Fatigue Limit (Kg/mm ²)
Corner (Dia: 10 ϕ)		0 ^o C (Kg-m/cm ²)		-20 ^o C (Kg-m/cm ²)					
P.S (Kg/mm ²)	T.S (Kg/mm ²)	E.L (%)	R.A (%)	+20 ^o C (Kg-m/cm ²)	0 ^o C (Kg-m/cm ²)	-20 ^o C (Kg-m/cm ²)			
92.4	130.5	18.6	30.2	2.1 ~ 2.9	1.6 ~ 2.1	1.4 ~ 1.7	55	0.182 ~ 0.193	57

Specimen:



Results of Compression Test:



$$\text{Compressive ratio (\%)} \left[\frac{l_0 - l}{l} \times 100 \right]$$

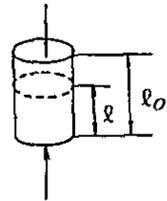


Fig. 6 Results of Compression Test

Results of Wear Test (1):

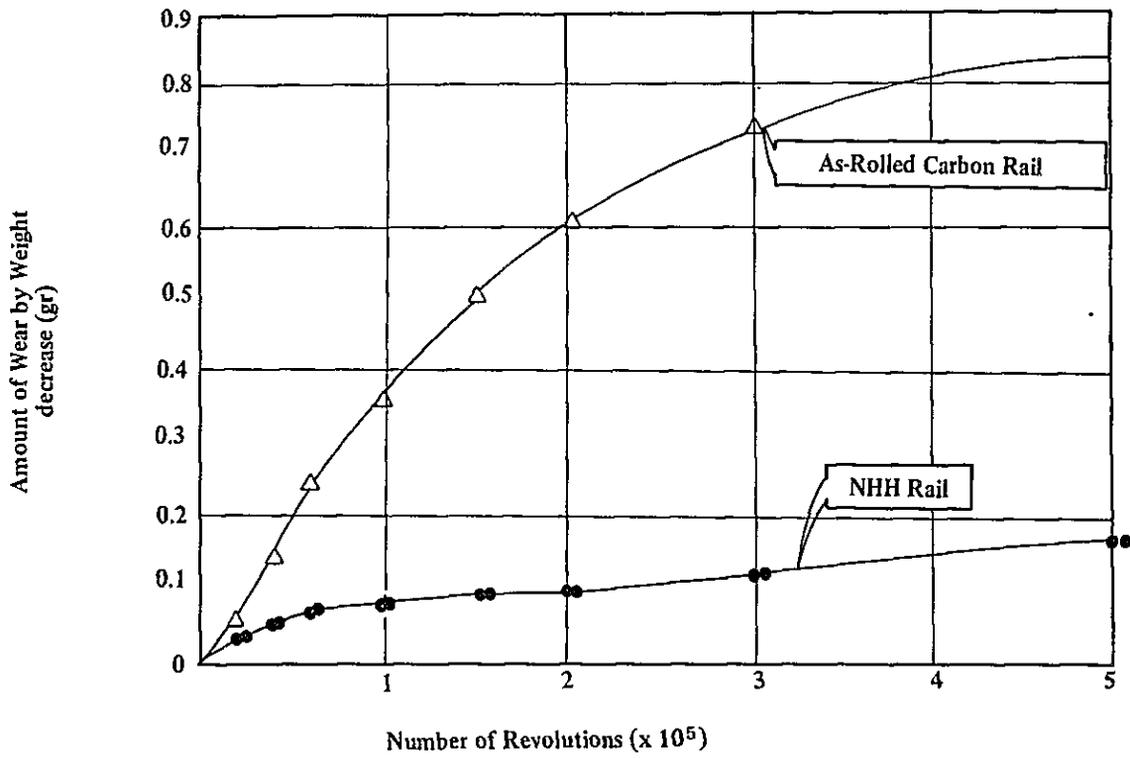
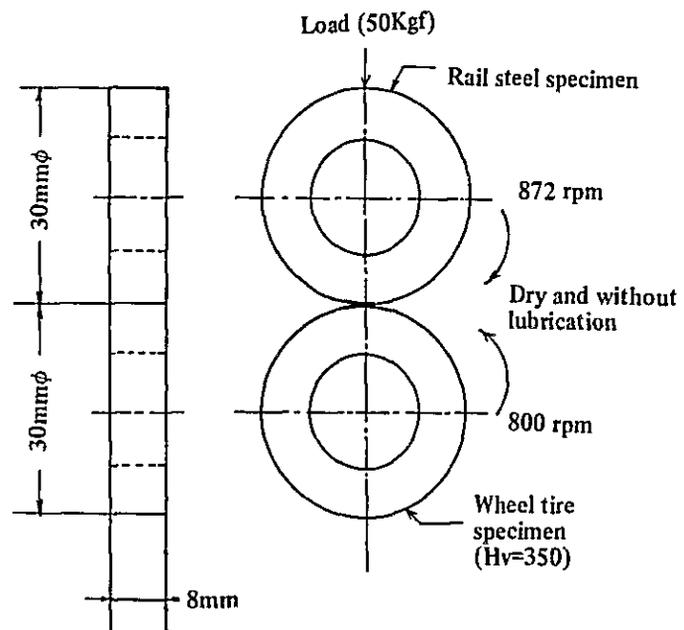


Fig. 7. Results of Wear Test

Wear Test Method

Two disc-like specimens rotate reversely, as shown right, rotating under slip 9% and 50kg load applied normally to rotation axis.

The weight loss of rail steel specimen is measured after designated cycles.



Results of Weat Test (2).

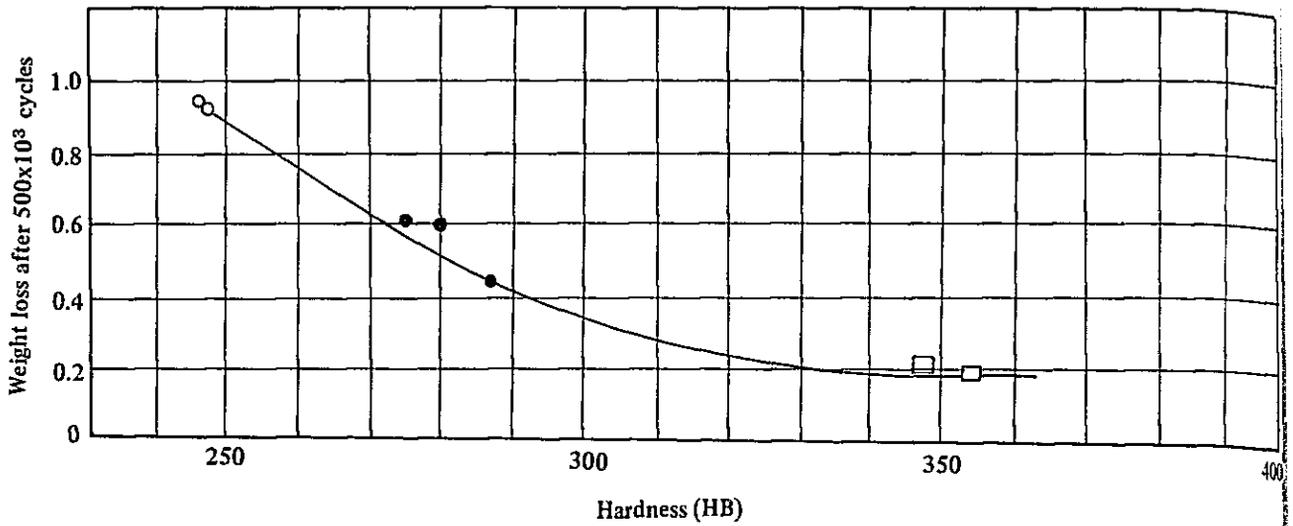


Fig. 8 Effects of Hardness of Pearlitic Steels on Weight Loss by Wear Test

Load: 50kgf

Slip: 9%

No lubrication

Marks:

- : As-rolled carbon rail with pearlite.
(0.7C-0.2Si-0.9Mn)
- : As-rolled high silicon rail with
fine pearlite. (0.7C-0.9Si-1.4Mn)
- : NHH rail with very fine pearlite.
(0.75C-0.2Si-0.9Mn)

Results of Fatigue Test:

