

このように当地区では砂礫層が約20mにわたって連続的に分布することから、橋梁の基礎はこの砂礫層に直接基礎を設置することになる。

(8) No. 15 マンキアル橋

当地区の地質は、花崗岩類を基盤に、段丘堆積物、河川堆積物などの第四紀堆積物から構成される。

当地区で実施した2本のボーリング調査の結果は、深さ約16m付近に基盤の花崗岩が分布し、その上位に厚い砂礫層が分布していることを示している。砂礫層は層厚が16～17mで、花崗岩の円礫を混入する粘土質粒砂から構成され、N値はほとんどが反発により得られていない。この砂礫層に混入される礫は、径が30～80cmに及ぶことがボーリングで確認されている。

砂礫層の下位には、基盤の花崗岩が分布する。花崗岩は下位白色を呈し、非常に堅固である。

橋梁の基礎としては、砂礫層が約16～17mの層厚を有し、基礎として十分な厚さを有すことから、河川の洗掘を十分考慮したうえで、砂礫層に直接基礎とすることが望ましい。

(9) No. 16カイドン橋

当地区周辺の地質は、花崗岩類を基盤に、段丘堆積物、河川堆積物、崩積土類などの第四紀堆積物から構成される。

当地区で実施した2本のボーリング調査の結果によれば、当地区の地質構成は3層に区分できる。第1層は、表土で地表から深さ1mまで分布し、粘土質砂～砂質粘土から構成される。第2層は砂礫層で層厚が11～15mで、円礫を混入する粘土質粒砂から構成され、N値はほとんどが反発により得られていない。この砂礫層に混入される礫は、ほとんどが花崗岩の円礫～亜礫で、最大径が80cmに及ぶ。砂礫層の下位には、深さ12～16mに基盤の花崗岩が分布する。花崗岩は下位白色を呈し、非常に堅固である。

したがって、橋梁の基礎としては、砂礫層が約10mの層厚を有し、基礎として十分な

厚さを有することから、河川の洗掘を十分考慮したうえで、砂礫層に直接基礎とすることが望ましい。

(10) No. 17 ビール・ババ橋

当地区周辺の地質は、花崗岩類やデボン紀やシルル紀の火成岩、変成岩類を基盤として、沖積層の堆積物から構成される。

当地区では、橋梁の基礎地質を確認するために4本のボーリング調査を実施した。その結果、ビール・ババ橋建設予定地では、地表から砂礫層、粘土層、砂礫層の3層から構成されることが判明した。上位の砂礫層は層厚が5~6mで、円礫を混入する粗粒砂から構成され、N値はほとんどが反発により得られていない。この砂礫層に混入される礫は、円礫~垂円礫で、最大径が95mmに及ぶことがボーリングで確認されている。

粘土層は約10mの層厚をもって、砂礫層の下位に分布する。粘土層は、N値がN=4~20を示し、比較的ルーズな地層と判断される。

最下位の砂礫層は、やはり円礫を混入する粗粒砂から構成される。N値は反発により得られていない。

したがって、橋梁の基礎としては、河川の洗掘を考慮したうえで、杭基礎とすることが望ましい。その場合、杭は粘土層の下位の砂礫層に基礎をとることが必要である。

(11) No. 18 ジャハズーナ・ダク橋

河床には異なる年代の河床堆積物1と2が存在する。河床堆積物1は現サカコット川の河床堆積物で、層厚は約2mで砂礫から構成される。河床堆積物2はかつてのサカコット川が現河床を下刻する前の、川幅を広げて流下していたころの、いわば旧河床堆積物である。河床堆積物2も層厚は約2~3mで砂礫から構成される。崩積土類はサカコット川右岸に分布する崩積土類1と左岸に分布する崩積土類2に区分できる。崩積土類1は、いわば斜面に堆積した堆積物で礫まじりロームないし砂から構成される。崩積土類2は平坦地などの緩勾配の箇所に堆積した堆積物で、砂礫~礫まじりロームないし砂から構成される。これらの河床堆積物および崩積土類は、ときに赤褐色を呈す硬質の礫岩の1~2mの転石を含むことがある。この転石の特徴は、堆積環境下で一時的に石灰質溶液により膠結したもので堅固であること、分布が連続しないことである。

それらの下位には、砂岩層、泥岩層が分布する。砂岩層は灰青色を呈し、細粒～粗粒の砂岩からなる。泥岩層は暗緑灰色の泥岩からなり、塊状である。

当地区に分布するこれらの地層のうち、河床堆積物1 (Rd1)、河床堆積物2、崩積土類1、崩積土類2は堆積物が未固結があること、N値も $N < 30$ で締まりが悪く、一定していないこと、硬質な礫を挟在することがあるが分布の連続性に乏しいことから橋梁基礎としては不適さないである。一方、砂岩層、泥岩層はN値も $N > 30 \sim 50$ で一定していること、一応軟岩であること、分布が水平的に連続して分布することから橋梁基礎としては適していると判断される。これらの砂岩層、泥岩層については、岩盤分類のうえからも一軸圧縮強度 $qu \geq 5 \sim 10 \text{ kg/cm}^2$ と評価される。

なお、当地区の地質工学的留意点として、以下の2点が挙げられる。

第1は、土工中などに前述した赤褐色を呈す硬質の礫岩転石を基礎として評価しないこと。第2は基礎としての砂岩層、泥岩層はスレーキング特性を有し、乾湿繰り返しに弱く、非常に風化しやすい性質を有すので、掘削後は極力長期間そのまま放置するのではなく、早期施工を実施し、シーリングなどの急激な風化の進行を防止するための工夫が必要なので、掘削後は極力長期間そのまま放置するのではなく、早期施工を実施し、シーリングなどの急激な風化の進行を防止するための工夫が必要である。

(12) No. 19 トタカン 橋

ボーリング調査結果から判断すると、当地区の地質を崩積土、段丘堆積物、旧河床堆積物1、旧河床堆積物2、風化片岩、泥質片岩、砂質片岩の7層に区分した。

まず、崩積土はスワット川左岸の地表に分布し、礫混じりシルト～ロームから構成される。崩積土の層厚は1m内外で薄い。なお、ここではスワット川左岸に堆積しているトタカン～チャクダラ道路の切土工事による捨土も崩積土として評価した。

スワット川左岸では、崩積土の下位に風化片岩層、泥質片岩層、砂質片岩層が分布する。

風化片岩層は、道路切土により生じた緩みあるいは自然状態で生じた風化帯と考えることができる。岩盤分類としてはCL級と評価することができる。

泥質片岩層、砂質片岩層は当地区に分布する地質で、最も堅固かつ安定した岩盤で、

見かけ上左岸側に約40度の勾配で傾斜している。岩盤分類としては、CL～CM級と判断される。

スワット川右岸には、上位から段丘堆積物、旧河床堆積物1、旧河床堆積物2、風化片岩、泥質片岩、砂質片岩が分布する。

段丘堆積物はほとんど礫を混入しないシルトから構成され、層厚5mで分布している。なお、ボーリング中に実施した標準貫入試験によると段丘堆積物は $N \geq 25$ のN値が得られている。

段丘堆積物の下位には、旧河床堆積物が分布している。河床堆積物は比較的厚く分布し、あまり礫を混入しない河床堆積物1と比較的礫を混入する河床堆積物2に分けることができる。河床堆積物1の混入礫は平均径0.5～3cmと比較的小さく、河床堆積物2の混入礫は平均径1～12cmと前者に比べるとやや大きくなるという特徴がある。

旧河床堆積物の下位には基盤岩の砂質片岩や泥質片岩などの片岩が分布する。実施したボーリングのNo.19Br-3では、地表から深さ1mに片岩の分布が確認されたので、スワット川右岸では片岩の分布形状は凸型を呈している。

橋梁の基礎地質として、これらの地質を評価した場合、最も基礎地質に適当な地質は風化片岩(wsch)、砂質片岩(Psa)、泥質片岩(Pel)と判断される。これらの片岩類の強度は一軸圧縮強度 $q_u = \text{約} 300 \text{kg/cm}^2$ 、せん断強度 $\text{約} 30 \text{kg/cm}^2$ 、縦波速度 $V_p = \text{約} 2.5 \sim 2.8 \text{km/sec}$ 程度と想定される。また、左岸側にアンカーを施工する場合の岩盤とアンカー体の周面摩擦抵抗は、施工の品質管理を考慮して $\tau = 6 \text{kgf/cm}^2$ 程度とすることが望ましい。

なお、右岸側の段丘堆積物の強度は、標準貫入試件結果をもとに、 $C = 0.6 \times N$ （道路橋示方書）から、粘着力Cは $10 \sim 15 \text{tf/m}^2$ と推定される。

(13) No. 20サカコット橋

地表で観察される地形、地質およびボーリング結果を総合した結果から本架橋地点付近の地質は崩積土類、礫まじりシルト層、砂質シルト、礫層、泥岩層の5層に区分した。

この転石はときに赤褐色を呈す礫岩で非常に硬質である。それらの下位には、段丘堆積物と認識できる礫混じりシルト層、砂質シルト、礫層が分布する。これらの地層は連続性に乏しいのが大きな特徴である。

礫混じりシルト層は径1~4cm前後の礫を混入するシルト質砂~砂質シルトから構成される。また、砂質シルト層は砂混じりの硬質シルト~粘土から構成される。さらに、礫層は径3~10cm前後の礫からなり、ボーリングコアではマトリックスが石灰質によりセメンテーションをうけ、硬質な礫岩として採集されている。

これらの下位には泥岩層が分布する。泥岩層の分布は、サカコット川左岸では、現サカコット川河床より高く、右岸では現河床より低いという特徴がある。

これらの地層の標準貫入試験結果は礫まじりシルト層、礫層とも礫によりリバウンドし、N値が正確な地盤の締まり具合を示していないものと考えられる。また、泥岩層ではN値は $N \geq 50$ が得られている。

以上の地質を橋梁基礎として評価すると、崩積土類、礫混じりシルト層、砂質シルト、礫層のうち、崩積土類、礫混じりシルト層、砂質シルトは未固結であり、橋梁の基礎地質には適さない。また、礫層はボーリングコアでは、固結した硬質な礫岩として採集されているものの、地表では未固結な礫層の露頭が認められ、連続性が良くないばかりか、強度の均質性に欠く恐れがある。したがって、礫層も橋梁の基礎地質には適しないと判断される。

一方、泥岩層はN値も $N > 50$ で一定していること、一応軟岩であること、分布が水平的に連続して分布することから橋梁基礎としては適していると判断される。この泥岩層の強度については、岩盤分類のうえ一軸圧縮強度 $qu \geq 5 \sim 10 \text{ kg/cm}^2$ と評価される。また、現在の橋梁の基礎も直接泥岩層に直接設置している。

なお、当地区の地質の工学的留意点として、第1は、前述した赤褐色を呈す硬質の礫岩転石を基礎として評価しないこと。第2は基礎としての砂岩層、泥岩層はスレーキング特性を有し、乾湿繰り返しに弱く、非常に風化しやすい性質を有するので、掘削後は極力長期間そのまま放置するのではなく、早期施工を実施し、シーリングなどの急激な風化の進行を防止するための工夫が必要である。

4.2.4 架橋地点の河川状況及び気候

(1) 対象河川

基本設計対象の13橋が渡河する河川は、その規模の大きさ順に並べると、以下の10河川である。

- 1) インダス河 (No. 7 橋)
- 2) チトラル川 (No. 11 橋)
- 3) スワット川 (No. 15, No.16, No.19 橋)
- 4) バンジコーラ川 (No. 12 橋)
- 5) シラン川 (No. 1 橋)
- 6) ハヤ・セライ川 (No. 13 橋)
- 7) サカコット川 (No. 18, No. 20 橋)
- 8) マラカプール川 (No. 17 橋)
- 9) ナンディア川 (No. 5 橋)
- 10) ブカリ川 (No. 14 橋)

以下に代表的な河川について報告する。

(2) インダス河の No. 7 パニバ橋

インダス河は、カラコルム山脈を水源とする大河で、No. 7 パニバ橋架橋予定地点における流速は優に 3m/秒を超す。夏期に雪溶け水と降雨が重なり多量の流量 (5,000 t/秒以上) となる。架橋予定地点では、左右兩岸とも岩が露頭しており短期的な侵食作用の恐れは無く、河道は安定している。流速が極めて速く、しかも流量も多いため河川内に橋脚を建設することは無理である。河川幅は約150m。

気候は寒冷であり雨量は年平均500mm以下である。気温は夏でも20°Cを超えることは少なく、11月からは降雪がある。

(3) チトラル川の No. 11チヨニ橋

チトラル川はアフガニスタン国境とギルギット州との州境界付近に水源を有する河川で集水面積は約7,000km²である。この川はチトラル郡からアフガニスタンに抜けカプール河に合流した後、再度北西辺境州のベシャワール付近に流入する。

チトラル川の流域はヒンズークシ山系にあり、降雨は少なく年平均500mm以下であ

る。気温は寒冷で冬期は凍上する。

架橋地点付近では河床勾配は比較的緩やかで、流速は約1.7m/秒である。夏季の融雪と降雨の重なった場合の流量は、約1,200t/秒に達する見込みである。

(4) スワット川の No.15 マンキアル、No.16カイドン、No.19 トタカン 橋

スワット川はギルキットとの州境界付近に水源を有し、スワット郡からマラカンド郡を通過してモーマンドでカブール河に流入する。対象橋梁3橋のうち最も下流にあたる No.19 トタカン 橋付近では、集水面積約 6,000 km²、想定流量約 2,760 t/秒に達する。上流の No.15、No.16 付近ではこの流量の半分以下で、水は非常に澄んでいる。河道は No.15→No.16→No.19 までの間では比較的安定している。No.15、No.16 付近では、川幅約 30m、流速は約2m /秒と急速なため河川内に橋脚を建設することは容易ではない。

(5) バンジコーラ川の No.12カール橋

バンジコーラ川は、カルコットの北方約40kmに水源を發し、ガンディガル 北西約10km付近で2つの河川と合流し、南東に流下する。1つはロワリ畔に源を發する河川、他はピンシャルに源を發する河川である。バンジコーラ川はガンディガル、ウリなどの街を流下し、カール上流約3kmで流下方向をさらに南西に変える。その辺りから、バンジコーラ川は河幅を大きく広げ、氾濫原も大きく拡大する。

バンジコーラ川は、河幅約70～150mで比較的流量の少ない時期の8月でも流速約2.38m/secを記録する程、流れが速い。流域はディール郡の大半を占め、集水面積は約3,500km²と大きい。この流域での年間平均降水量は625mm以下と少ない。架橋地点の年間平均気温は約20°Cであり、降雪は殆ど無い。

(6) シラン川のNo.1 ナライ橋

シラン川の河幅約80m～130mで、比較的流量の少ない時期8月でも流速1.54m/sec測定され、比較的流れは速い。集水面積は、約1,450km²と広大である。この流域の殆どは年間降水量875mm以下であるが、架橋地点では年間1,000mmを越す。架橋地点での想定流量は、約1,100t/秒程度に達するものと考えられる。架橋地点における年間平均気温は約22°Cであり、降雪は殆ど無い。