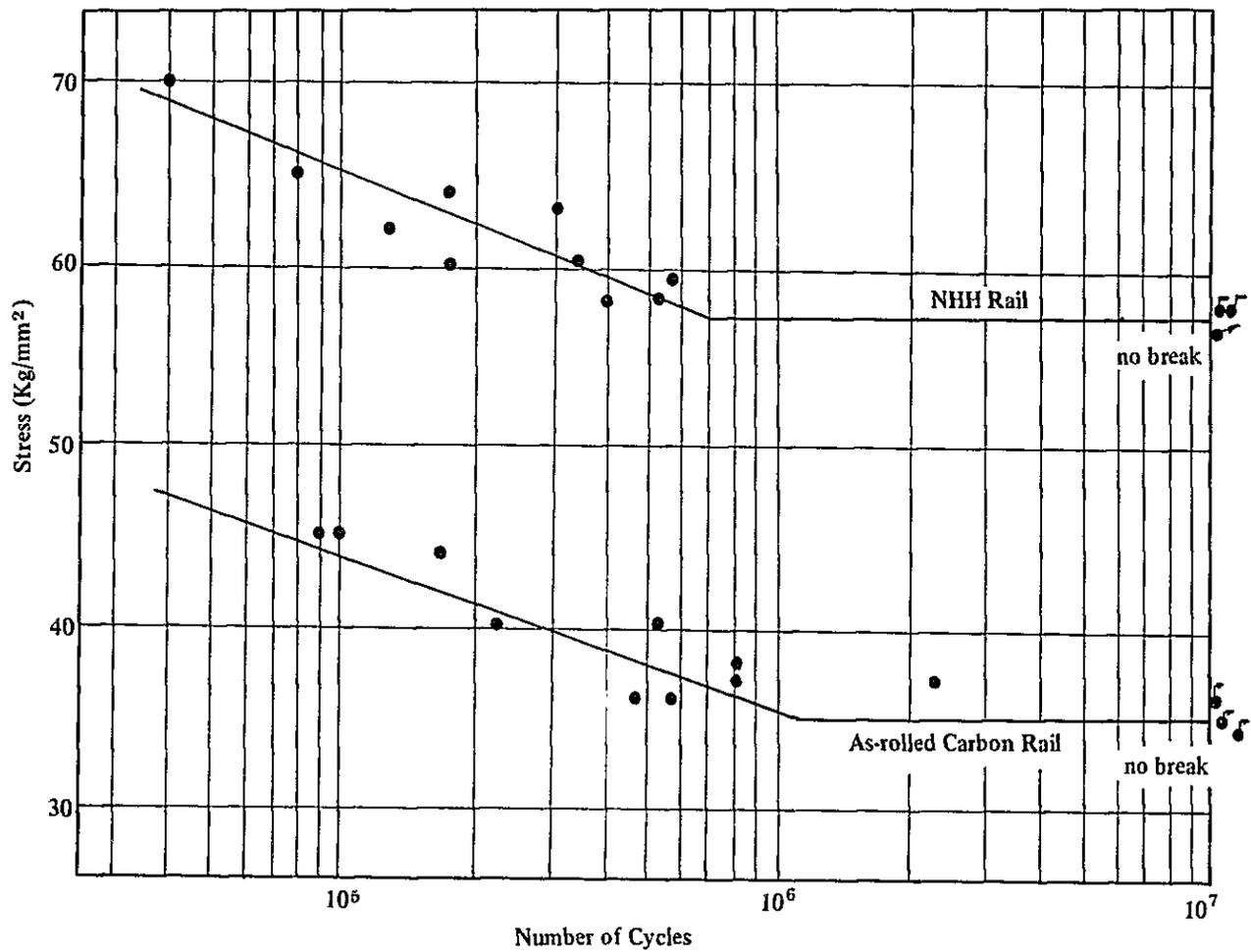
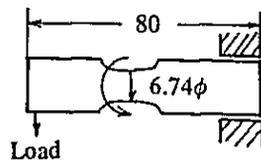


Fig. 9 Fatigue Strength by Small Rotating Bending Tester

Method

- 1) Rotating bending fatigue test
- 2) RPM = 6000 rpm



タイ国鉄の現状

目 次

1. タイ国鉄の現状	1
1.1 タイ国鉄の歴史と組織	1
1.2 営業成績	1
1.3 旅客営業	1
1.4 貨物営業	2
2. 運賃および料金制度	2
3. 職員および厚生	5
3.1 職員および福祉制度	5
3.2 鉄道学園	6
4. 建設および改良計画	7
4.1 1977～1981年度の設備改良計画	7
4.2 新線建設計画	8
5. 諸統計	8
5.1 施設関係統計	8
5.2 車両関係統計	9
5.3 運転関係統計	12
5.4 営業関係統計	14
5.5 経理関係統計	15
5.6 職員関係統計	18

1. タイ国鉄の現状

1.1 タイ国鉄の歴史と組織

RSRと略称されるタイ国有鉄道は、国家が所有する企業である。

タイ国鉄は1890年(明治23年)に政府の一部局として創業したが、1951年(昭和26年)7月1日より独立採算制の組織として、タイ国有鉄道法(BE2491.1951)により改組された。

鉄道の開業は1892年(明治25年)で、1900年(明治33年)には、Kakon Ratchasimaまで264 kmの線路が延びている。開業当時の軌間は、4フィート8½インチ(1.435 m)の標準軌間であったが、1900年以後南方本線の建設が開始されるにあたり、路線は終局的にビルマおよびマレーシアの鉄道と連絡する事が考慮されメートルゲージが採用されることとなった。そして、既設線区の軌間変更は1919年(大正8年)に決定され、1930年(昭和5年)4月に完成した。

1978会計年度末(1978. 9. 30)現在、タイ国鉄は3,735 km (Mae Klong 線 65 kmを除く)の路線を所有し、営業している。路線は首都バンコクより四方に広がりヒマラヤ連邦鉄道とタイ南部の Padang Besar および Sungai Kolok で連結し、カンボジア鉄道と Aranyaprathet で連絡している。

タイ国鉄の管理および政策決定は、大臣により指定される理事長および4～6人の理事が構成する理事会が行なっている。タイ国鉄総裁も理事会の一員である。タイ国通信運輸省は、タイ国鉄を監督し、これに対して意見等の上申、報告の提出、行為の停止を指示あるいは命令する。

1.2 営業成績

本線の営業収入は Mae Klong 線を除いて1978年度は、16億820万バーツ(邦価約190億円)であり、前年度を4820万バーツ(3.1%)上まわった。

営業支出は、同年度14億9290万バーツ(邦価約176億円)で、同じく3740万バーツ(2.6%)上まわり、その結果、1億3810万バーツ(邦価約16億円)の利益金が生じた。これより営業外支出7580万バーツを差引くと本線の営業収支の利益金は6230万バーツとなり、前年度を3250万バーツを上まわっている。

1978年度の営業係数は92.83であって、前年度より0.48低下した。

廃止の予定されている Mae Klong 線については、1978年度は490万バーツの損失が生じたが、これは前年度を260万バーツ下まわった。

以上よりタイ国鉄全線の収支は、5740万バーツの利益となった。

1.3 旅客営業

1978年度の全旅客数は5900万人で、前年度と比較すると110万(1.8%)増加した。

旅客輸送量は、60億3900万人・キロであって、前年度と比較すると3億8950万人キロ(6.9%)の増加を記録した。また同年度の旅客収入は、9億10万バーツであって、5980万バーツ(7.1%)前年度より増加し、タイ国鉄全収入の56%を占めた。

2等および3等旅客の数は、それぞれ110万および、5780万人であって、10万人と100万人増加したが、1等旅客の数は3万人減少して6万人となった。

1978年度の平均乗車キロは102.3kmで、前年度と比較して4.9km増加した。

タイ国鉄は引続き時刻改正および速度向上を実施して、旅客サービスの向上を図る計画である。

1.4 貨物営業

タイ国鉄の1978年度輸送貨物総量は610万トンで、前年度を21万4000トン下まわった。総量のうち車扱貨物は600万トンで18万8000トン(3.1%)、小口扱貨物は14万3000トンで2万6000トン(15.3%)、それぞれ昨年度を下まわった。

輸送量をトンキロで示すと、車扱貨物は26億5100万トンキロで、前年度より2億6100万トンキロ減少した。

貨物収入を、車扱、小口扱、その他に分類して示すと、車扱貨物収入は5億3380万バーツで、前年度より2450万バーツ(4.4%)減少し、小口扱貨物収入は3250万バーツで370万バーツ(10.1%)減少した。その他の貨物収入は2200万バーツで、前年度より170万バーツ(7.3%)の減少を記録した。

2. 運賃および料金制度

旅客および貨物運賃の質率の決定は、タイ国鉄法(BE2494)によって、運輸大臣の認可制度となっているが、タイ国鉄は運輸大臣の経済財政計画と不調和を来たさない限り、総裁権限によって25%以下の運賃値上げおよび50%をこえない運賃の値下げを実施することができる。しかし、これまでタイ国鉄は政府の承認なしに運賃の変更を実施したことはない。