第5章 計画の内容

第5章 計画の内容

5.1 目的

パキスタン北西辺境州政府管轄下の8郡（アボッタバッド、マンセラ、コヒスタン、スワット、ブニール、チトラル、ディール、マラカンド）にある老朽化した人道橋を道路橋に架替えし、また雨期の増水時に冠水し交通止めになる仮橋状態にあるものを年間を通じて走行可能な道路橋に架替えし、また橋梁がなく車両が乾期に川底を走行している所等に架橋することにより、同州の住民生活の質的改善と地域開発促進に資することを目的とする。

5.2 要請内容の検討

5.2.1 要請内容の妥当性

パキスタンイスラム共和国の第7次5ヵ年計画の政策目標の一つである"交通・医療等の公共サービスの充実"の中での重点地域である北西辺境州を対象とした計画であり、国家レベルの政策目標に合致している。

北西辺境州は、多数の溪谷・河川により地域が分断されており、同州の主要産業である農業・林業の生産物の搬出、生活物資の搬入のために、永久橋建設の必要性は高い。今般要請された20橋梁のうち、優先順位の高い11橋では、前後の道路は自動車道として建設されているにも拘わらず橋梁がなかったり、既設の橋梁は老朽化した歩道橋とか洪水時に幾度となく冠水を受けたりしており、地域住民にとって構造的に安全な、自動車の走行可能な永久橋の完成を望まれていたものである。これらの橋梁は、既存のフィーダー道路（産業道路）と国道や主要幹線州道とをリンクさせ、フィーダー道路の有効活用を図るとともに地域住民の民生安定と経済活動の活性化を図るものである。

因みに援助対象の11橋梁に係る対象地域の裨益人口は、現状で約49万人、将来約74万人（2010年に対する推定値）である（表5-1、図5.1を参照）。

表 5-1 プロジェクトの裨益人口と予想交通量

| 橋 梁 名 | 郡 | 裨 益 人 口 (人) | | 利 用 車 両 台 数 / 日 | |
|----------------|----------|-------------|------------|-----------------|------------|
| | | 現 状 (1990) | 将 来 (2010) | 現 状 (1990) | 将 来 (2010) |
| No.1 ナライ | アポックタバッド | 200,000 | 30,000 | 0 | 400 |
| No.5 パシヨライ | マンセラ | 50,000 | 75,000 | 0 | 370 |
| No.7 パニバ | コヒスタン | 30,000 | 45,000 | 200 | 450 |
| No.11 チヨニ | チトラル | 15,000 | 23,000 | 1,200 | 2,250 |
| No.12 カール | ティール | 40,000 | 60,000 | 100 | 400 |
| No.14 ブカリ川 | ティール | 50,000 | 75,000 | 650 | 950 |
| No.16 カイドン | スワット | 6,000 | 9,000 | 90 | 300 |
| No.17 ビール・ババ | ブニール | 15,000 | 23,000 | 250 | 500 |
| No.18 ジャハ・ナ・ダク | マラカンド | 22,000 | 33,000 | 200 | 400 |
| No.19 トタカン | マラカンド | 35,000 | 53,000 | 50 | 200 |
| No.20 サカコット | マラカンド | 30,000 | 45,000 | 150 | 500 |
| Total | | 493,000 | 741,000 | 2,890 | 6,720 |

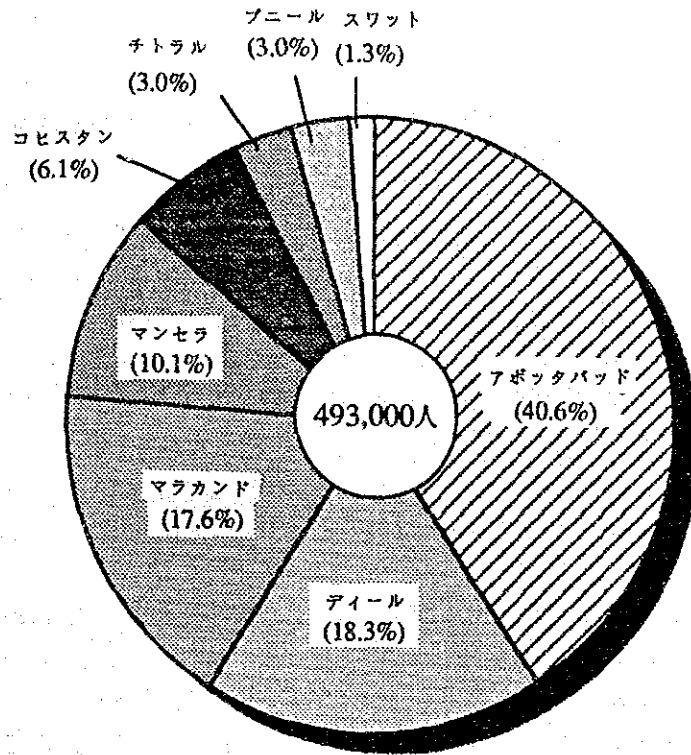


図 5.1 (a) プロジェクト実施による郡別裨益人口
(現状：1990年)

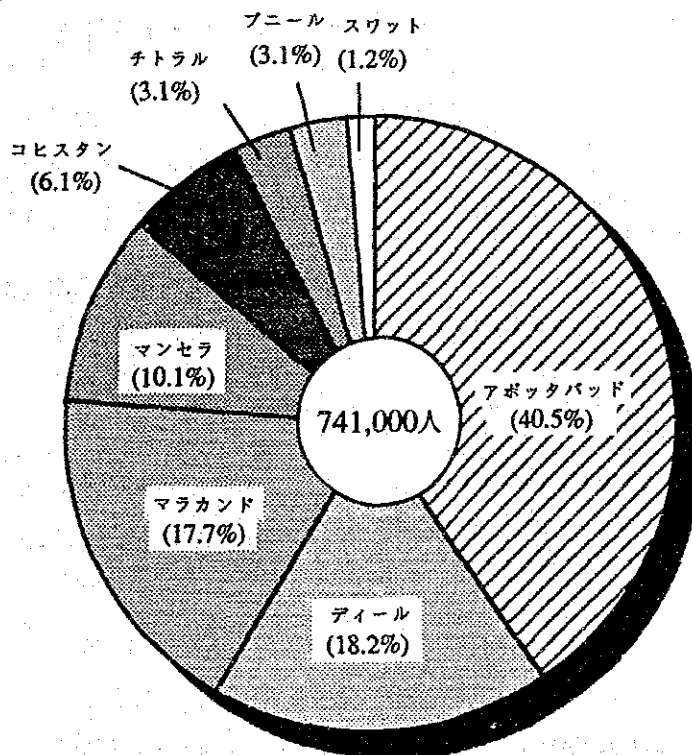


図 5.1 (b) プロジェクト実施による郡別裨益人口
(将来：2010年)

5.2.2 類似開発計画

1991/92年度中にC&Wで予定している道路橋梁プロジェクトは次表の様に総数で23件にのぼっている。

表 5-2 NWFP の道路・橋梁プロジェクト：1991/92 会計年度

| 郡名 | 道路区間／橋梁地点等 | 工事概要 |
|--------|-------------------------|------------------------|
| チトラル郡 | 1. アシュラ川 | 橋梁建設 |
| | 2. マスツジ | 橋梁建設 |
| | 3. プレップ～ブラグール峠 | 砂利道路建設 |
| ディール郡 | 4. ディール～シェリングル | 砂利道路建設 (35 km) |
| | 5. ラルキーラ～ガル | アスファルト工事 |
| | 6. グラムダラ～バダル・カニ | 砂利道路建設 |
| | 7. ワライ～ニアグダラ | アスファルト工事 (22 km) |
| | 8. アスパンド～スワット | アスファルト工事 (10 km) |
| | 9. シャワ川 No. 1 橋梁 | 橋梁建設 |
| | 10. シャワ川 No. 2 橋梁 | 橋梁建設 |
| | 11. チャクダラ～カマラ | アスファルト工事 (26.8 km) |
| | 12. マヤル～ミスキニ | アスファルト工事 (13 km) |
| | 13. グロラ～アルマス・ナムライ | アスファルト工事 (30 km) |
| スワット郡 | 14. トツカイ・ヤツタンキ～テ・リ・アロツホ | アスファルト工事 (25 km) |
| | 15. ダモライ | 橋梁建設 |
| | 16. マングロール～カス・シングライ | アスファルト工事 (12 km) |
| | 17. カワザ・ケラ | 橋梁建設 |
| | 18. ベーライン～カラム | アスファルト工事 (32 km) |
| | 19. カロラ～チャキサル | アスファルト工事 |
| ブニール郡 | 20. バッガール～ゴカンド | アスファルト工事 |
| | 21. バダル～バツタラ | 砂利道路建設 (8 km) |
| マラカンド郡 | 22. ターナ～チラ・バライ | 拡幅&アスファルト工事 (10 km) |
| | 23. コット・トタイ～ロー・アグラ | 拡幅&アスファルト工事 (24 km) |

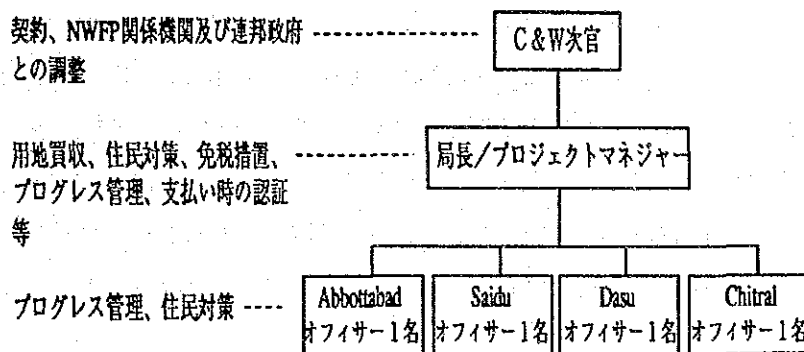
北西辺境州C&Wの道路建設では、まず自己資金により砂利道を建設し、その後、橋梁建設やアスファルト舗装工事が実施されている。アスファルト舗装工事等にはADBやOECE等の資金も利用されている。

5.2.3 実施運営機関

北西辺境州の運輸公共事業局（C&W）が実施機関となる。C&Wが行う主な作業は

- ー 用地取得、免税措置等プロジェクト必要な処置。
- ー プロジェクトマネジャー、サイトオフィサー等のプロジェクトへのアサイン。

C&Wが準備している本プロジェクト組織は次図の通りである。



尚、プロジェクトマネジャーは局長（Chief Engineer）クラスが兼ね、アボッタバッド、サイドゥ、ダス、チトラルのプロジェクトオフィサーにはアシスタントエンジニアークラスをC&Wは予定している。

5.2.4 技術協力の必要性の検討

パキスタンの北西辺境州では、当面の計画として200橋の新橋建設を目指している。今般の13橋の基本設計と、この後に予定されている日本政府無償援助で建設される11カ所の橋梁は、北西辺境州政府の目標のうちのごく一部分である。

将来において、北西辺境州の自助努力で残り多数の橋梁を建設するには、まず州政府の運輸公共事業省内での人材育成、特に橋梁技師の養成が必要である。このための方法として、国際協力事業団が行なっている研修員受け入れ事業でのC&W橋梁技師を受け入れることが望ましい。

これらの技術移転の目的は、

- － 橋梁建設技術の修得、
- － 橋梁構造に対する知識の修得

が大きな項目として挙げられる。

5.2.5 協力実施の基本方針

要請された20橋梁のうちの優先順位の高い11橋梁は、効果、現実性及びパキスタン側の実施能力が確認されたこと、本計画11橋梁はその緊急性等が無償資金協力の主旨に合致していること等から、日本の無償資金協力で実施することが妥当であると判断される。また、この11橋梁に次いで優先順位の高い2橋（No. 13 ハヤ・セライ橋、No. 15 マンキアル橋）についても将来において生じるであろう橋梁の架け替えの必要性に鑑み、よって、日本の無償資金協力を前提として、以下において計画概要を検討し、基本設計を行うこととする。

5.3 対象橋梁の概要

5.3.1 架橋位置

対象13橋の架橋位置は、以下の通りである。

(1) No. 1 ナライ橋

既設橋梁は谷の深い所に吊橋が建設されている。この近傍に架橋すると吊橋形式となるが、右岸側の取付道路の改修が難しいと判断し、上流側約1,000mの所を架橋地点に選定した。この場合、地形が比較的平坦なため、橋梁は簡単な構造で対処可能となり、経済的な建設が出来る。

(2) No. 5 パシヨライ橋

既設橋梁付近は、左右岸の比高差が大き過ぎ、また、既設橋付近には家屋などが有り、立ち退き等に問題が生じ易く架橋地点としては適当でない。そこで既設橋より約1.5km下流でKKH（カラコルムハイウェイ）が緩やかなカーブを描く所に架橋位置を

決定した。この地点はナンディア川の左岸・右岸の比高差が小さく、KKHとの取付が容易となる所である。

(3) No. 7 バニバ 橋

既設橋付近にしか適当な架橋地点は見い出せない。即ち上流側の200m位でカンディア川がインダス河に合流するため、上流側に架橋するとインダス河とカンディア川の両方に架橋することになり不経済である。

一方、右岸の下流側には道路を取付けるのが難しいので、既設橋上下流近傍が適当な架橋地点と判断された。この場合、すぐ上流側では工事中に既設道路の交通をストップすることになるので、これを避けられる直下流を架橋地点とした。

(4) No. 11 チョニ 橋

既設橋の下流側には、モスクや商店があり架橋地点として不適當なため、上流側に架橋地点を選ぶこととした。上流側の場合、約400mの所にチトラル川に直角に流れ込み増水時には土石流を伴う急流河川があるため、土石流による対岸崩壊をまねく危険性がある。このため、橋梁位置を護岸侵食の危険性が低く、更に家屋等の立ち退きの不要な所まで既設橋に近づけるものとし、既設橋より約50m上流地点を選んだ。

(5) No. 12 カール 橋

カールの町はNCC（ノウシェラ～チャクダラ～チトラル）道路から現在の老朽化した吊り橋でパニコラ川を右岸側に渡った地域に発展しており、橋詰め付近では、左岸側も右岸側も密集した集落の形成がみられる。左岸側の場合はパニコラ川に並行するNCC道路に沿い、上流側で約200m、下流側で約150mの範囲で、建築物の切れ目がない。右岸側は橋詰め付近で集落が発展している。カールの町は既設橋梁から見ればほぼ上・下流側におしなべて分布しているようであるが、渡河後の道路はやや下流側に向かいながら西の山裾に至り、その中腹をそのまま下流に伸びる。

カール 橋の橋梁位置は次に示すような諸点を条件に検討した。

- ① 新規橋梁と現幹線道路との接続は、左岸側のNCC道路と右岸側の下流に伸びる道路の連絡になり、架橋地点は下流側に求めるのが自然である。
- ② 地元関係者は次に示す要望を表明している。

- a. 現在の集落にできるだけ近いこと
 - b. 既存構造物をできるだけ保存すること
- ③ NCC道路側は上流に建築物が遠くまで連続しているため、架橋位置は下流がよい。
- ④ 河幅は、上流から下流に向かい減少している。