石油危機以後の世界的インフレ傾向のあった1975年度中にタイ国鉄は、1952年6月以来改訂されなかった貨物運賃と1955年2月以来改訂されていない旅客運賃の改訂を申請した。その結果貨物運賃は1975年10月より、旅客運賃は1975年11月より新運賃に

改訂された。

旧制度における貨物運賃は9等級に分類されていたが、新制度では6等級に分類され、第1等級貨物には2つの小区分と新聞・雑誌などの特別区分を有しており、これらには小口扱いと車扱いの別がある。

第4等級は現在最も輸送量が多く、1978年度に全輸送量の約50%を占めた。この等級の貨物を例にして運賃改正の状況を距離別に説明すると表2.1の通りである。

表 2.1 貨物運賃改訂の状況

距 離 (km)	運賃(トンあたりパーツ)		
	現 行 運 賃	旧 運 賃	増加率(%)
50	14.00	13.80	1.4
100	28.00	27.50	1.8
150	39.50	37.50	5.3
200	51.00	47.50	7.4
300	69.50	60.00	15.8
500	102.50	82.50	24.2
700	131.00	101.50	29.1
1000	173.00	128.50	34.6

(注 1パーツは約11.8円)

距 離 (km)	運賃(トンあたりパーツ)				
	2 等	3 等	4 等	5 等	6 等
50	19.00	17.50	14.00	12.50	12.00
100	38.00	35.00	28.00	25.00	24.00
150	53.50	49.50	39.50	35.30	33.80
200	69.00	64.00	51.00	45.50	43.50
300	94.00	87.00	69.50	62.00	59.00
500	138.50	128.00	102.50	91.50	87.00
700	177.00	163.50	131.00	117.00	111.50
1000	234.00	216.00	173.00	154.50	147.50

注：車扱貨物

貨物運賃の等級と、それに含まれる品目は表 2.2 の通りである。

表 2.2 貨物等級品目表

等級	品目
2 等級	電気製品、自動車、錫、航空燃料
3 等級	鋼コイル、原木、木材、瓦(タイル)、ガソリン
4 等級	鮮魚、米、とうもろこし、ゴム、麻、セメント垂炭、蛍石、マンガン、石膏、化学肥料、石油、ディーゼル油
5 等級	果実、米、ぬか、塩、土砂、砂、アスファルト
6 等級	野菜、ココナツ、卵、石炭、有機肥料

またタイ国鉄は、年間ある期間を定めて大量輸送あるいは貸車の使用効率向上を目的として特別の顧客および商品について、割引輸送契約による特別運賃を設定しており、この種の貨物は 1978 年度に 170 万 3625 トンが輸送された。

運賃改正後の新旅客運賃の 1 km あたり賃率は表 2.3 の通りである。

表 2.3 新旅客運賃賃率表

距離 (km)	1 km あたりの運賃(サタン)		
	1 等	2 等	3 等
1~100	45	26	15
101~200	41	23	12
201~300	38	20	10
301~	36	18	9

注：1 サタンは百分の 1 パーツ

また距離別の新旅客運賃と値上げ率は表 2.4 の通りである。

表 2.4 距離別新旅客運賃と値上げ率

距離 (km)	新旅客運賃と値上げ率					
	1等	%	2等	%	3等	%
100	45.00	12.5	26.00	30.0	15.00	50.0
150	65.50	9.2	37.50	25.0	21.00	40.0
200	86.00	7.5	49.00	22.5	27.00	35.0
300	124.00	5.1	69.00	16.9	37.00	25.4
400	160.00	3.9	87.00	13.0	46.00	19.5
500	196.00	3.2	105.00	10.5	55.00	15.8
700	268.00	5.5	141.00	11.0	73.00	15.0
900	340.00	6.9	177.00	11.3	91.00	14.5

往復運賃については10～20%の割引きがあり、団体旅行の場合にもさらに割引がある。

また、北線および東北線について、他交通機関との競争が特に激しい区間については、特別運賃が設定されている。

3. 職員および厚生

3.1 職員および福祉制度

以前の職員の福祉制度は、1952年に設立されたProvident基金計画によっていた。この計画では、全ての終身雇用職員は基金の会員となり、各会員の給料および手当の5%を基金に差引いて積立て、タイ国鉄は同額を基金を納付することとなっていた。しかし1976年1月以降タイ国鉄の職員の福祉基金は、次のように2つの部分に分轄された。

(1) タイ国鉄職員の共済基金制度

組合員の給料および手当より差引かれた5%の部分と、1976年1月1日以前の利子の分およびProvident基金にタイ国鉄が納付した資金の一部を新しいタイ国鉄職員共済基金に割りあてることとし、それ以降は会員の給料および手当の5%を毎月差引いて新基金に納付する。

現行のタイ国鉄職員共済基金規則によると、会員は個人的な借入金、土地、建物の購入資金に対して年率9%の利子による貸付を受けられる。

(2) タイ国鉄職員の Provident 基金

この基金は、前の制度より割りあてられた基金およびその後タイ国鉄が各会員の給料および手当の10%に相当する額を積立てた基金により運営され、現行規則によると会員は次の恩典をうける権利を有することになっている。

幼児手当、死亡給付金、妊娠手当

また、退職する職員は雇用中に納付した掛金に対して、年率8%の利子率による年利を加えた分の還付を受けるほか、タイ国鉄職員 Provident 基金より年金、一時金あるいは毎月生活手当のいずれか一つを選択して給付を受けることができる。

地方に勤務している職員および中央に勤務している職員の一部に対して宿舎が提供されており、医療については、バンコクに中央鉄道病院が設置されているほか、全国に12ヶ所の鉄道病院と18ヶ所の診療所を運営している。

これら職員およびその家族に対して実施された医療費および入院経費は、低所得職員については無料とし、他の職員については年賦返還させることとしている。また、タイ国鉄は職員子弟の教育費およびそれに関連する費用を給付している。

3.2 鉄道学園

職員の専門知識および技能の習得について、現在2つの方法がとられている。これは、現場における実習と施設および運転関係職員に対して行なわれる3年間の鉄道学園における技術訓練である。

この鉄道学園の施設は1940年に設置され、1977年度末には、2848名の卒業者を送り出し、現在139名を教育中である。

鉄道学園における訓練計画は、1962年1月1日より更に改善され、幹部研修および職員教育を拡充してうけもつことになった。またさらに訓練施設の拡充によって中 職員の研修を実施し、1978年度には163名のこの種の研修を実施した。表3.1はこれら職員の研修数である。

表3.1 中堅幹部研修数

年 度	研修に参加した職員数			
	運 転	施 設	工 作	合 計
1974	120	—	123	243
1975	120	43	125	288
1976	120	73	—	193
1977	306	—	—	306
1978	120	36	7	163

4. 建設および改良計画

4.1 1977～1981年度の設備改良計画

1977～1981年度におけるタイ国鉄の設備改良計画は、政府の国家経済社会開発計画の一環として、原案において総額17億3381万8000パーツ（邦価約205億円）が承認されている。

この計画の主なねらいは、予想される交通需要の増加に対して輸送力の増加を図ることと、輸送の効率を高めて経費の節減を図ることである。

しかし、その後の投資計画の改訂によって、投資総額は16億1300万7千パーツ（邦価約190億円）に減額されている。改訂された計画には、次の項目が含まれている。

(1) 動力車、車両および機械の整備

30両のディーゼル機関車と予備部品の購入、192両の客車および200両の貨車をMakkasan工場で建造すること、並びに工場の機器の取替および新設備の追加購入、工場能力、能率の向上のための新建物の建設、拡張および近代化を実施する。

(2) 線路および橋梁の取替

現用70ポンド12mレール端部を切断し、46mに溶接して東北線に40km再用するほか現用70ポンド72mおよび144mレール615kmをテルミット溶接によって東北線においてロングレール化する。

北線の70ポンドレール203kmを80ポンドレールに重量化する。

木まくらぎ192kmをコンクリートまくらぎ化するために27万5000本を製造あるいは購入する。

263ヶ所に上る旧式木橋を永久設備に取り替え、200ヶ所の鋼橋および長スパンのレール桁を載荷力向上のため恒久設備に取り替える。

(3) 側線の新設および増設

既定計画の継続として、輸送需要に従って側線の新設および延長を実施する。

(4) 通信設備の改良

現用の3回路搬送電話回線、6単位コードのテレプリンター、バンコク電話交換設備の取替を実施する。

南線のTaling、Chan junction～Chumphon間および北線Ban junction～Lop Buri間の信号設備、連動装置、通票鎖錠装置を改良する。

4.2 新線建設計画

1977～1981年度において東線の Chacheonsao～Sattahip 間 160 km を深水港設備への鉄道連絡のために建設する。(建設計画の細部は参考資料-3 参照)

5. 諸 統 計

5.1 施設関係統計

表 5.1 年度別線路延長

年 度	線路延長 (km)	年 度	線路延長 (km)
1930	2,862	1974	3,765
1940	3,130	1975	3,765
1950	3,272	1976	3,765
1960	3,494	1977	3,765
1970	3,765	1978	3,735

表 5.2 軌道延長

年 度	軌道延長 (km)		
	本 線	側 線	合 計
1974	3,855	583	4,438
1975	3,855	588	4,443
1976	3,855	595	4,450
1977	3,855	597	4,452
1978	3,825	590	4,415

表 5.3 レール重量別軌道延長（本線）

年 度	レール重量別延長 (km)			
	50ポンド	60ポンド	70ポンド	80ポンド
1974	248	537	2,533	537
1975	248	483	2,587	537
1976	243	449	2,605	558
1977	243	449	2,605	558
1978	243	419	2,605	558

表 5.4 まくらぎ種類別軌道延長（本線）

年 度	軌道延長 (km)	
	木まくらぎ	コンクリートまくらぎ
1974	3,495	360
1975	3,468	387
1976	3,468	387
1977	3,468	387
1978	3,397	428

橋梁については、1978年度末において2,648ヶ所で、その延長は58,093 mとなり、軌道延長の1.6%である。

5.2 車両関係統計

表 5.4 蒸気機関車所有数

年 度	木燃焼	油燃焼	合 計	
			帳簿上	使用中
1974	141	81	222	180
1975	138	80	218	68
1976	40	31	71	39
1977	14	25	39	39
1978	14	25	39	39

表 5.5 ディーゼル機関車所有数

年 度	電気式	液体式	合 計	
			帳簿上	使用中
1974	138	67	205	138
1975	177	67	244	199
1976	176	67	243	193
1977	176	67	243	197
1978	176	67	243	186

表 5.6 ディーゼル動車所有数(編成数)

年 度	帳簿上	使用中
1974	45	36
1975	45	36
1976	45	43
1977	49	46
1978	49	46

注 1 編成は動力車1および付随車1で構成される。

表 5.7 機関車およびディィーゼル動車の使用年数

使用年数	ディィーゼル機関車		ディィーゼル動車	合 計
	電気式	液圧式		
1～5	54	—	—	54
6～10	—	30	49	79
11～15	50	32	—	82
15以上	72	5	—	77
合 計	176	67	49	292

表5.8 客車保有数

年 度	普通車両	特殊車両	使用状況	
			帳簿上	使用中
1974	703	279	982	819
1975	703	298	1001	810
1976	699	309	1008	857
1977	741	311	1052	917
1978	718	299	1017	912

表5.9 客車使用年数

使用年数	台 数	%
1～10年	431	42.4
11～20年	159	15.6
21～30年	409	40.2
31～40年	-	-
41～	18	1.8

注 客車の平均使用年数は14.9年である

表5.10 貸車保有数

年 度	有 車	その他	使用状況	
			帳簿上	使用中
1974	4,646	4,830	9,846	8,746
1975	4,691	4,904	9,631	8,599
1976	4,756	4,935	9,691	7,886
1977	4,602	4,665	9,267	8,148
1978	4,610	4,513	9,123	7,781

表5.11 貨車の使用年数

使用年数	台数	%
1～10年	1,479	16.2
11～20年	3,071	33.7
21～30年	2,425	26.6
31～40年	949	10.4
41年以上	1,199	13.1

注 貨車の平均使用年数は22.6年である。

5.3 運転関係統計

表5.12 機関車運転キロ

1974年度～1978年度の機関車およびディーゼル動車の走行キロは次の通りである。

年度	蒸気機関車		ディーゼル機関車		ディーゼル動車		合計 1000km
	1000km	%	1000km	%	1000km	%	
1974	7,539	23	19,052	58	6,308	19	32,899
1975	3,984	12	21,996	68	6,558	20	32,538
1976	782	3	24,419	76	6,808	21	32,009
1977	88	1	27,351	76	8,426	23	35,865
1978	7	-	26,668	77	8,183	23	34,858

表5.13 1両あたり平均走行キロ

また下表は1日1両あたりの平均走行キロである。

年度	蒸気機関車 km	ディーゼル機関車 km	ディーゼル動車 km
1974	115	339	441
1975	93	291	438
1976	65	298	444
1977	49	350	502
1978	44	385	498

表5.14 営業列車列車キロ

年 度	旅客列車		貨物列車		混合列車		合 計
	1000 km	%	1000 km	%	1000 km	%	1000 km
1974	14,449	54	8,250	31	4,108	15	26,807
1975	14,830	56	7,788	29	3,932	15	26,550
1976	14,961	57	7,739	30	3,418	13	26,118
1977	16,150	56	8,894	31	3,660	13	28,704
1978	16,837	59	8,446	29	3,555	12	28,838

表5.15 営業列車の平均速度

営業列車の平均速度は、次表の通りである。

年 度	旅客列車	貨物列車	混合列車	km/hr
1974	44	29	25	
1975	45	30	26	
1976	44	31	27	
1977	47	33	31	
1978	48	29	31	
最高速度	80	70	55	

表5.16 客車走行キロ

年 度	普通客車	特殊客車	合 計
	1000 km	1000 km	1000 km
1974	108,164	33,954	142,118
1975	113,161	37,598	150,759
1976	118,897	40,340	159,237
1977	125,748	38,927	164,675
1978	135,468	42,015	177,483

表5.17 貨車走行キロ

年 度	実 車		空 車		合 計 1000 km
	1000 km	%	1000 km	%	
1974	210,563	65	112,087	35	322,650
1975	209,232	62	129,406	38	338,638
1976	199,978	62	121,028	38	321,006
1977	193,318	62	119,147	38	312,465
1978	205,552	60	136,740	40	342,292

表 5.18 列車あたり平均貨車数

年 度	貨 車 数
1974	33
1975	37
1976	35
1977	31
1978	36

5.4 営業関係統計

表5.19 旅客輸送量

年 度	輸送人員 (千人)	輸送人キロ (百万キロ)	平均旅行距離 (km)
1974	61,409	5,376	87.5
1975	61,567	5,640	91.6
1976	55,759	5,352	96.0
1977	57,974	5,649	97.4
1978	59,035	6,039	102.3

表5.20 貨物輸送量

年 度	車扱貨物		混載貨物		合 計 (千トン)
	(千トン)	%	(千トン)	%	
1974	4,835	94	282	6	5,117
1975	4,818	95	234	5	5,052
1976	5,156	96	195	4	5,351
1977	6,142	97	168	3	6,310
1978	5,953	98	143	2	6,096

表5.21 貨物輸送トンキロ

年 度	輸送トンキロ (百万トンキロ)	平均輸送距離 (km)
1974	2,296	474.98
1975	2,353	488.36
1976	2,505	485.76
1977	2,912	474.13
1978	2,651	455.35

(注) 混載貨物を除く

5.5 経理関係統計

表5.22 投資金額

年 度	(1) 総投資額 (百万パーツ)	(2) 純投資額 (百万パーツ)	線路延長あたり 平均投資額 (千パーツ)
1974	8,703	7,060	1,875
1975	8,790	7,019	1,864
1976	9,445	7,603	2,019
1977	9,615	7,648	2,031
1978	9,848	7,732	2,070

(1) 線路および車両に対し、資金、支給品等の投資額の全額。

(2) 全投資額より贈与、譲渡、および投資により生じた減価償却を除く。

表 5.23 営業収入および経費

年 度	営業収入 (千パーツ)	営業経費 (千パーツ)	営業係数 %
1974	1,081,414	1,146,834	106.05
1975	1,171,022	1,398,417	119.42
1976	1,395,308	1,486,691	106.55
1977	1,559,971	1,455,563	93.31
1978	1,608,181	1,492,927	92.83

表 5.24 平均営業収入および経費

年 度	平均 営業 収入		平均 営業 経 費	
	線路延長あたり (千パーツ)	列車キロあたり (パーツ)	線路延長あたり (千パーツ)	列車キロあたり (パーツ)
1974	287	40.34	305	42.78
1975	311	44.11	371	52.67
1976	371	53.42	395	56.92
1977	414	54.35	387	50.71
1978	431	55.77	400	51.77