以上の考察を基に既設橋梁から下流側に向かい橋梁架設地点を求めたところ、約200m下流の構造物の切れ目に適当箇所が求められた。

これより下流に向かった場合、河幅が狭くなる、河相が安定するなど、技術的には架橋し易くなるものの、既存集落から離れるため地域関係者の要望を満たせない、また右岸側道路から離れ取付道路が長くなる等の環境条件に不利になる。総合的判断から既設橋梁に近い点に架橋位置を決定した。

(6) No. 13 ハヤ・セライ橋

既設橋の上流側の右岸には岩が大きく川の中寄りにせり出している。この部分では流水がスムーズでない。またこの上流側の場合には、左岸側のアクセス道路が長くなるばかりか、河岸が安定しておらず、グロインを3本建造してある。このような場所に架橋すると将来、維持補修の問題が生じるので比較的問題の少ない既設橋の下流側に架橋することとした。なお、下流側の場合には、左岸側にある既設吊橋の大きなアンカレイジがグロインの役割をするので、これを架橋後も残すことにより取付道路の安全に寄与出来る。

(7) No. 14 ブカリ川橋

現在車両が川底を走行しているが、この地点に架橋すると取付道路が長くなり過ぎる。架橋地点として選定した箇所は、既存の道路の線形上好ましく、かつ取付道路延長が最短ルートとした。

(8) No. 15 マンキアル橋

既設橋の付近には商店や民家が密集している。既設橋を離れると右岸側は斜面の法面崩落が多く、また左岸側はNullah（下流側）による河岸侵食や険しい斜面に取付道路を建設（上流側）することになり適切な架橋地点ではない。

このため、既設橋付近にのみ架橋地点を見出すものとし、最も家屋の立ち退きの少ないものとして既設橋の上流約30mの所を架橋地点とした。

(9) No. 16 カイドン 橋

既設橋付近の上下流とも架橋地点になり得る所であるが、スワット川左側の取付道路線形（特に縦断線形）で無理が無く、工事中に交通を阻害することの少ない上流側約30mのルートを決橋地点に選定した。

(10) No. 17 ピール・ババ 橋

左岸と右岸の既存道路位置を結ぶ所が架橋地点であるが、直線的に結ぶと斜角（Skew Angle）が鋭角になり、橋長も75mと長くなり不経済となる。このため左右両岸の道路にカーブを入れて、出来る限り直角に河川を渡る様にして橋長を50m程度におさえたルートを決橋地点に選定した。

(11) No. 18 ジャハズーナ・ダク 橋

ジャハズーナ・ダク橋は左岸側から道路が川に向かい緩やかに下降し、渡河後右岸側で上流側に向けて急角度で道路が曲がってから小丘陵に登る地形である。平水位は低く、既設橋梁は水面からの余裕が少ない結果、高水位時に約2mほど冠水する。道路の線形を考慮しつつ道路高さを確保できる位置に架橋位置を検討した。

選定したルートは右岸側の道路線形をほぼそのまま直線で左岸側に延長したものであり、この選定の結果道路の路面高さは既設橋梁より約5m高くできる。また、道路の線形も現在の曲率半径が小さく急角度の平面線形を解消できる。

(12) No. 19 トタカン 橋

既設橋梁がスワット川に架かる地点は左右岸に岩が露頭し、河幅が最も接近している箇所に当たる。既設橋梁の上流側は支流の流入もあって河幅が広がると共に流れも乱れている。下流側では比較的川幅が一定し、河相が安定している。新設の架橋地点は既設橋梁の下流側に求めることとした。

スワット川の左岸は急峻な地形が川まで迫り、川面から約10mの高さで川に沿って

幹線道路が設けられている。既設橋梁は幹線道路からT字型に分岐した道路がトタカンの集落を抜けてから渡河している。新設橋梁は集落を十分避ける位置まで下流側に行き、幹線道路から同じくT字型に分岐することとなる。

右岸は岸から約10m程急傾斜に岸が立ち上がった後、緩傾斜の畑地が広がっている。既設橋梁を渡った地域道路は、川からほぼ直角に離れる。新設橋梁はこの地域道路に連絡するため既設橋梁に近いほうがよい。

したがって、既設橋梁から下流側へ順次地形と地質を観察した結果、下流側約60m付近に川岸の両岸に岩が露頭し、構造物の基礎を求め易く、さらに河幅の若干狭い箇所があり、架橋地点とした。橋梁中心線を右岸側に延長すると、架橋地点から約200mで地域道路にほぼ直線で連絡するため、道路の線形改良にもなる。

(13) No. 20サカコット橋

既存道路は既設橋梁(L=約42m)に向かい左岸・右岸の両側から下り勾配となっている。この既存道路は、サカコット川下流に向かって延びているため、新規橋梁の架橋位置を一義的に既設橋梁の下流側に求めた。サカコット川は、既設橋梁から約70m下流で大きく蛇行している。また、左岸側は、既設橋梁から約80m下流で民家がはり付いている。これらの環境を考慮して検討した結果、既設橋梁の約30m下流で川をほぼ直角に渡るルートを選定した。

5.3.2 橋長及び路面高さ

(1) 橋長決定

対象橋梁13橋の橋長決定に影響する要素として、

- (i) サイトの地形(河川幅、谷の深さ等)
- (ii) 既存の道路高さ
- (iii) 河川の高水位と桁下余裕高

等が重要となる。対象13橋の各橋梁で特に重要な要素となったものを表に示すと次表の通りである。

表 5-3 橋長決定要素及び決定された橋長

| | 河川幅 | 既存の道路高さ | 河川高水位と桁下余裕 | 橋長 (m) |
|----------------------|-----|---------|------------|--------|
| No.1 ナライ橋 (*) | ◎ | | | 100+25 |
| No.5 バショライ橋(*) | | ◎ | | 75 |
| No.7 バニバ橋 (*) | ◎ | | | 180 |
| No.11 チョニ橋 (*) | ◎ | | | 90 |
| No.12 カール橋(*) | ◎ | | | 88 |
| No.13 ハヤ・セライ橋 | ◎ | | | 75 |
| No.14 ブカリ川橋 (*) | ◎ | | | 2×25 |
| No.15 マンキアル橋 | ◎ | | | 44 |
| No.16 カイドン橋(*) | ◎ | | | 44 |
| No.17 ビール・ババ橋(*) | ◎ | | | 50 |
| No.18 ジャハズーナ・ダク橋 (*) | | | ◎ | 75 |
| No.19 トタカン橋(*) | ◎ | | | 90 |
| No.20 サカコット橋(*) | ◎ | | | 75 |

注) *印は今次無償対象橋梁

即ち、上表からも分かる通り9橋が、サイトの地形、特に河川幅により橋長が決定された。但し、No. 5. バショライ橋は右岸側の既存道路が左岸側より約5m高い位置にあり、川幅のみで橋長を決定すると、橋台高が約15m（経済的かつ構造上安全なものは約10m以下）を超えてしまうので、橋のスパンを増やし50m→75mとすることにより経済的なものにした。また、No. 18ジャハズーナ・ダク橋は既設橋梁は桁下余裕が少なく、洪水時に冠水する状況にあるので、新橋は洪水時の桁下余裕を2m以上確保するものと考えた。そして結果としてNo. 5と同様に橋台高を経済的なものにするため1スパン増して50m→75mとすることを決定した。

(2) 路面高さ

路面高さは基本的に以下の方針により決定した。

- (i) 路面高さ ≥ 計画高水位 + 桁下余裕高 (2m以上) + 桁高とする。
- (ii) 既存の道路高さにスムーズに取り付けられる橋面高さにする。

この結果として次表の様に路面高を決定した。

表 5-4 路面高

| | 左岸側路面高 (m) | 右岸側路面高 (m) |
|--------------------|------------|------------|
| No. 1 ナライ橋 | 615.65 | 620.35 |
| No. 5 バショライ橋 | 876.50 | 881.00 |
| No. 7 バニバ橋 | 988.00 | 982.00 |
| No. 11 チョニ橋 | 1,448.00 | 1,447.00 |
| No. 12 カール橋 | 931.35 | 928.70 |
| No. 13 ハヤ・セライ橋 | 934.50 | 934.50 |
| No. 14 ブカリ川橋 | 1,142.00 | 1,143.60 |
| No. 15 マンキアル橋 | 1,742.00 | 1,740.90 |
| No. 16 カイドン橋 | 1,530.00 | 1,530.00 |
| No. 17 ビール・ババ橋 | 815.00 | 815.00 |
| No. 18 シ・ハズ・ナ・タ・ク橋 | 453.20 | 453.45 |
| No. 19 トタカン橋 | 662.40 | 663.40 |
| No. 20 サカコット橋 | 484.10 | 482.20 |

5.3.3 橋梁横断構成

対象13橋梁のうちチトラルのNo. 11チョニ橋は、完成後に予想される交通量が他の12橋より可成り多い。このため基本設計対象橋梁に対して2種類の橋梁標準横断を提案する。

タイプA：1車線橋梁。7月19日付けの議事録で合意されたもの。この1車線橋梁の車道部幅員を3.6mとする。

対象とする橋梁は、予想通過交通量が1000台/日以下のものでNo. 11橋梁を除く全てのもの。

タイプB：2車線橋梁。車道幅員を6.6mとする。

対象とする橋梁は、予想通過交通量が約2,250台/日以下であるNo. 11橋梁。

尚、標準横断図については、図 6.1、6.2（第6章基本設計）を参照のこと。

5.3.4 橋梁形式

対象13橋梁の橋梁形式を選定するに際して基本方針として考慮したこのは次の事項である。

- (i) 経済的に妥当な形式であること。
- (ii) 建設工期に不確定な要素、例えば洪水、降雪時での作業遂行を考慮しないこと。
- (iii) 安全でかつ信頼出来る橋梁工事を遂行出来ること。
- (iv) 対象橋梁数が多く、しかもサイトがそれぞれ離れている事情を考え、余り多くの形式を提案して現場作業を複雑にしないこと。

この結果、以下の3種類の上部工形式と2種類の基礎工形式を提案する。

(1) 上部工形式

- 河川内での橋脚を安全に施工でき、かつ上部工を含めた工事が12ヵ月以内に問題なく行えると判断されるサイトでは、経済性の高いスパン長25mのPCコンクリート桁を採用する。
- 河川内での橋脚建設に洪水期などの影響を受け工期的に12ヵ月以内の完成が難しい場合で、河川幅が40m～50m程度の中規模な橋梁サイトでは、このスパンで経済性の高い鋼鈹桁を採用する。また、スパン長を40m～50m程度として橋脚数を少なくすることで工期的に問題ない場合にこの鋼鈹桁を採用する。
- 河川内の橋梁建設が技術的かつ工期的に難しく、しかも河川幅が70mを超える様な規模の大きいサイトでは、吊橋を採用する。

(2) 基礎工形式

- 岩盤や玉石層が比較的浅い所（河床より5m以内）に存在する場合には直接基礎を採用する。
- 支持層が深くて直接基礎の採用が無理なサイトではRC場所打ち杭を採用する。杭径は、パキスタンで多用されている60cmとする。

5.3.5 供与範囲

日本政府無償援助としての供与範囲は、以下の橋梁及びその関連施設の建設である。

No. 1 ナライ橋

新橋と新橋への取付道路（左岸側約300m、右岸側約80m）の建設。

No. 5 バシヨライ橋

新橋と新橋への取付道路（左岸側約100m、右岸側約200m）の建設。

No. 7 パニバ橋

新橋と新橋への取付道路のための現道改良（左岸側約260m、右岸側約20m）の建設。

No. 11 チヨニ橋

新橋と新橋への取付道路（左岸側約390m、右岸側約20m）の建設。

No. 12 カール橋

新橋と新橋への取付道路（左岸側約25m、右岸側約90m）の建設と右岸側平面の交差点の建設。

No. 14 ブカリ川橋

2本に分岐しているブカリ川にそれぞれ1橋づつの新橋建設とその中洲部にコウズウェイ（約200m）の建設。また橋梁への取付道路（左岸側約20m、右岸側約30m）の建設。

No. 16 カイドン橋

新橋と取付道路（左岸側約20m、右岸側約30m）の建設。

No. 17 ビール・ババ橋

新橋と取付道路（左岸側約40m、右岸側約40m）の建設

No. 18 ジャハズーナ・ダク橋

新橋と新橋への取付道路のための現道改良（左岸側約25m、右岸側約90m）の建設。

No. 19 トタカン橋

新橋と新橋への取付道路（右岸側のみ約90m）の建設。

No. 20 サカコット橋

新橋と取付道路（左岸側約80m、右岸側約10m）の建設。

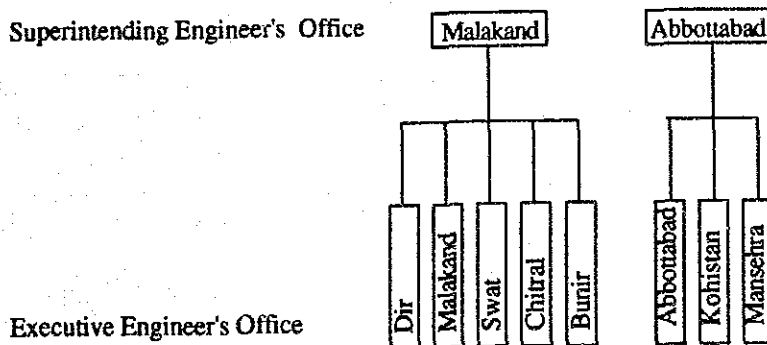
5.3.6 維持管理計画

供与対象の11橋に関して、将来必要な維持管理作業として以下のものが考えられる。

- 鋼橋の塗装（約7～10年おき）
- ガードレール、舗装（セメントコンクリート舗装）の修復（損傷を受けた場合）
- 護岸工の修復（洪水を受けた場合）
- 取付道路（アスファルト舗装）の舗装の打ち替え（約7～10年おき）

今般の計画では、出来る限り維持修繕の少なくなることを目指して施設設計を行うが、交通車両による衝突事故、鋼橋の定期的塗装、取付道路の定期的打ち替え、橋面（特に伸縮継手）や沓付近の清掃等の維持管理を十分に実施することで、構造的寿命は延びて来る。

C&W が考えている維持管理体制は、各県の建設局(Superintending Engineer's Office) の下部組織の各郡の工事事務所(Executive Engineer Office)での予算措置と維持管理作業を行うものである（図 2.1参照）。



因みに、維持監理作業に必要と考えられる11橋分の費用（現在価格ベース）は、概算で次のように予想される。

- 車輛衝突事故によるガードレール等の修復や橋面清掃等の年間必要額；約30万円
- 約7～10年おきに必要となる鋼橋の上塗り塗装や取付道路の舗装のオーバーレイ等の必要額；約700万円

第6章 基本設計

第6章 基本設計

6.1 設計の基本方針

以下の事項を考慮して基本設計を行なうものとする。

- (1) 河川内での橋脚工事は低水期にのみ限定される。このため、上部工、下部工、基礎工の施工方法、必要な作業期間を想定し、設計に反映させる。
- (2) 基本設計に際し、工期の短縮、建設費及び維持管理費の低減に留意し、上部工、下部工、基礎工、取付道路、その他付帯工の施工法選定に努める。
- (3) 地域によっては、風が強く吊橋の様な柔構造にとっては、風荷重が設計上重要な要素となる。特に、No. 7パニバ橋、No. 11チョニ橋では谷が深く毎日朝夕に突風に見舞われる。この様な場所には、耐風安定性を十分考慮して設計するとともに、出来る限り風の影響を小さくする様な細部構造とする。
- (4) 対象橋梁サイトの多くは、岩盤や玉石層の様な支持層が比較的浅い位置に現れる。この様なサイトでは、支持力のほかに河川の洗掘に対し十分な安全性を確保出来る様にフーチング深さを検討する。
- (5) 現地経済の活性化と技術移転を図るため、現地労働者を出来る限り活用し得る橋種、施工法、仮設法等を計画することとする。