表 5.25 営 業 収 入

年 度	旅 客 収 入		貨 物 収 入		そ の 他 収 入	
	(千パーツ)	%	(千パーツ)	%	(千パーツ)	%
1974	620,857	57.41	400,516	37.04	60,041	5.55
1975	672,672	57.44	429,185	36.65	69,165	5.91
1976	773,583	55.44	542,211	38.86	79,514	5.70
1977	840,266	53.86	618,181	39.63	101,524	6.51
1978	900,056	55.97	588,279	36.58	119,846	7.45

表 5.30 系統別職員数

系 統	職 員		臨 雇	合 計
	管理職	労務職		
総 務	195	173	3	371
運 転	4,429	2,476	399	7,304
営 業	68	3	-	71
経 理	534	37	2	573
工 作	2,842	4,952	131	7,925
施 設	1,176	9,184	1,813	12,173
法 務	40	7	-	47
医 務	196	75	-	271
資 材	168	120	6	294
学 園	31	43	-	74
開 発	9	1	-	10
公 安	733	9	-	742
合 計	10,421	17,080	2,354	29,855

注 1978年9月30日現在

表5.26 営業経費

年度	施設 (千パーツ)	車両 (千パーツ)	運転 (千パーツ)	その他 運営費 (千パーツ)	総務費 (千パーツ)
1974	254,849	278,529	447,720	32,657	133,079
1975	281,584	385,686	544,516	36,902	149,729
1976	291,503	503,882	531,996	41,376	117,934
1977	307,233	416,108	570,602	44,661	116,959
1978	306,646	433,912	588,438	48,237	115,694

表5.27 営業経費（項目別）

年度	人件費		材料費		燃料費		減価償却費	
	(千パーツ)	%	(千パーツ)	%	(千パーツ)	%	(千パーツ)	%
1974	622,571	54.29	217,335	18.95	189,230	16.50	117,697	10.26
1975	744,625	53.25	298,284	21.33	225,518	16.13	129,990	9.29
1976	743,402	50.01	389,853	26.22	199,726	13.43	153,710	10.34
1977	765,233	52.57	306,235	21.04	224,118	15.40	159,977	10.99
1978	765,084	51.25	324,131	21.71	237,010	15.87	166,702	11.17

5.6 職員関係統計

表5.28 職員数（年度末）

年度	職員	臨雇	(人)
			合計
1974	27,473	5,481	32,940
1975	27,976	3,902	32,466
1976	28,543	2,498	31,295
1977	27,980	1,938	30,092
1978	27,501	2,354	29,446

タイ国鉄線路の概要

目 次

I 総論	19
II 線路の規格	20
III 軌道の保守	25
IV 軌道狂いおよび狂い指数	28
V タイ国鉄のまくらぎの発達	30
VI ロングレール	31

タイ国鉄線路の概要

I 総論

- (1) タイ国鉄にとり、線路の保守は困難な問題のひとつであり、線路の保守のための経費は全経費のおよそ $\frac{1}{4}$ に当る。

タイ国鉄は、線路保守作業の軽減のためにレールの重量化、長大化、コンクリートまくらぎの使用、弾性締結の使用等が実施されている。しかし、タイ国鉄の保線作業の大部分は手作業により実施されている。

タイ国鉄の線路および軌道延長は、

○ 線路延長

全延長	3,765 km
単線	3,675 km
複線	90 km

○ 軌道延長

全延長	4,452 km
本線	3,383 km
支線	472 km
側線	592 km

- (2) タイ国鉄の保線の移り変わり

以前は、線路の保守は線路分区長（PW1）に所属する線路班により行なわれていた。

各線路分区長に3つの線路班が所属し、各線路班はそれぞれ約6kmの線路の保守を行ない、1線路班は工手長1、線路工手6により組織されていた。

線路の状態は線路分区長、保線区長、保線事務所長により、その検査周期の間に検査されるほか、アラド式軌道状態記録車両により、検査が実施される。

一般に、線路分区長は毎日その担当延長の $\frac{1}{2}$ を徒歩巡回することになっている。

また保線区長は週に1回その担当区域を軌道自動自転車により巡回し、1月に1回機関車に乗って巡回することになっており、保線事務所長は1ヶ月に1度その管轄区域を軌道自動自転車により巡回し、2月に1回機関車により巡回することとなっている。

軌道の補修作業は一般にピーターを用いた搗固め作業により実施される。また列車回数の多い所では、ハンドタンパーによる搗固めが行なわれる。しかしながら、線路の補修は定期修繕方式のように計画的に行なわれるものではなく、発生主義により随時補修されていた。補修する場所は、線路分区長、保線区長および保線事務所長および所属する職員が巡回する都度指摘するようになっていた。しかし、総搗固めはただ線路状態が極めて悪い所のみ実施されることとなっていた。

軌道狂いは、ただ軌間と水準について一般の標準ゲージおよびアルコール水準器をつけた水準器により検測されていた。

過去十年間、国家経済および開発が急速に進歩した結果、国内の鉄道輸送の充実のためにタイ国鉄の組織を強化することが急務となった。特に線路保守の方法についても改善して、更に高い標準を保つようにする必要があり、1970年よりこの考えに基づいて試験的に定期修繕方式が導入されることとなった。この定期修繕方式は日本国鉄で実施されたものを基本として1973年以来全線で実施されている。

(3) 線路等級

タイ国鉄の全線区は、輸送量に応じて第1表に示すように4等級に分類される。

表1

等級	年間通過トン数	本線延長	備考
1	500万トン以上	1,790 km	主要線区
2	300～500万トン	1,045	〃
3	300万トン以下	630	支線区
4	—	30	側線

しかし、保守経費の減少を図るために、1級および2級線は年間通トンにより、1A、1Bおよび2A、2Bに分けられる。

II 線路の規格

(1) 軌間

① 軌間の標準

軌間は1,000 mmとし、許容限度はクロッシングについては、+5、-2 mm、一般区間は+6、-3 mmである。

また、軌間はレール頭面より14 mm下で直角に測定する。

② スラック

半径1,000 m以下の曲線は、表-2に従ってスラックをつける。

表-2

半径	1,000	700	500	400	300	250	200	180	150
スラック	3	4	5	8	11	14	17	18	20

半径1,000 mから2,000 mの間の曲線には、必要に応じて3 mmのスラックをつけることとし、そのスラックをつける場合には曲線の内軌側につけることとする。

(2) 建築限界および車両限界

直線区間における建築限界および車両限界は図-1に示す通りであり、半径1,000m以下の曲線については、必要に応じ曲線の両側に拡巾する。

(3) 曲線

① 曲線半径

a) 本線における最小曲線半径は表-3に示す通りである。

表-3

線路等級	1	2	3	4
最小曲線半径	400	400	180	180

また曲線半径別の本線延長の百分率は、次の通りである。

直線	87.25%
R1,000m以上	5.47%
1,000~500m	3.98%
500~300m	1.77%
300~180m	1.53%
180m以下	0%

b) 側線の曲線半径は180m以上とするが、分岐器については156mとする。

② 緩和曲線

曲線と直線の間には3次放物線形による緩和曲線を挿入する。また半径1,000m以下の曲線による本線上の複心曲線については、その接続点に緩和曲線を挿入する。

a) 緩和曲線長

緩和曲線長は、列車速度により定められ、それはカントの函数である。カントを e とすると、その長さは下表の通りである。

表-4

列車速度	最小緩和曲線長
70 km/h 以下	600 e
70 km/h 以上	600 e

b) 緩和曲線の平面形状

緩和曲線内においては曲率を直線的に減少させる。従って、その平面形状は3次放物線形状となり、次の方程式となる。

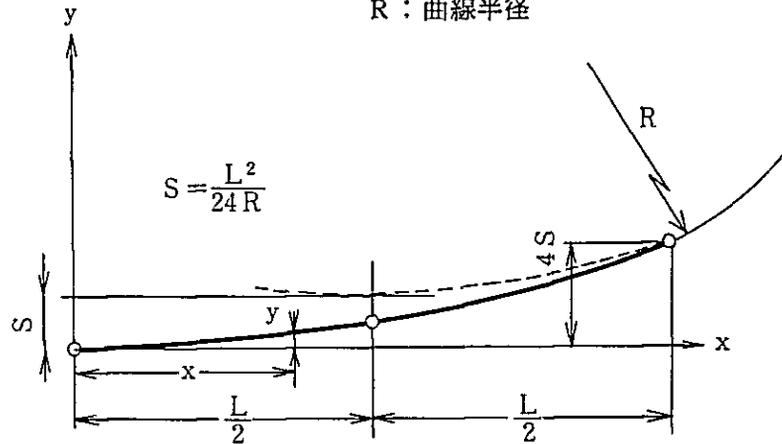
$$y = \frac{x^3}{6LR}$$

x : 横 軸

y : 縦 軸

L : 緩和曲線長 (x 軸の投影長に等しい。)