以上の基本方針に基づいて、次の様に具体的な設計を行う。

- (1) 河川内の工事量を減じるために河川内の橋脚の数を出来るだけ少なくなる様にする。又、河川内でのフーチング工事のための掘削を余儀なくされる場合には、オープン掘削方式だと締切り水換え工事が難しく、工期が不確実となるので、RC箱枠（仮設ケーソン）を考慮した施工法とする。
- (2) 建設費と維持管理費低減のため、単純な構造であるPC合成I桁と鋼鈹桁を可能な限り採用する。即ち、小さなスパン長（約25m）の場合には、低廉でしかも維持管理費の少ないPC合成I桁を用い、それよりもスパン長の長くなる中規模スパン（約45m）では鋼鈹桁とする。なお、鋼鈹桁では渡り切れない河川では吊橋を採用する。

- (3) 風の影響を低減するために、壁高欄の様に風に対する暴露面積の大きくなるものは避け、風通しの良いパイプ式高欄を採用する。また、スパン長が特に長くしかも強風を受け易い No. 7パニパ橋では耐風索を用いることにより耐風安定性を増すと共に補剛桁重量の低減を図る。
- (4) 玉石層では洗掘の可能性があるので洗掘深を推定してフーチングの根入れを決定する。

6.2 設計条件と基準

パキスタン北西辺境州運輸公共事業局 (C&W) と協議の結果、次の様に設計条件と基準を設定する。

(1) 橋梁幅員

タイプA (1車線橋梁)

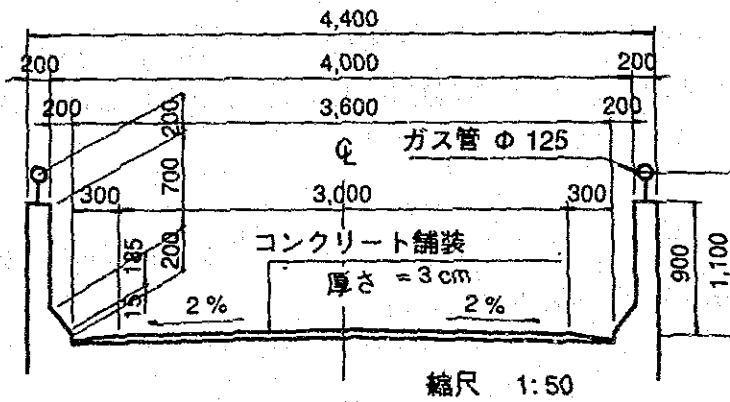


図 6.1

タイプB (2車線橋梁)

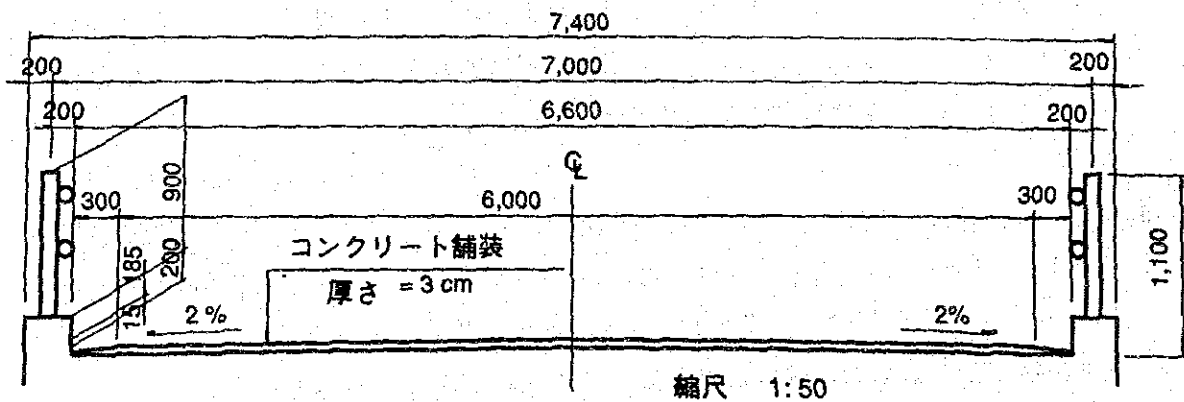


図 6.2

(2) 設計活荷重

主桁の設計：TL-14（日本道路協会）

但し、床版厚はTL-20に耐えられるようにする。

(3) その他の荷重

— 死荷重は表 6-1 の通りとする。

表 6-1 材料の単位体積重量

| 材 料 | 単位体積重量 | 材 料 | 単位体積重量 |
|--------------|--------------------------|-----------|--------------------------|
| 鋼、鋳鋼、鍛鋼 | 7,850 kgf/m ³ | 無筋コンクリート | 2,350 kgf/m ³ |
| 鋳鉄 | 7,250 | セメントモルタル | 2,150 |
| アルミニウム | 2,800 | 舗装用アスファルト | 2,300 |
| 鉄筋コンクリート | 2,500 | 舗装用コンクリート | 2,350 |
| プレストレスコンクリート | 2,500 | 木材 | 800 |

— 風荷重算出のための設計基準風速：V₁₀ = 40 m/sec

— 温度変化：50°C（0°C～50°C）

但し チトラル では 40°C（-5°C～35°C）

— 地震荷重：水平震度 KH = 0.1

— 土 圧：クーロン式により算出

(4) 車両による建築限界

$$H = 4.5 \text{ m} + 0.3 \text{ m} = 4.8 \text{ m}$$

（既往の大型車） （舗装オーバーレイ）

(5) 取付道路の設計条件、基準

(i) 幅員：6.6 m（路肩 1.5m + 舗装 3.6m + 路肩 1.5m）

(ii) 盛土部分の勾配：

盛土高 H ≤ 4 m の場合 … 1 : 1.5（普通土盛土）

1 : 1.0（砂利盛土）

(iii) 法面工：計画高水位（HWL）+ 0.5m 以下には練り積石を施工する。この場合の基礎は、高さ1.5m、幅1.0mとする。HWL+0.5m 以上の部分は張り芝工とする。

(iv) ガードブロック工

ガードレールは維持管理上問題が生じない様に、現地材を用いた練り積石によるガードブロックとする。ガードブロック寸法は、

0.6m × 0.6 m × 0.9m

（幅） （高） （長さ）

但し、ガードブロックは路肩中に15cm根入れするものとする。ガードブロックの設置間隔は、1.2m（中心間隔）とする。

6.3 基本設計の内容

6.3.1 上部工の設計

基本設計の対象となる上部工形式は以下の5種類である。

- | | | |
|---------------------------|---|--|
| (i) P C 桁橋（スパン長25m） | : | No. 1 ナライ橋 No. 5 バショライ橋 No. 17 ピール・ババ橋 No. 18 ジャハズーナ・ダク橋 No. 20 サカコット橋 |
| (ii) 鋼鉄桁橋（スパン長44m） | : | No. 12 カール橋 No. 16 カイドン橋 |
| (iii) 鋼補剛桁吊橋（スパン長90m×2車線） | : | No. 11 チョニ橋（2車線） |
| (iv) 鋼補剛桁吊橋（スパン長90m×1車線） | : | No. 19 トタカン橋 |
| (v) 鋼補剛桁吊橋（スパン長180m） | : | No. 7 バニバ橋 |

(1) スパン長25mのP C 桁橋の設計

- 有効幅員が3.6mとせまく、主桁本数が2本で足りる。
- 高欄が壁式であるため、十分な剛性のある床版に剛結させる必要がある。

(3) 鋼補剛桁吊橋

(i) サグ比

日本で最も一般的に使用されているサグ比 1/10 となる主ケーブル形状を用いる。

(ii) 補剛トラス

RC床版を下側から支える形式の補剛トラスとし構造検討の結果から次表の様な桁高及び主桁間隔とする。

表 6-2 所要桁高及び主桁間隔

| | 桁 高 | 主桁間隔 |
|------------------|-------|-------|
| 1 車線吊橋、スパン 90 m | 1.8 m | 5.0 m |
| 2 車線吊橋、スパン 90 m | 2.2 m | 8.0 m |
| 1 車線吊橋、スパン 180 m | 2.2 m | 5.0 m |

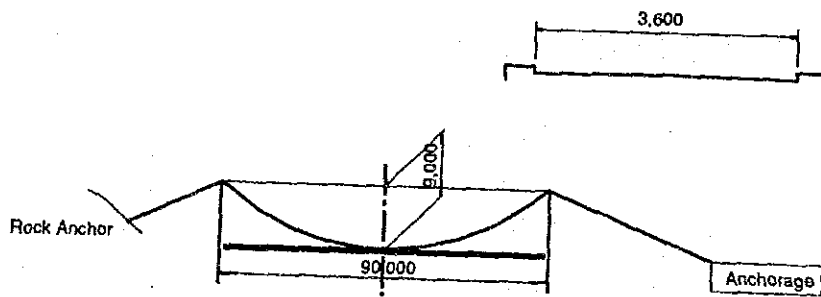


図 6.5 (a) 90mスパン 1 車線吊橋

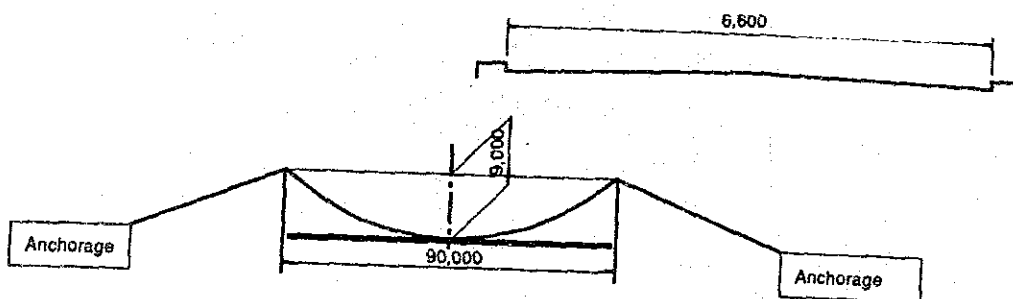


図 6.5 (b) 90mスパン 2 車線吊橋

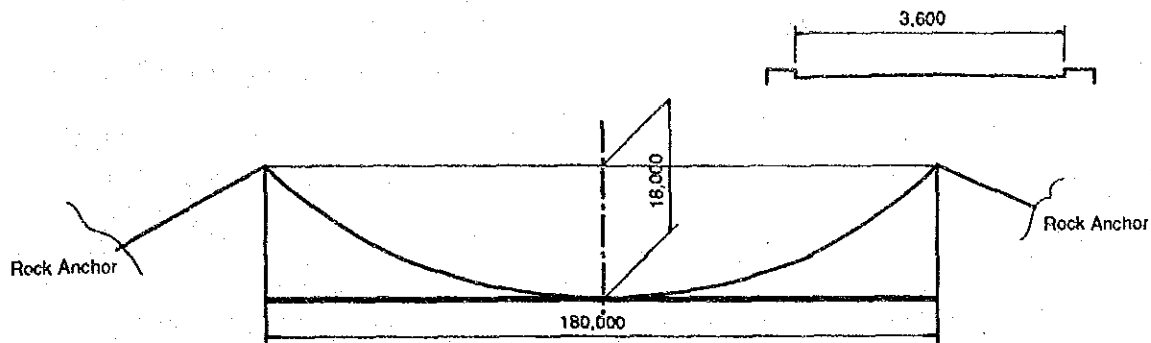
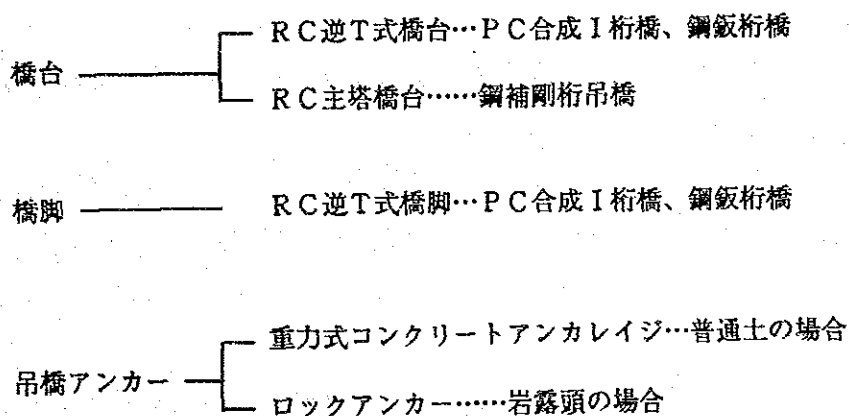


図 6.5 (c) 180mスパン1車線吊橋

6.3.2 下部工の設計

大別すると以下の形式の下部工が設計対象となる。



(1) 橋台

PC合成I桁及び鋼鈹桁を支える橋台は経済性の高いRC逆T式橋台とする。橋台のフーチングは地表から十分な根入れ長を確保するものとし、また橋台高は10mを最大とする（これ以上になると経済性をそこなう）。

吊橋の主塔橋台は、RC逆T式橋台上にRC構造の主塔を載せた構造とする。

(2) 橋脚

PC合成I桁橋及び鋼鈹桁を支える橋脚は経済性に優れているRC逆T式橋脚とし、流水の方向に対してどの様に配置しても支障無い様に円柱を基本とする。フーチング

は河床より十分な根入れを確保するものとする。

(3) 吊橋アンカー

橋梁サイトの地質状況から次表の様に重力式RCアンカレイジとロックアンカーを使用することとした。

表 6-3 アンカーの種別

| | 左岸側 | 右岸側 |
|--------------|-----------|-----------|
| No. 7 バニバ橋 | ロックアンカー | ロックアンカー |
| No. 11 チョニ橋 | 重力式アンカレイジ | 重力式アンカレイジ |
| No. 19 トタカン橋 | ロックアンカー | 重力式アンカレイジ |

6.4 基本設計図

工事量と工期を把握し、工事費積算を目的とした橋梁及びその他関連施設を含む橋梁一般図を図 6.6 ~ 6.18 に示す。

(1) No.1 ナライ橋の基本計画図を図 6.6 に示す。

橋梁の路面の高さは、河川のHWLに2m以上の余裕を加えた高さに桁下高を合わせて決定した。

橋梁は、パニコラ川を渡る主橋梁と右岸側の沢を跨ぐ側径間橋の2本からなる。主橋梁及び側径間橋ともにスパン長25mのPC単純桁とし、それぞれ次の様なスパン数、橋長とする。

$$\text{主橋梁} : 4 \text{ スパン} \times 25 \text{ m} = 100 \text{ m}$$

$$\text{側径間橋} : 1 \text{ スパン} \times 25 \text{ m} = 25 \text{ m}$$

主橋梁の橋脚3基は、平水位時の河川内に建設されるものとする。フーチングは洪水時の洗掘深と同じ約4mの深さまで根入れする。

基礎工としては、パキスタンで一般的である径60cmの場所打ち鉄筋コンクリート杭を用いることとした。杭先端の深さは、地質調査結果に基づき石灰岩層に根入れすることとし、フーチングより10mに決定した。