R : 曲線半径



図一 緩和曲線の平面形状

③ カント

分岐器を除いて、曲線にはその曲率および速度に応じてカントをつけるが、その最大値は 90 mm をこえないこととする。

カントは内軌を基準とし、外軌の高さを高上することによりつける。

理論的には、均衡カントは次式の通りとなる。

$$E = \frac{8.338 V^2}{R}$$

V : 許容速度 (km/hr)

R : 曲線半径 (m)

実用カントは、次式を用いて求めることとする。

$$e = \frac{2}{3} \left\{ \frac{8.338 (V+5)^2}{R} \right\} \text{ mm}$$

又は、

$$e = \frac{5.5587}{R} (V+5)^2 \text{ mm}$$

しかしながら、カント不足量、すなわち $(E - e)$ の値は、 50 mm を越えないこととする。

曲線における最高速度 (V_{max}) は

$$V_{max} = \sqrt{\frac{(e + 50) R}{8.338}} \text{ km/hr}$$

で与えることとするが、 $(e + 50) \text{ mm}$ は、 90 mm を越えない範囲とする。

(4) 勾配

① 最急勾配と勾配の延長

現存する本線の最急勾配は、山線において、 26% であるが、現在は本線路の最急勾配は 12% を超えない様に定めている。

線路等級別の勾配の割合は表-5の通りである。

表-5

勾配	軌道延長比率 (%)
0 - 5 ‰	86.4
5 - 10 ‰	9.2
10 - 15 ‰	2.3
15 - 20 ‰	1.5
20 ‰以上	0.6

② 縦曲線

本線路の勾配変更点には、半径 $5,000 \text{ m}$ 以上の縦曲線を捜入する。

(5) 施行基面巾および線路中心間隔

① 施行基面巾

施行基面巾は、切取および盛土区間およびまくらぎ種別によって異なり、図-2および図-3に示す寸法とする。なお曲線においてはカントあるいは軌道の条件によりいくらか拡大する。

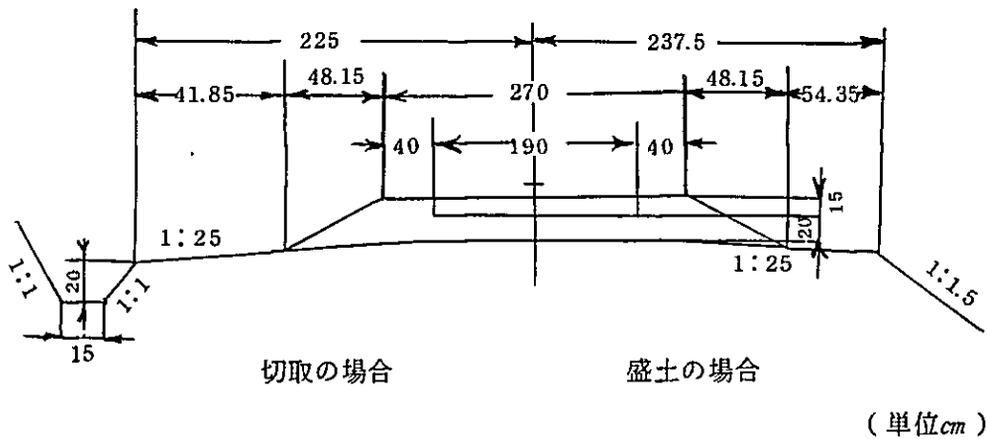


図-2 木まくらぎの場合

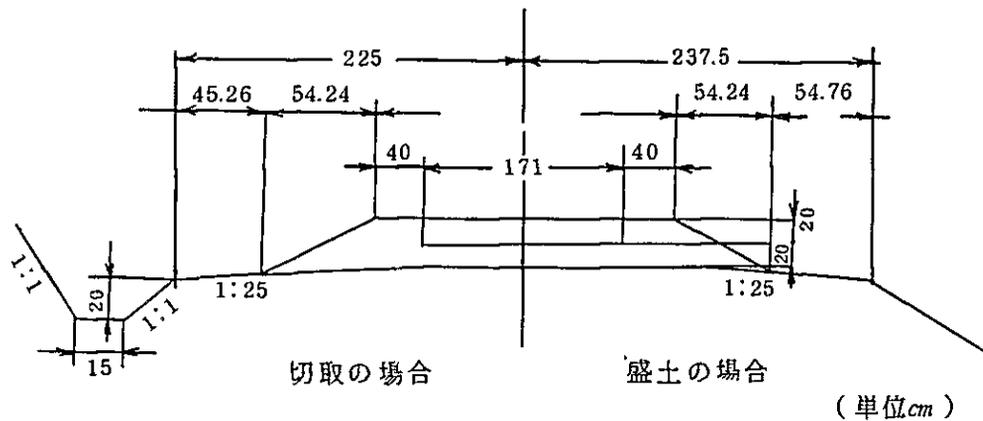


図-3 コンクリートまくらぎの場合

(6) 軌道構造

軸重15トンで設計された軌道構造は、各線級に対して表-6に示す通りである。

表-6

線級	レール種別	締結装置種別	まくらぎ		道床原	最高速度
			種別	間隔		
1	80 lb/yd 以上 ロングレール	弾性締結	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 硬木まくらぎ ◦ 注入軟木まくらぎ ◦ コンクリートまくらぎ 	65 cm	20 cm	100 km/hr
2	70 lb/yd ~ 80 lb/yd 再用 80 lb/yd ロングレール	弾性締結 または犬釘と弾性 締結の組み合わせ	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 硬木まくらぎ ◦ 注入軟木まくらぎ ◦ コンクリート 	65 cm } 67 cm	20 cm	90 km/hr
3	再用 60 lb/yd ~ 再用 80 lb/yd 定尺あるいは接合 レール	犬釘 または犬釘と弾性 締結の組み合わせ	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 注入軟木まくらぎ ◦ 硬木まくらぎ (2等材) ◦ 再用硬木まくらぎ 	70 cm	15 cm	70 km/hr
4	再用 50 lb/yd ~ 再用 60 lb/yd 定尺あるいは接合 レール	犬釘	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 注入軟木まくらぎ ◦ 硬木まくらぎ (2等) ◦ 再用硬木まくらぎ 	70 cm	15 cm	30 km/hr

(7) 路盤

路盤は列車の通過により沈下を生じたり過度に振動を生じてはならない。路盤の建設に際しては、地耐力、土質、排水、法面防護等に注意を払い、路盤の破壊の可能性を最少にしなければならない。

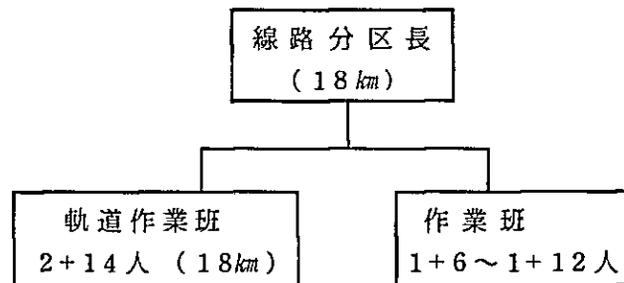
Ⅱ 軌道の保守

1. 定期修繕方式

1973年以前は、タイ国鉄の保線は随時修繕方式によっており、小単位で能率の低い作業を行っていた。

その後輸送量の増加および軸重の増加に対処するため、効率の良い保守方式に改める必要が生じたため、タイ国鉄では順次定期修繕方式に切換えて保守状態の改善を図って来た。タイ国鉄で定期修繕方式が採用されたのは、1973年11月からである。

この方式では、保守の最小単位は18 km毎の線路班として、次の組織図による乙作業班を設置する。



2 + 14人の軌道作業班は、修繕計画に従って軌道修繕作業を実施し、作繕班は軌道外の修繕作業および即時修繕作業の必要な部分の軌道修繕を実施する。

軌道作業

a) 大修繕 (A修繕) 作業

線区の重要度に応じて、全区間は1年から4年の大修繕周期によって補修される。この修繕作業は、主として損耗した軌道材料および軌間直し、通り直しおよび総搦き固め (8点搦き) を実施する。