左岸側取付道路は橋梁中心線を延伸した直線であり、道路高さは出来るだけ現地盤にすり付く様にした低盛土方式を採用した。左岸側の後部に溜れ沢があり、ボックスカルバートを設けることとした。取付道路の法面保護工として、河川のHWL以下の部分には練り石積みによる洗掘防止工を施す。取付道路と既設道路との結合部では、T字型交差点になるので車両の円滑な走行のために、コーナーの線形を確保して円滑にすり付ける。

右岸側の既設の道路が洪水時に冠水するので、右岸側取付道路の高さを現状より約1.5m盛り上げる。側径間橋の橋台の背面付近で既設道路に接続するが、ここではT字型交差点になるので車両の円滑な走行のために、コーナーの線形を確保して円滑にすり付ける。

取付道路の舗装構造は、周辺の道路と同じ簡易アスファルト（マカダム式）舗装とする。

(2) No.5パショライ橋の基本計画図を図6.7(a), (b)に示す。

橋梁の路面の高さは、左岸の高さ及び右岸のKKHの高さに円滑に取り付けられる様に決定した。特に右岸側の斜面は高く、また右岸側を走るKKHが高い場所にあるため縦断勾配を橋梁部で6%とし、橋梁からKKHでは10%まで許容することとした。

橋梁の有効幅員は、3.6mとする。

上部工は、No.1ナライ橋と同じPC桁でスパン長25mの2主桁とし、スパン数3連の橋長75mとした。

下部工は、橋台、橋脚ともに逆T式鉄筋コンクリートとした。

右岸側取付け道路は、切土面が高く、崩落の防止のため練り石積擁壁及び練り石法面工を設けることとした。

舗装構造は、簡易アスファルト舗装を採用した。

(3) No.7パニバ橋の基本設計図を図6.8に示す。

インダス河右岸の既設のキャンディアバレー道路は、予想HWLより約17m高い位置にあり、また左岸側のKKHに連絡する既設道路は右岸側より更に6m高い位置にある。このため、橋面は左岸側から右岸側に向かって約3.3%の勾配を付けることとした。桁下余裕は十分取れている。

橋梁の有効幅員は、3.6mとした。

橋梁形式は鋼製の補剛トラスを有する吊橋で主塔間のスパン長は180mと長大である。木製床版の吊橋建設の「バ」国での実績は多く、現地コンサルタントがこれを設計しているが、過去の人道橋吊橋の架橋例をそのまま踏襲しているために設計方法が十分に確立していない。今回採用する補剛トラスを有する吊橋の経験が少ないことから、日本の簡易吊橋の設計要領に基づいて設計することとした。

左右両岸とも岩が露頭しているため主塔を兼ねる橋台は直接基礎とする。主ケーブルの定着方法はロックアンカーを採用した。又、強風の影響を考慮してストームケーブルを吊橋につけることとした。取付道路は、左岸側では吊橋からカーブを描いて取付くまでの約30mとし、盛土法面が高いので練積み擁壁を設ける。

一方、右岸側は、既設の道路が川と平行しているため吊橋には急なカーブを入れ、しかも岩を大きく掘削することになり掘削量が膨大になる。掘削量を低減するため橋詰部分に平場を確保し、大型車両走行に供することとした。

取付道路の舗装構造は、簡易アスファルト舗装を採用した。

(4) No.11チョニ橋の基本設計図を図6.9(a), (b)に示す。

橋梁前後の道路線形は、左岸側はNCC道路で平面交差する所を始点とし農地(畑)を通過してチトラル川に対して直角に渡河し、右岸側のタウン道路に平面交差する点を終点とする約500mのルートである。

橋面の高さは、既存の木製吊橋よりも桁下余裕をとることを前提にし、左右両岸に円滑に取付けることとした。左岸側が約4m右岸側より高いので橋梁に僅かであるが縦断勾配2%を付けることとした。

橋梁の有効幅員は6.6m（2車線）とした。

橋梁形式は、No.7パニバ橋と同じく鋼製の補剛トラスを有する吊橋とする。地層が玉石を多く含む砂利層であるが主塔に加わる鉛直力が大きいことを考慮して、場所打ち杭を基礎工とし、この基礎工の上に橋台と主塔をRC構造で造る。主ケーブルの定着方法は重力式のアンカレイジとする。

左岸側の取付道路はNCC道路からアンカレイジまでの約300mで、橋台付近にSカーブを入れてある。盛土は田畑より約1mの高さであり、法面は張芝工とする。右岸側はアンカレイジからチトラルタウン道路までの約30mで盛土高は約1mとなり、左岸取付道路と同様に張芝工の法面保護工とする。

舗装は、簡易アスファルト舗装とする。

(5) No.12 カール 橋の基本計画図を図6.10に示す。

路面の高さは、左岸側のNCC道路の路面高さと右岸側集落内道路の路面高さとをほぼ直線で結ぶ様な縦断線形とした。縦断勾配は約2%であり、パニコラ川のHWLから桁下までの空間は充分確保出来る。

橋梁上部工としては、スパン長44mの鋼鈹桁を2連用いることとした。パキスタン国では、近年、鋼鈹桁の実績が少なく、仕様書、設計要領も充分整備されていない。このため、日本の基準、設計仕方書に準拠して設計した。

下部工としての橋台、橋脚は、全て逆T式鉄筋コンクリート構造とした。河川内の1基の橋脚は平水位時の水中工事になり、フーチング工事等で深い位置まで掘削することは若干大変なことであるが、洗掘に対処する必要性から先に述べた様に掃流時の水深まで充分な根入れを確保することにした。また、洗掘防止工として、玉石による根固め工を施すことにした。玉石による洗掘防止工は、陸上部に建設される橋台2基にも適用することとした。

地質調査結果によると左岸側には岩が露頭しているが、右岸側は河川堆積物の互層になっている。したがって、左岸側の橋台には直接基礎を採用し、橋脚と右岸側の橋台には径60cmの場所打ち鉄筋コンクリート杭を採用した。杭の根入れ深さは、基礎となる岩層までとする。

左岸側の取付道路は約25mでNCC道路に接続するが、この区間でT字型交差点を形成する。交通の円滑な流れを図るためコーナーの線形を確保して設計した。橋台背面の盛土で道路高さを確保するが、この場合橋台前面は川の流に接するため、練り石積みにより十分な防護工を施すこととした。

右岸側の取付道路は、橋台から既設の集落内道路までの約250mの区間を低盛土で建設される。また、川沿いに走る取付道路の構想もあるため、橋台付近にT字型交差点を計画した。法面保護工としては、橋台付近の洪水の影響を受ける部分は練り石積み、その他の部分は張り芝工とした。

取付道路の舗装構造は、周辺地域の道路と同じ簡易舗装とする。

(6) No.13ハヤ・セライ橋の基本設計図を図6.11に示す。

既存の balan paddーラルキーラ道路の既設橋の下流側にルートを決定した。橋面高は、HWLに対して2m以上の桁下余裕を確保出来る様に決定した。

橋梁の有効幅員は、3.6mとする。

上部工はNo.1ナライ橋、No.5パシヨライ橋と同じPC桁でスパン25mの2主桁とし、スパン数3連の橋長75mとした。

下部工は、橋台・橋脚ともに逆T式鉄筋コンクリート構造とし、基礎工は玉石層に根入れする直接基礎形式とする。

取付道路は、左岸側の橋台部では流水の影響を考えて練積石擁壁を設けようとする。この左岸側橋台の上流側には既設の吊橋のアンカレイジが存在するが、このアンカレイジを新橋建設後も残すことにより新橋の左岸側を保護するグロインとして利用することとする。一方、右岸側の橋台からも練積石擁壁を設けるが、途中にある農業用水のためのパイプカルバートを2カ所(φ600と3@φ600)設置する。

舗装は簡易アスファルトコンクリート構造とする。

(7) No.14 プカリ川橋の基本設計図を図6.12に示す。

架橋路線は、サマール・バック～シャヒ道路に出来る限りリスムーズに取り付けられる線形（特に縦断線形）とした。検討の結果、右岸側の既存道路の縦断と平面線形を直線的に延ばすこととした。橋梁は、左右の水路にそれぞれ1橋ずつ架橋することとし、桁下余裕を2m以上を確保することとした。橋梁と橋梁の間の中洲にはコウズウェイを設けることとするが、ここでは洪水時には水が越流出来る様に出来るだけ路面を低く抑えておくこととした。

橋梁の有効幅員は、3.6mとする。

上部工形式は、No.1ナライ橋、No.5パショライ橋と同様のPC桁橋とし、左右両水路幅分の25mスパン1連ずつの計2連を建設する。橋台は逆T式RC構造で基礎は直接基礎とする。

取付道路の舗装は簡易アスファルト舗装とするが、コウズウェイ部分は越流を予想してセメントコンクリート舗装とする。また、コウズウェイの法面については練積石とする。

(8) No.15 マンキアル橋の基本設計図を図6.13に示す。

バーライン～カラム道路からマンキアル～タルカナ道路を結ぶスワット川に架かる本橋は、既設橋の約20m上流側を架橋ルートとする。橋面高さは、左右両岸の既設道路面に一致させることとするが、この場合、HWLから2m以上の桁下余裕が確保出来る。

橋梁の有効幅員は、3.6mとする。

上部工形式はNo.12カール橋と同じ鋼鉄桁（合成構成）とし、スパン長44mの桁を1連使用する。下部工としての橋台は逆T式のRC構造とし、基礎工は玉石層に根入れする直接基礎とする。

取付道路は、既設道路に交差する様にし、用地が限られているため練積石擁壁で左右両岸の取付道路を保護する。

舗装は、簡易アスファルト舗装とする。

(9) No.16カイドン橋の基本設計図を図6.14に示す。

バーラーン～カラム道路からカイドン～ゴールナイ道路に向かう0キロポスト地点のスワット川に架かる本橋は、既設橋の約20m上流側を渡河ルートとする。桁下余裕高は十分確保出来る地形であるため、橋面高については左右两岸の既設道路面に円滑にすり付く様に縦断線形を決定した。

橋梁の有効幅員は、3.6mとする。

上部工形式は、No.12カール橋と同じ鋼鈹桁（合成構造）とし、スパン長44mの桁を1連使用する。橋台は逆T式のRC構造とし、基礎工は玉石層に根入れする直接基礎とする。

取付道路は、既設道路にすり付けるだけの延長とする。取付道路カーブは半径が小さく、しかも盛土高が高いので練積石擁壁により盛土を保護すると同時に河川内に法尻を入れないこととする。

舗装は、簡易アスファルト舗装とする。

(10) No.17ピア・ババ橋の基本設計図を図6.15に示す。

ピア・ババ～マルカプール道路でマルカプール川に架橋するものであるが、左岸のピア・ババ側と右岸のマルカプール側の既設道路を直線的に結ぶのが理想的である。しかし、この場合には斜角が鋭角になりすぎ、橋長も長くなってしまい経済的に劣るので、左右両側の既設道路にカーブを入れ橋長を抑えることとした。

橋面高は、HWLから2mの桁下余裕高を確保することとする。

橋梁の有効幅員は、3.6mとする。

上部工は、No.1ナライ橋、No.5パシヨライ橋、No.14ブカリ川橋と同様にPC桁橋とし、スパン長25m×2連を使用することとする。

下部工は逆T式のRC構造の橋台、橋脚とする。地質が粘土層が上部にあり、これは支持層として不適當であるので、この層より下の砂礫層まで基礎杭を根入れするものとし杭長15mとする。

取付道路の盛土部では、HWL+0.5mまでの水の影響を受ける部分には練積石工を法面に設すこととする。その他の部分には張芝工とする。なお、右岸側には用水路があるので、ここにはパイプカルバート3@600を使用することとする。

舗装構造は、簡易アスファルト舗装とする。

(11) No.18 ジャハズーナ・ダク 橋の基本計画図を図6.16に示す。

橋梁前後の道路線形は、左岸側の既設道路の下がり勾配の始まる部分と右岸側の既設道路の急な曲線の終点部とを直線ではほぼ水平に結ぶこととした。桁下の空間としては予想HWLより2mを確保することとした。

橋梁の有効幅員は、3.6mとする。

上部工は、No.1ナライ 橋と同じPC桁でスパン長25mの2主桁とし、スパン数3連の橋長75mとすることとした。

下部工は、橋台、橋脚ともに逆T式鉄筋コンクリートとすることとした。橋台2基と左岸側橋脚1基は陸上工事、右岸側橋脚1基は河川内工事となる。基礎工は、直接基礎とし、泥岩層に根入れすることとした。

左岸側取付け道路は、盛土上（最大高さ約4m）に構築する。盛土の法面は張り芝工で防護するが、川の流れの影響を受けるところは練り石積み工を用いることとした。

右岸側の取付け道路は基本的には現道を利用するが、現道に盛土しなければならない部分があり、ここに石積み擁壁を用いることとした。

舗装構造は、簡易アスファルト舗装を採用した。

(12) Br.No.19 トタカン 橋の基本計画図を図6.17に示す。

路線の線形は、左岸側の幹線道路からT字型に直角に分岐する所を始点とし、橋梁で渡河した後、対岸の傾斜した畑を通過して既設の道路に接続する。左岸側の道路端から主塔まで約10mあり、この部分には地形を考慮してスパン10mのRC床版橋を架け

ることとした。右岸側も同様にRC床版橋を架けることとした。

橋梁上部工の主径間は、スパン長90mの補剛トラスの吊橋である。

主塔の基礎工は、岩に直接フーチングを載せる事とし、この上に鉄筋コンクリートの主塔を建設する事とした。主ケーブルのサグ比を約1/10とし、この主塔の高さをフーチング底面から約18mとした。主ケーブルの定着は、左岸側では良質な岩盤に直接定着させるロックアンカーに、そして右岸側では岩盤が深いためアンカレイジを構築してこの中に定着させることとした。

側径間は地形を考慮して、スパン長10mのRC床版橋とした。この橋台は、高さが低いので重力式とした。

取付け道路は、左岸側ではRC床版がT字型交差点の一部を構成してそのまま幹線道路に接続するため不要となる。右岸側の取付け道路はRC床版橋から更に約200m延伸して、既存の地域道路に連絡する。この部分の地形は緩傾斜であるため、取付け道路はほぼ現地盤なりに低盛土で構築する。

取付け道路の舗装構造は、簡易舗装とした。

(13)No.20 サカコット橋の基本計画図を図6.18に示す。

橋梁前後の道路線形は、既設道路の下がり勾配の始まる部分で急カーブの入っている部分を、直線で結んだものである。桁下の空間としては予想HWLより2mを確保することとした。

橋梁の有効幅員は、3.6mとする。

上部工は、No.1ナライ橋及びNo.18 ジャハズーナ・ダクと同じPC桁でスパン長25mの2主桁とし、スパン数3連の橋長75mとすることとした。

下部工は、橋台、橋脚ともに逆T式鉄筋コンクリートとすることとした。

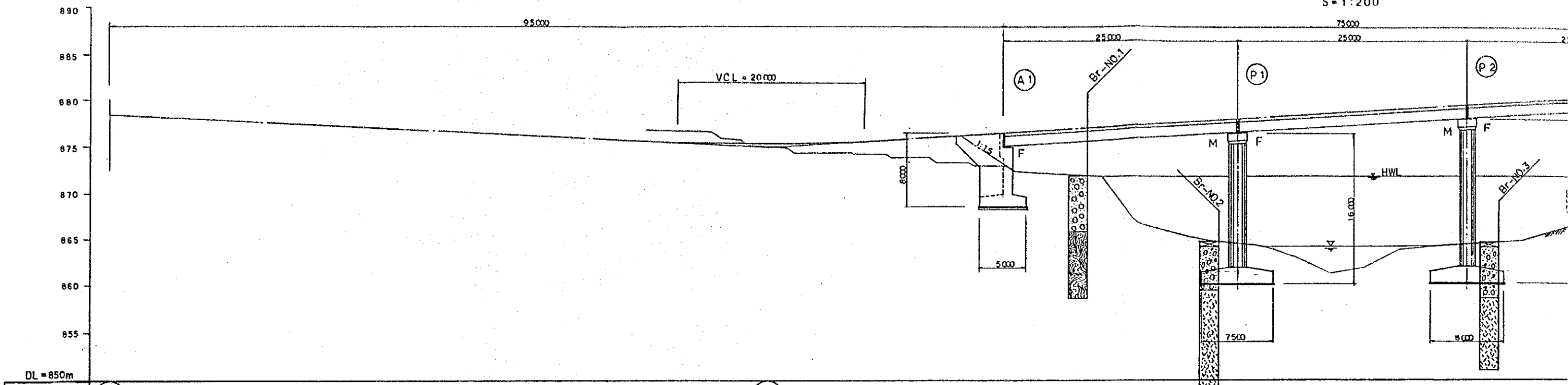
左岸側取付け道路は、切り通し(最大高さ約4m)の中に構築する。切土の法面は急勾配で仕上げ、法面工を用いないこととした。

右岸側の取付け道路は基本的には現道を利用する。

舗装構造は、簡易アスファルト舗装を採用した。

縦断図

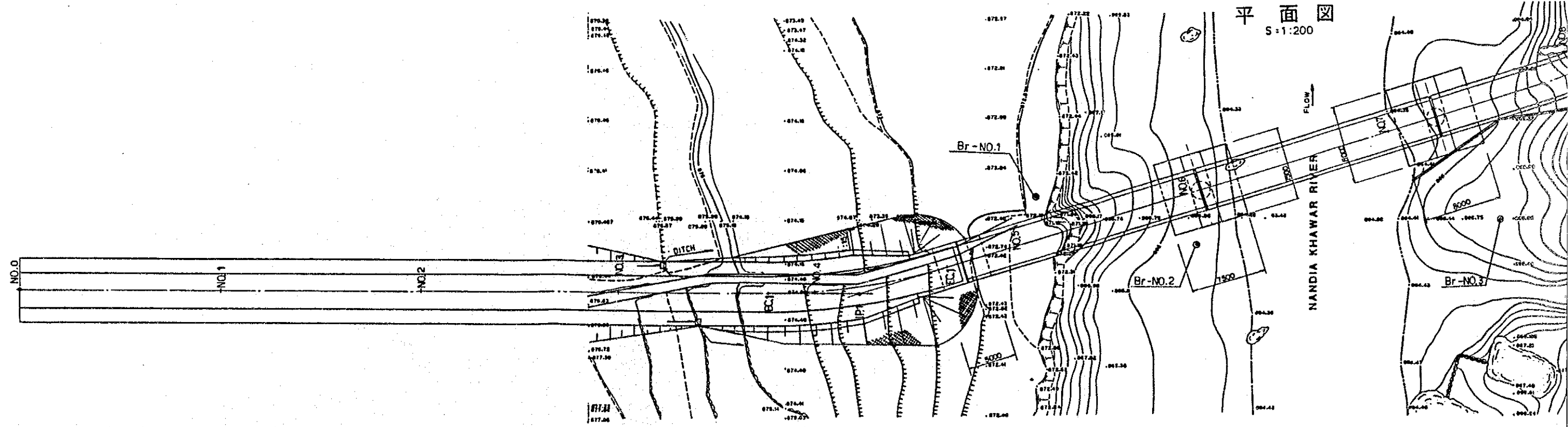
S = 1:200



| 縦断線形 | DL = 850m | | | | | | | | | |
|--------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 計画高 | 876.5 | 877.5 | 875.5 | 875.5 | 875.0 | 875.0 | 876.5 | 876.5 | 878.0 | 879.5 |
| 地盤高 | | | | | | | | | | |
| 距離 | 0.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 10.0 | 10.0 | 15.0 | 50.0 | 200.0 | 5.0 |
| 横断図No. | NO.0 | NO.1 | NO.2 | NO.3 | NO.4 | NO.5 | NO.6 | NO.7 | NO.8 | NO.9 |
| 平面線形 | R = 60 I = 17° 26' 19" TL = 9202, CL = 18262 | | | | | | | | | |

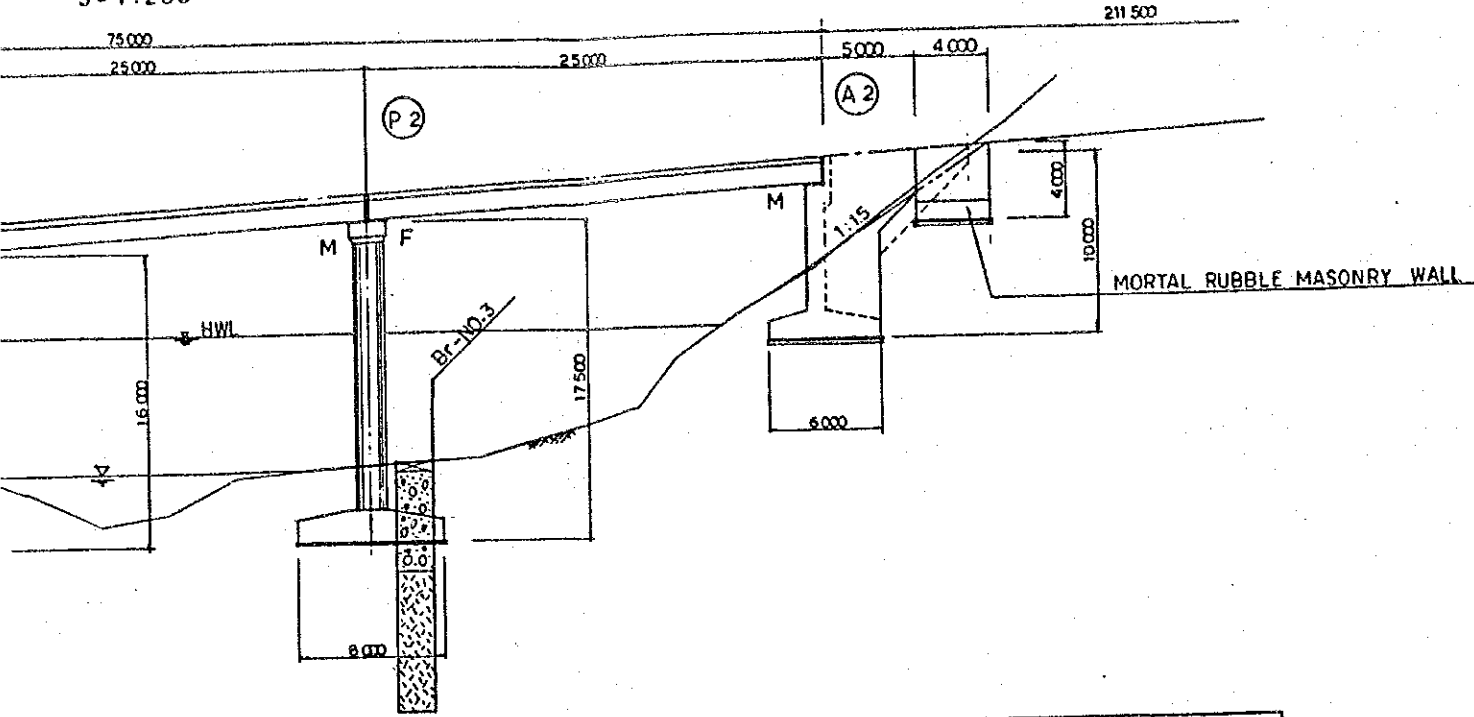
平面図

S = 1:200



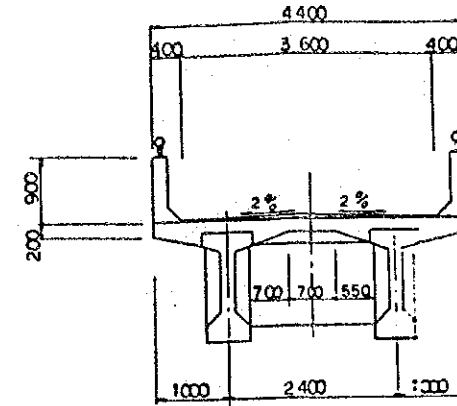
断面図

S=1:200



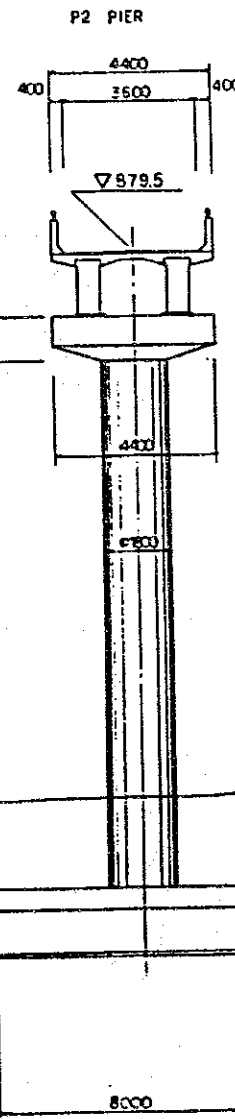
横断面図

S=1:50

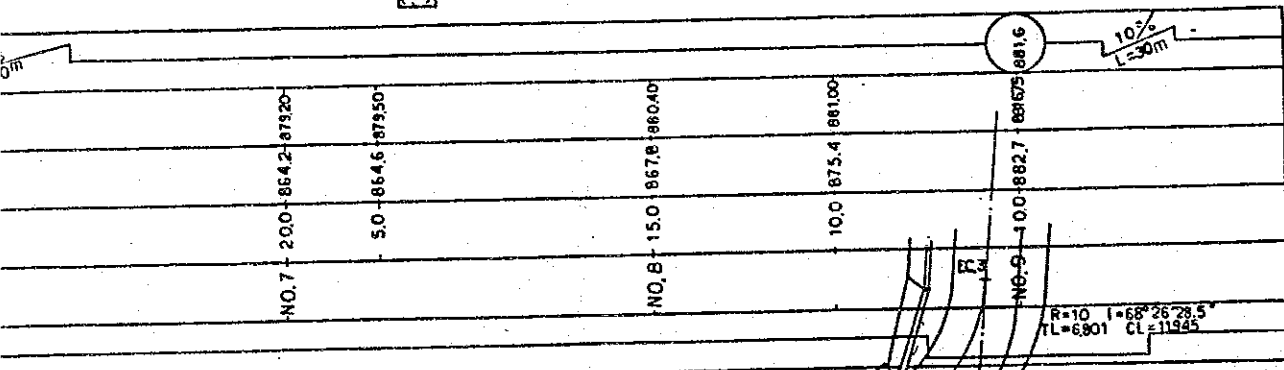
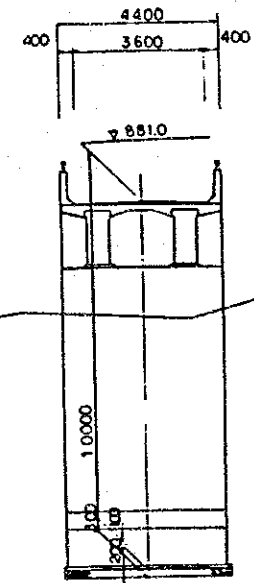