軌道修繕班は、2 + 14人の人員によって1日あたり84 mの大修繕作業を実施し、1ヶ月に平均1,800 mの補修を行なう。

b) 小修繕 (B修繕) 作業

軌道の小修繕作業は、線路の一般整備基準を超えた部分の補修する作業で、大修繕作業の合間に実施される。

この修繕作業においては、緊急に更換を必要とする材料以外の修繕は行なわれず、小小区間のスポット補修 (8点搦き) とそれに関する軌道補修のみであって、大修繕作業とは異なる。

実際には、小修繕は許容限度内であっても限度に近い狂いも補修して、緊急修繕を実施しないように考慮している。

c) 中修繕 (C修繕) 作業

中修繕作業は、大修繕作業と同様に実施されるが、作業人工を減らすために4点搦き

としている。従って、2 + 12人の軌道作業班でピーター搗きを実施して、1ヶ月に1,800mの作業が実施可能である。

機械式のタイタンパーで実施した場合には、同じ人員により1ヶ月2,100mの作業が実施可能である。

この中修繕作業は3級線の線路において実施される。

d) スポット補修作業

この補修作業は、小修繕作業（B修繕）と同様に実施されるが、搗き固め（4点搗き）によることが異なっている。

e) 緊急修繕作業

この修繕作業は、車両の脱線の防止のために小区間を緊急に補修する作業であって、他の修繕と異なり前もって計画されている作業ではない。

2. 軌道搗固め用機械器具

タイ国鉄で使用されている軌道搗き固め用の機械器具は、次の通りである。

a) ビーター

b) タイタンパー

① JACKSON型

エンジン：Wisconsin 8HP ガソリンエンジン

発電機：115V、3相、5A、3,000rpm

性能：3,000～4,500回/分、550Kg/回

重量：38Kg

② KANGO型

エンジン：Berning 8HP ディーゼルエンジン

発電機：125V、3相、3A、200Hz

性能：1,800～2,000回/分、300Kg/回

重量：12Kg

③ MATISA型

エンジン：Deutz、11hp、3,000rpm

性能：3,500回/分

3. シャベルパッキング方式（M・S・P）

1970年にインド国鉄の専門家がタイ国鉄に対して、シャベルパッキング方式による補修作業の提案を行なった。この方式は実験的に実施され結果は良かったが、なお研究中である。

4. 保守周期

保守周期は、大修繕あるいは中修繕が実施された後、次に行なわれるまでの期間で場所

により、1～4年である。この期間は、小修繕あるいはスポット修繕方式による最低1年に1回実施されて、軌道状態を安全であるように保っている。

保守周期は各線級について

- a) 年間通過トン数
- b) 最高速度
- c) 軌道構造
- d) 路盤の状態

を考慮して定められる。

保守周期は、一般的には1～6年の間であるが、タイ国鉄では次のように定めることを考えている。

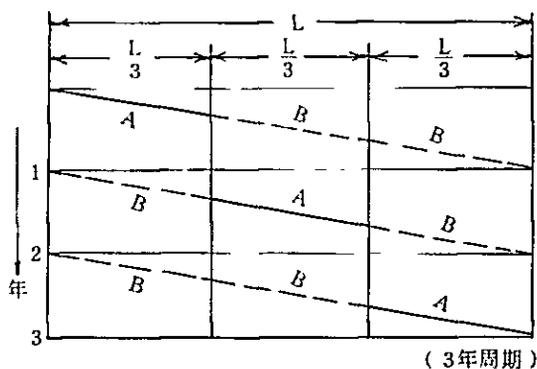
表-7

線路等級	修繕方式	保守周期
1 A	大 修 繕	3年
1 B、2 A	大 修 繕	4年
2 B、3	中 修 繕	2年
4	スポット修繕	必要の都度

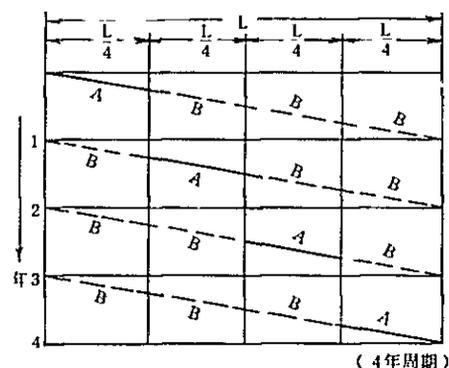
実施当初には、軌道状態を平均的に向上させるため、全線区において1年周期によって作業を実施した。そして軌道状態が平均的になると保守周期は経済的な周期まで延伸する。

この作業について実際の実施計画を図-4によって説明する。

1 A級線



1 B、2 A線級



- A: 大 修 繕
- B: 小 修 繕
- C: 中 修 繕
- D: スポット修繕

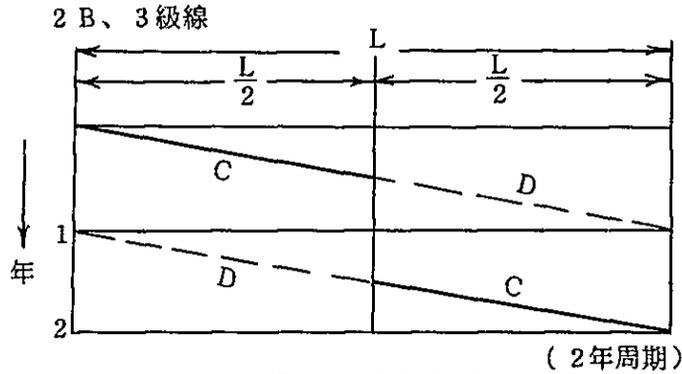


図-4 修繕計画

IV 軌道狂いおよび狂い指数

1. 軌道狂い

タイ国鉄は、現在軌道検測車がないため、軌道作業前後の軌道狂いの検測は手検測によって行っている。

1年に1回、線路分区長および線路班によって、担当全延長について5m毎に大修繕、中修繕、小修繕作業の1～10日前および7～10日后に手検測が実施される。

この作業前後の手検測は、作業による軌道狂いの変化だけでなく、1年間の軌道状態の変化も示すものであるから、次の作業計画に対して極めて有用な資料となる。

この手検測は列車荷重のない状態で、5m毎に、軌間、水準、左右両レールの通り高低を測定する。

軌道狂いの符号を図-5に示す。

軌間	
水準	
通り	
高低	

図-5 軌道狂いの符号

表-8は、軌道狂いの許容限度を示す

表-8 軌道狂いの許容限度

許容限度の種別		仕上り限度	一般整備限度		緊急整備限度	
			線級	全線級	1.2	3.4
軌道狂いの種別	間	±3	+6 -3	+6 -3	+9 -4	+9 -4
2まくらぎ間の軌間変化量		2	4	4	-	-
高低	一般区間 10m 弦	±5	±10	±10	±16	±18
	縦目部 2m 弦	-2	-4	-4	-8	-8
水準		±4	±9	±11	±12	±14
通り	直線	±4	±7	±9	±10	±12
	曲線 R < 300m	±4	±9	±11	±14	±16
平面性 (5m)		5	10	15	15	20

また、良好な乗り心地を維持するために、一般整備限度を越えた地点の補修作業および緊急整備限度を越えた地点の緊急修繕が実施される。

1. 軌道狂い指数

タイ国鉄では、±3mmを各軌道狂いについて存在を許される基準値と考え、軌道狂い検測後に各測点について±3mmを越える点を1km毎に集計する。

そして

F：各軌道狂いについて集計された±3mmを越える点の数

N：1km毎の測点（5m間隔）の数

とすると

$$P = \frac{F}{N} \times 100 \text{ mm} / 100 \text{ 測点}$$

である。

この「P」の値は、その区間の軌道狂い指数と呼ばれ、タイ国鉄保線課で集計されている。

ここで、ある区間の各軌道狂いの指数をひとまとめにすることを考えてみると、

P_c = 水準の指数

P_l = 高低の //

P_a = 通りの //

として、一般軌道狂い指数、（一般P値）を

$$P = \frac{4 P_a + 2 P_c + P_l}{7}$$

とする。

静的な検測方法について、軌道状態は表-9に示す基準によって分類される。

表-9 P値による軌道状態の分類

軌道状態 軌道指数	目標値	管理値
軌間 P 値	3	15
水準 P 値	25	37
高低 P 値	35	45
通り P 値	21	27
一般 P 値	24	32

一般P値は、毎年各区間について記録しており、軌道状態の変化の資料とし、毎年大きな値を記録する区間については、特別な注意が払われる。場合によっては、路盤の問題を解決するために土質の調査を行なうこともある。

5 定期修繕方式についての結論

タイ国鉄における定期修繕方式は、現在始まったばかりである。この方式については日本国鉄で実施されているものを基礎として、他の国で行なわれている方法を含んでいる。

従って、現在までのタイ国鉄の経験は充分でないため、今後改訂される可能性を持っている。

V タイ国鉄のまくらぎの発達

タイ国鉄の4,452 kmの軌道延長について、660万本のまくらぎが使用されており、92.5%は木まくらぎである。

そして毎年50万本のまくらぎを更換する必要がある。

タイ国鉄では最近まで硬木のまくらぎを使用してきたが、硬木の資源が減少して来たためその価格は、最近とみに上昇してきた。

それでタイ国鉄では、バンコクの南670 kmの Huai Mut に1954年に建設された木まくらぎ注入工場を使用して、毎年20万本の注入軟木まくらぎを製作し、この不足分にあてている。

木まくらぎに使用される硬木は、その樹種が35ほどあるが、軟木は5種類で、これは

Parashorea Stellata

Shorea sp.