横断面図

S=1:100



A2 ABUTMENT



面図

S=1:200

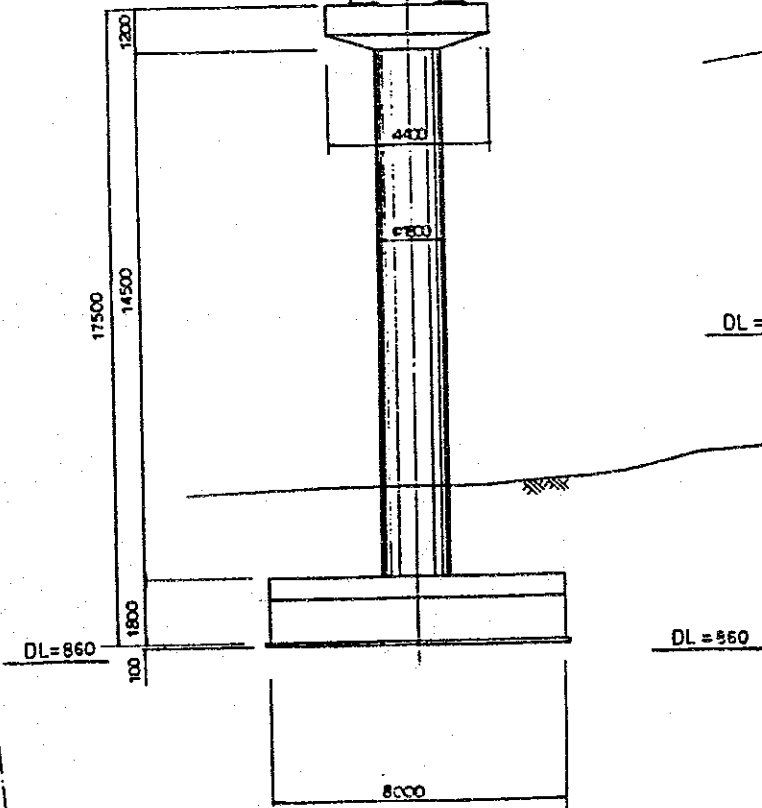
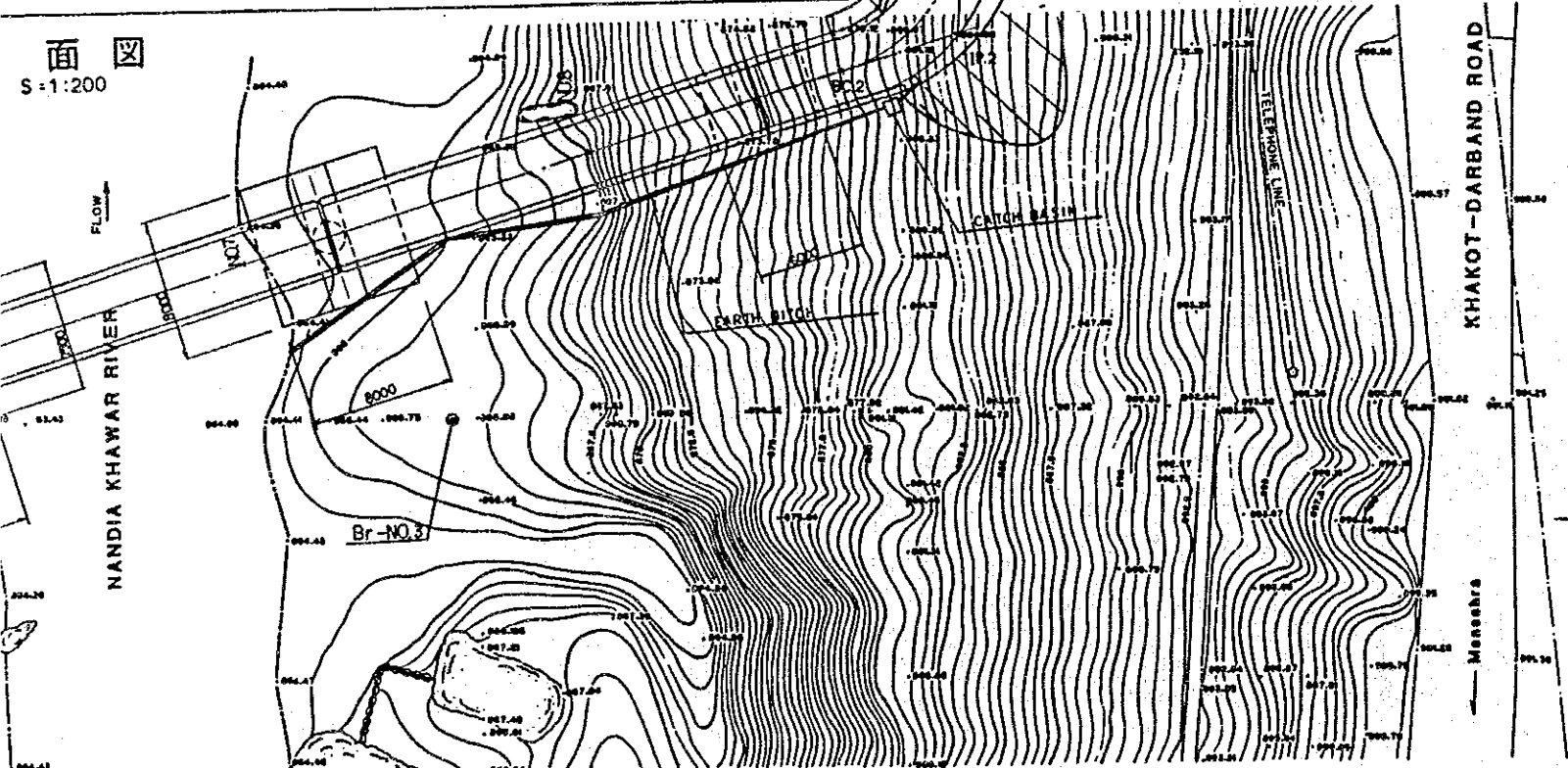
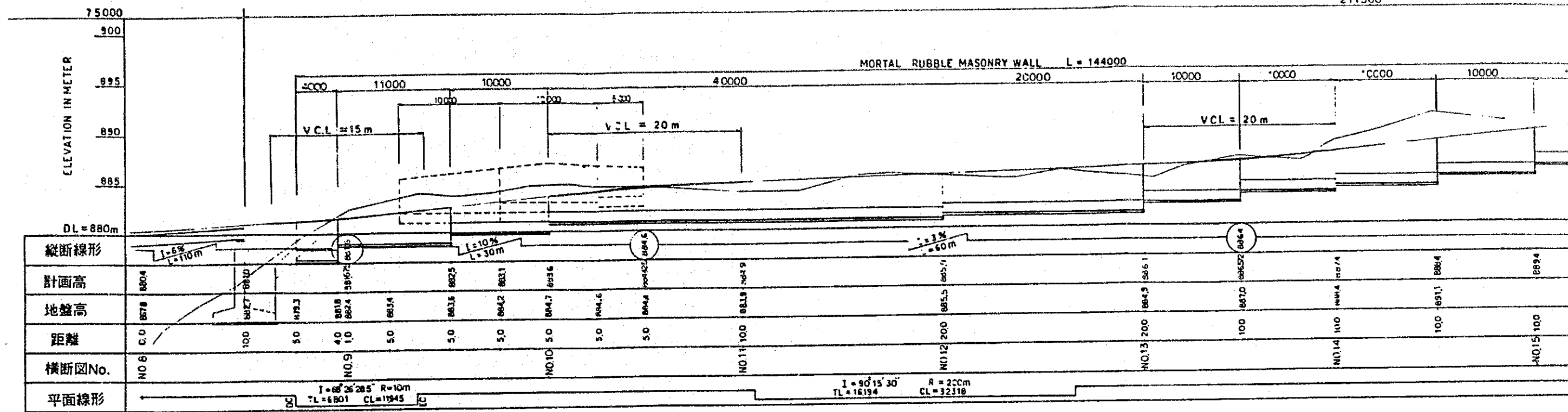


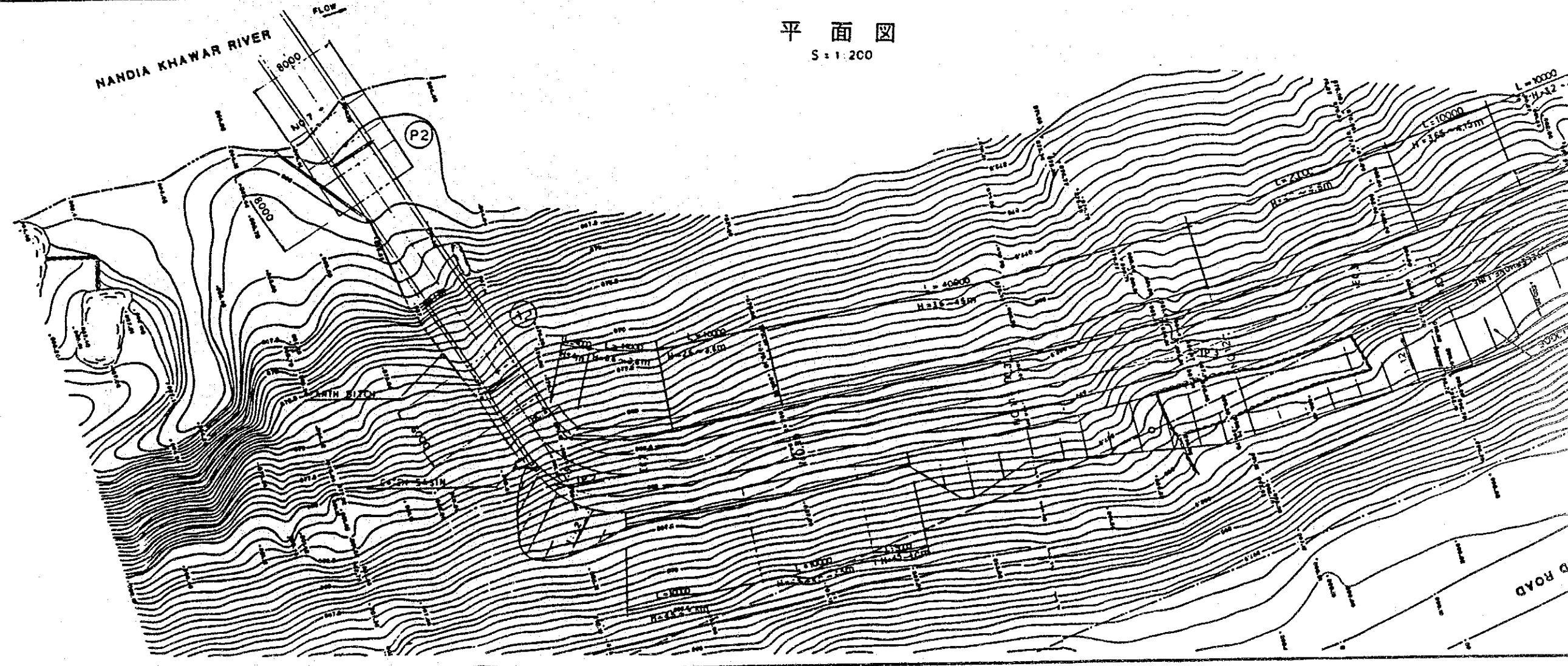
図 6.7 (a) 一般図 No.5バシヨライ橋(1/2)

縦断図
S = 1:200

211500

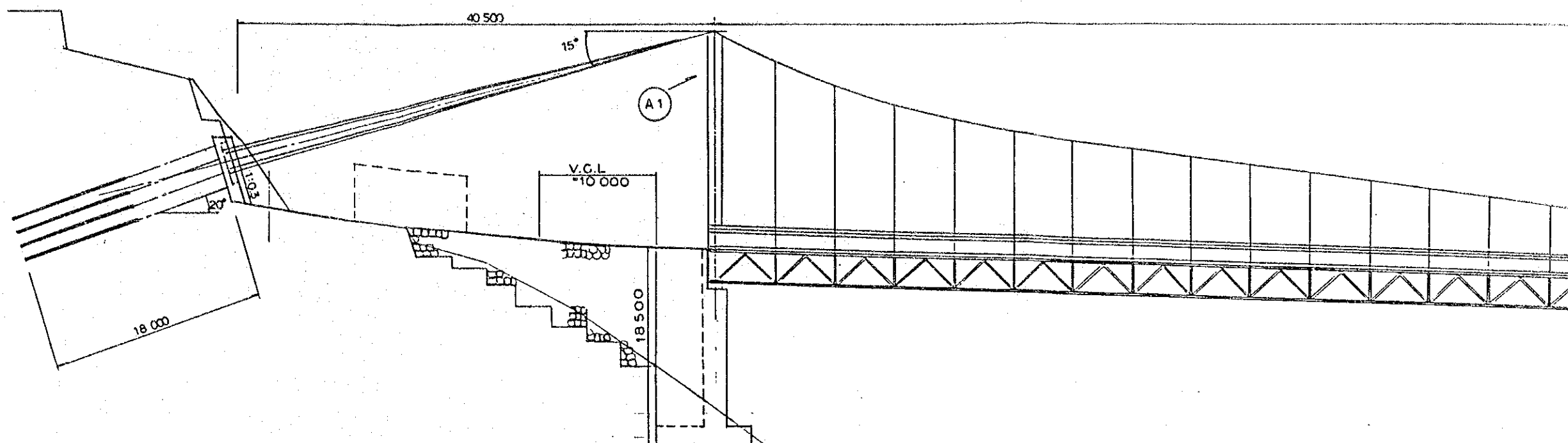


平面図
S = 1:200

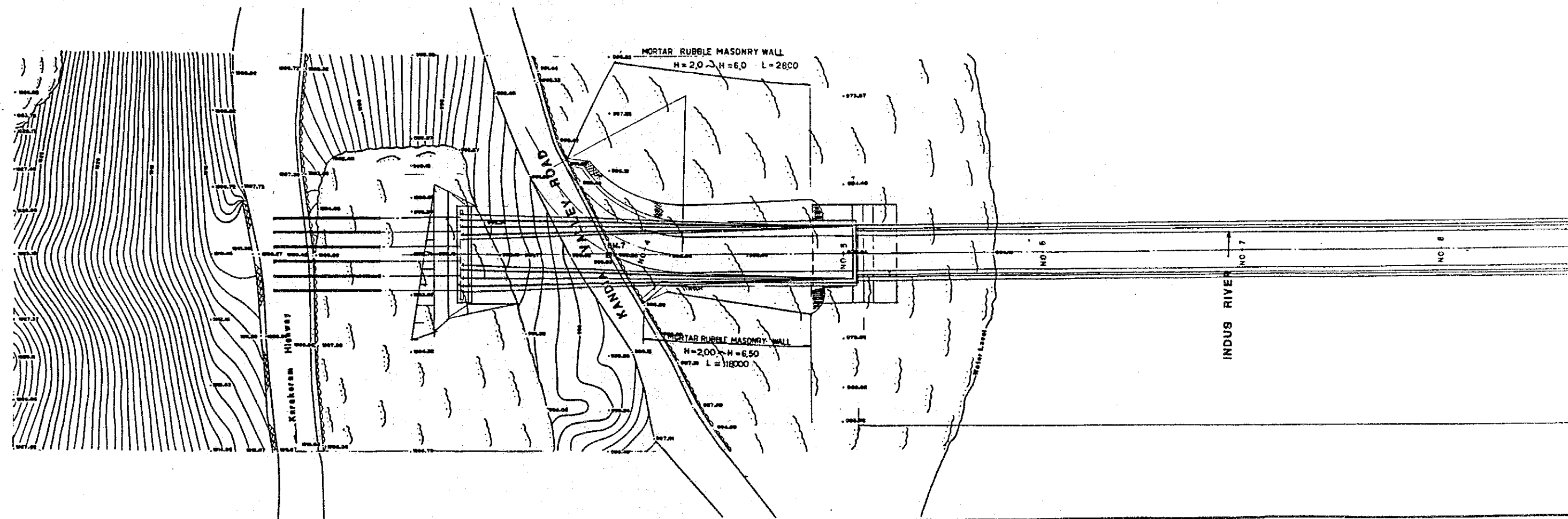


ELEVATION IN METER

1000
995
990
985
980
975

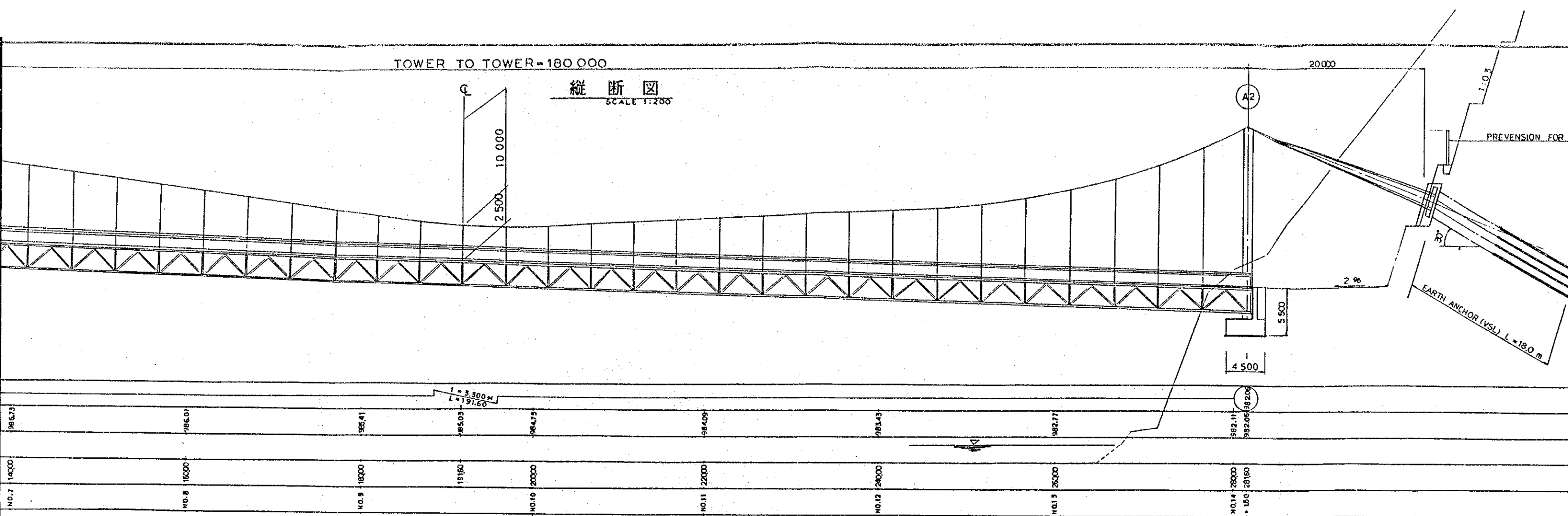


| | | | | | | | | | | |
|--------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 縦断線形 | | | | | | | | | | |
| 計画高 | | 990.00 | 990.00 | 988.33 | 988.00 | 988.00 | 987.39 | 986.73 | 986.07 | |
| 地盤高 | | | | | | | | | | |
| 距離 | | 5000 | 5000 | 9000 | 9000 | 10000 | 10000 | 12000 | 14000 | 16000 |
| 横断図No. | | NO.3 | NO.4 | NO.4 | NO.5 | NO.5 | NO.6 | NO.7 | NO.7 | NO.8 |
| 平面線形 | | | | | | | | | | |