Heritiera sp.

Dipterocarpus Alatus

Michelia sp.

である。

軟木の注入まくらぎは、15×20×190 cmの大ききで、1回注入法によって製作する。

まくらぎは、原木より製材後6ヶ月間自然乾燥させた後、注入缶に挿入し、500～550 mm Hgの真空状態にした後12 Kg/cm²の高圧高温のクレオソート油を注入し、150分注入した

後取り出す。平均注入量は6 Kgである。

注入軟木まくらぎの単価は平均して61.6 パーツ (I U S \$ = 20 パーツ) であって硬木まくらぎの単価とほぼ同じである。このよりに単価が上っているにもかかわらず、木まくらぎの供給は政府が推進している森林保護政策にもより、ますます供給が悪化することになる。

このような事情によって国内資源を用いて代替のまくらぎを作る必要性が高まり、コンクリートまくらぎの製造が急務となった。

コンクリートまくらぎは既に各国で種々の型式のものが開発、使用されており、初期投資が必要であるにもかかわらず、軌道の安定性を増加させる有用性から使用される数が増加している。

タイ国鉄は、フランスの技術者の進言により、路盤条件の良い北線の181～199 kmを試験区間に選定して、古レールを継材とした2ブロック式のコンクリートまくらぎを敷設した。

その結果、1960年2月に、コンクリートまくらぎ製作プラントを建設して、26,000丁のコンクリートまくらぎを製作し、1962年に18 kmの試験区間に敷設した。

木まくらぎの不足は、硬木についても軟木についても、1962～1964年にかけて少しも好転しなかったために、タイ国鉄では、2ブロック式のコンクリートまくらぎを当時、暫定的な規格として制定した。

そして1964～1966年にかけて第1期の投資計画の第2次の実施事項が決められ、221 kmに333,064本のコンクリートまくらぎが、北線および南線に敷設された。

またその後、第2期として1967～1971年にわたる5ヶ年計画では192,000丁が製作されて125 kmに、第3期(1972～1976)には、150,000丁が製作されて100 kmに敷設された。

そして、1976年にこれらの投資計画が終了した時点において、北線113 kmおよび南線351 km、合計464 kmに総計701,064本のコンクリートまくらぎが敷設された。

最新の投資計画では、1977～1981年の5ヶ年において15万本のRS型コンクリートまくらぎが製作され、南線に90 km、北線に18 kmが敷設されるほか、モノブロック式のPCまくらぎ125,000本を購入して、北線の84 kmを更換する計画である。

VI ロングレール

タイ国鉄の線路延長は3,765 kmあり、複線区間は90 kmである。第2次世界大戦以前には、全線に50-1bレールが敷設され、10.5トンの軸量の車両を60 km/hの速度で運行させていた。

第2次大戦中の線路保守の遅れと、交通量の増加と速度向上に対処するために線路設備の修復工事が必要となった時に、まず損耗したレールを改善することが急務であった。

タイ国鉄の当時の目標は軸重15トンの列車を最高速度90 km/hで走行させることであった。

高速高軸重の列車を通すためには、一般に重量の大きなレールが必要となる。

そのために、タイ国鉄では1951年からの復興5ヶ年計画および1961年からの6ヶ年の近代化計画において、優先的に50lbレールを70lbレールに更換した。

タイ国鉄では早くからロングレールが、線路および車両の保守費の軽減、軌道材料の耐用年数の延伸、および乗り心地の向上に資することを認識しており、現場における短区間のテルミット溶接を1948年に実施している。

その後1959年8月に、アメリカの使節団の報告と財政援助によってAEGフラッシュバット溶接機の必要性が指摘され、その後購入された。以来70lbレール約115,000トンの溶接が実施され1955～1959の5ヶ年計画中に北線、北東線の損耗した50lbレールの取替が実施された。

初期には、6本の12mの70lbレールが72mレールに溶接された。これはオーストラリア鉄道で実施されている方法によるもので、Makasan車両工場内にレールセンターが建設され、ここで溶接されて現地に輸送された。そして、その後経験を経て溶接レールの長さは144mになった。

これらのレールの敷設される線路は、通常の犬釘とアンチクリーパーを敷設したものであったので、急曲線および木橋においては、12mの定尺レールが使用された。

北線および北東線における50lbレールの5ヶ年にわたる修復計画は、1964年に完了し72mの溶接レール952kmと12m定尺レール565kmが70lbレールに更換された。

これに続く1961年からの近代化5ヶ年計画では、南線のSam-Roi-Yot～Ban Ton Don間およびHat Yai～Padang Basar間の646kmを144mの70lb(70A)レールで更換し、1967年11月にこの工事が完了した。

木まくらぎ用の弾性締結装置が使用されるようになると、これら144mのレールをテルミット溶接によって溶接し、更に長いロングレールとする考えが実施されるようになった。このために、1,000mの試験区間が木まくらぎによって敷設され、コンクリートまくらぎで更に1,038m、1,400m、1,800mの試験が為されて、何れも良い成績を収めた。

その結果、敷設条件さえ許せば、20m以上の長さの橋梁および800m以下の半径の曲線を除いて144mレールをテルミット溶接して4～5kmのロングレールとし、さらに停車場から停車場までを連続してしまうような計画が為された。その場合にロングレール化できない区間には18mのレールが敷設されることとなった。

1967～1971年の第2次近代化5ヶ年計画のもとでは、南線Ban Ton～Sungai Kolok間に最後に敷設されていた50lbレール288kmと北東線のBan Pachi～Chantuk間100kmの山岳地帯に敷設されていた60lbレールが、フラッシュバット溶接により144mに溶接された80lb(80A)レールに更換された。

そして1972～1976年の第3次近代化5ヶ年計画においては、南線のTon Buri～Sam

Roi Yot 間 255 km に敷設された 60 lb レールと、東北線の Khlong Pai ~ Nakhon Ratchasima 間 57 km に敷設された 60 lb レールがフラッシュバットにより 144 m に溶接された 80 lb (80A) レールに交換され、東線の 100 km の 50 lb レールが 60 lb レールに交換された。

しかし東線におけるレール交換計画は完了したものの 80 lb レールの交換計画が資材の購入遅れのため進まないために、これらの区間のレール損耗の度合いが著るしいことから、タイ国鉄はアメリカ政府から SLAT 計画のために供与されていた 70 lb ASCE レールを南線の Hua Hin ~ Sam Roy Yot 間、Thon Buri ~ Taling Chan 間および北東線の Khlong Phat ~ Nakhon Ratchasima 間、のそれぞれ 42 km、7 km および 54 km に投入することを決定した。

そして残りの南線 Taling Chan ~ Hua Hin 間 206 km は今後 80 lb レールに交換する。

この第 3 次近代化 5 年計画が終了すると主要本線に敷設された 50 lb レールはすべて、60 lb、70 lb、80 lb レールとなり、その時点のレール種別軌道延長は表-10 の通りとなるであろう。

表-10 レール種別別軌道延長

線 区	軌道延長	レール種別 (lb/yard)				溶接レール	
		50	60	70	74~80	(km)	(%)
北 東	879	36	-	839	4	462	52
東 線	271	102	100	69	-	168	62
北 東 線	1,102	7	-	993	102	755	68
南 線	1,603	98	349	703	453	1,025	64
Maeklong 線	65	34	31	-	-	-	-
合 計	3,920	277	480	2,604	559	2,409	62

1977 ~ 1981 年の第 4 次近代化計画においては、次の項目のレール交換および溶接計画が実施される。

- a) 北線において 23 年以上敷設された 70 lb レール 203 km を 80 lb 144 m レールに交換する。
- b) 北線 110 km と北東線 40 km、合計 150 km の 70 lb 12 m レールを修理して 46 m レールに溶接する。
- c) 北東線 615 km の 72 m² と 144 m² の 70 lb レールをテルミット溶接によってロングレール化する。

JICA