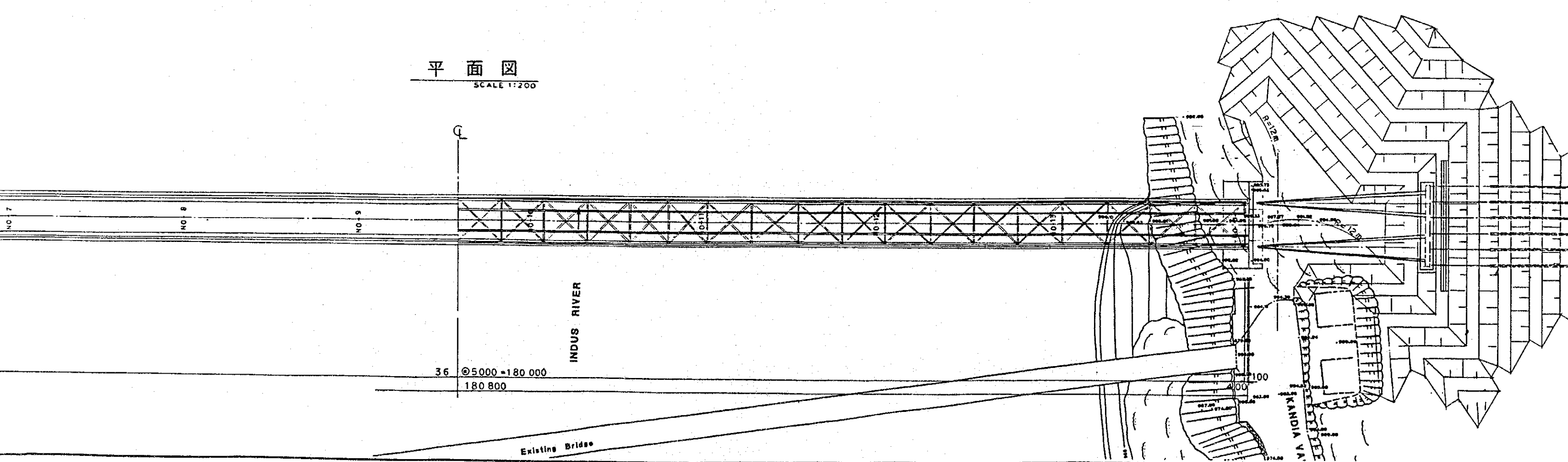


TOWER TO TOWER = 180 000

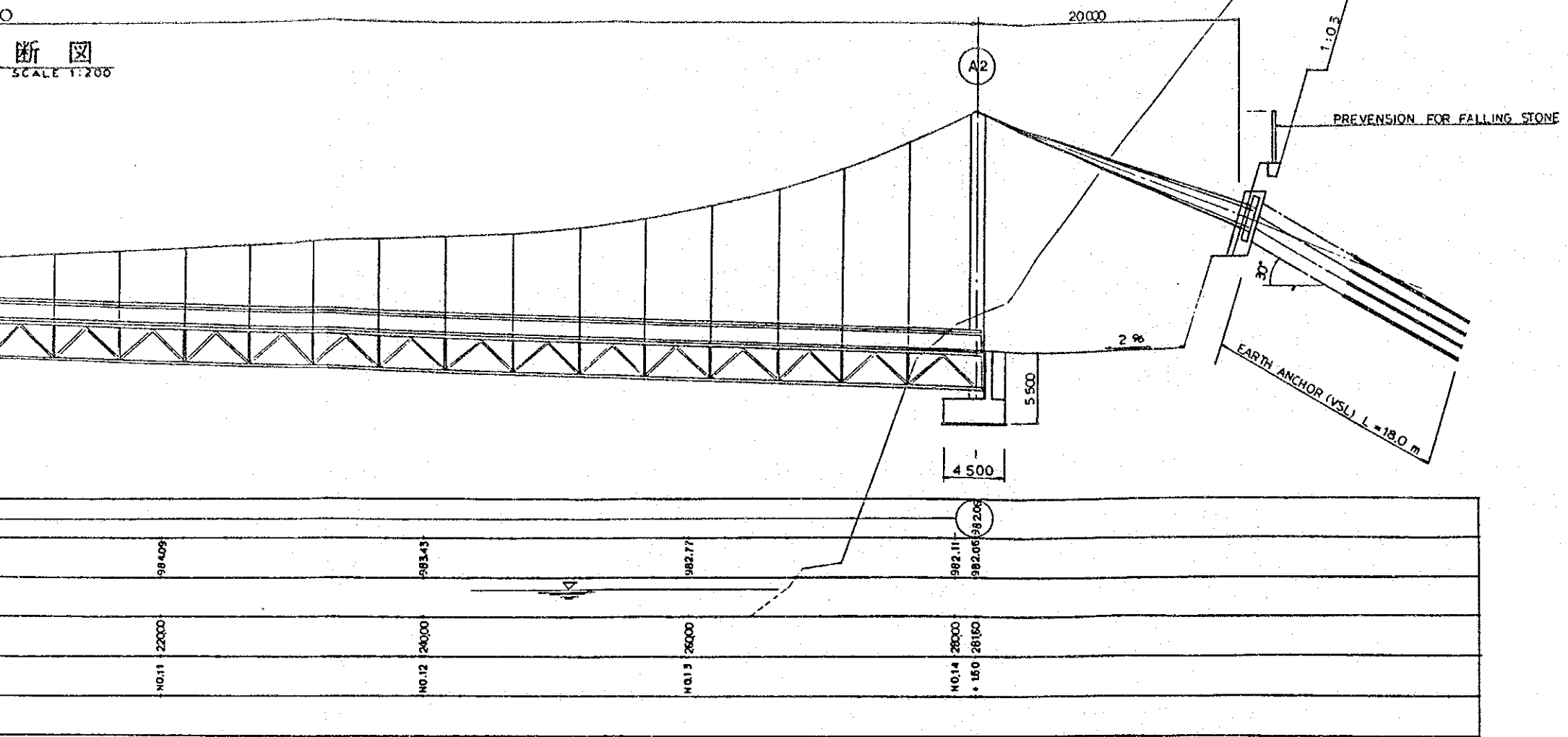
縦断図
SCALE 1:200



平面図
SCALE 1:200



断面図
SCALE 1:200



横断面図
SCALE 1:100

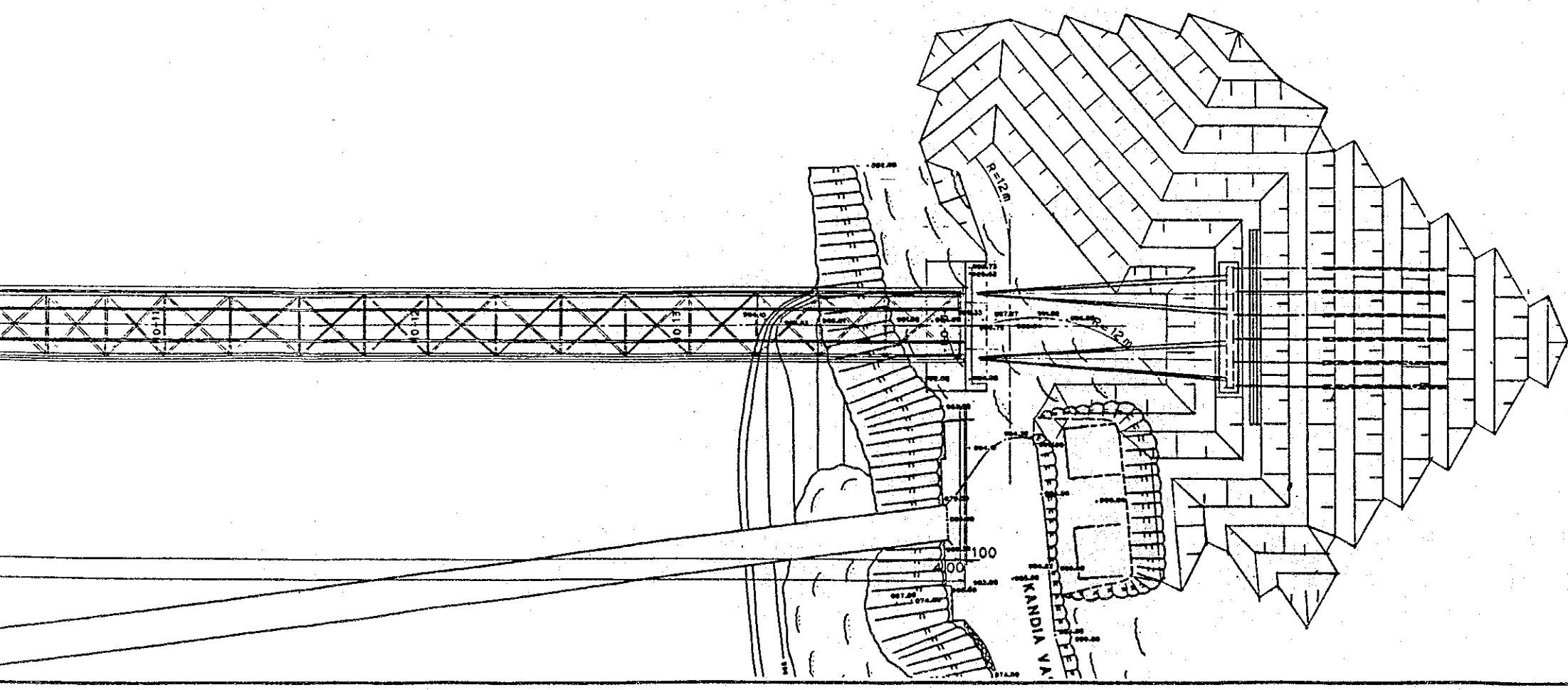
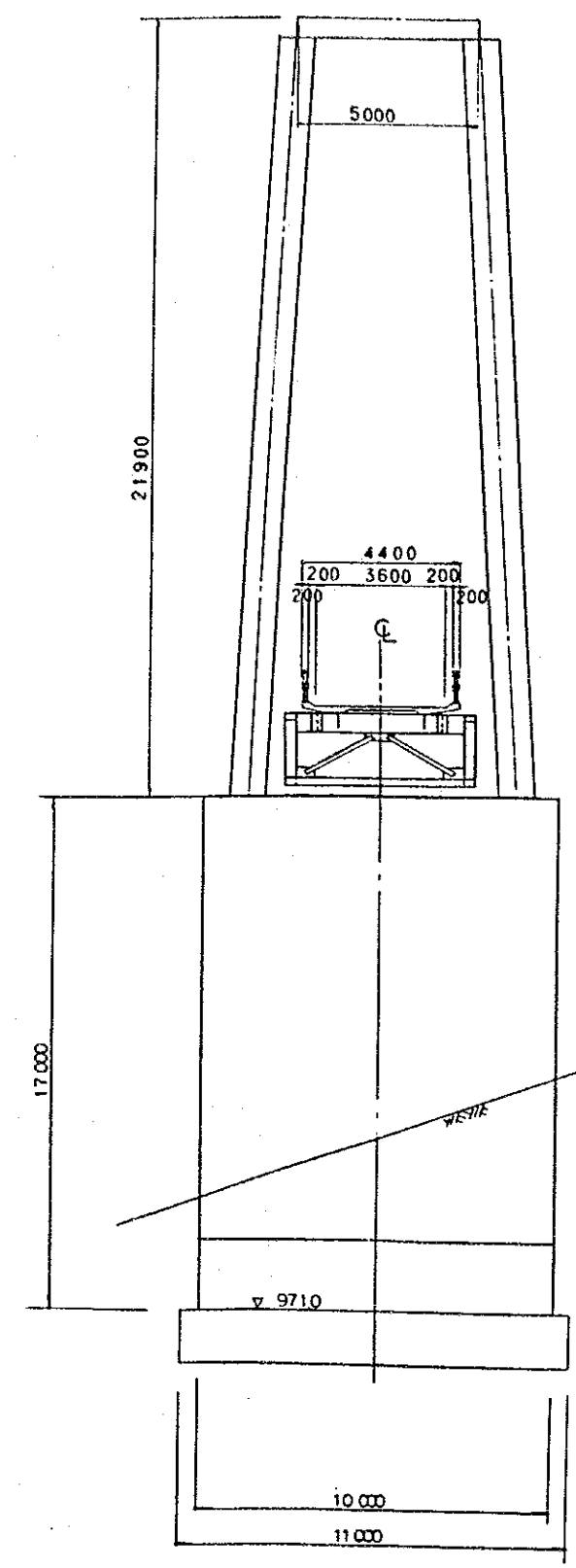
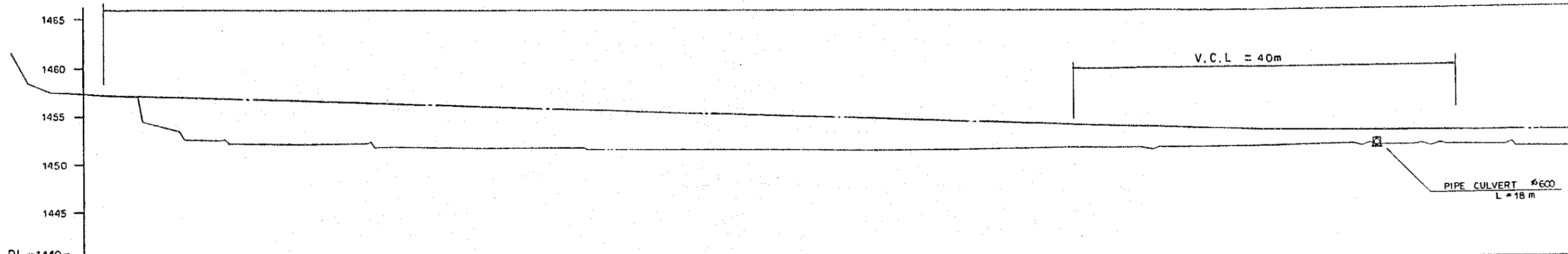
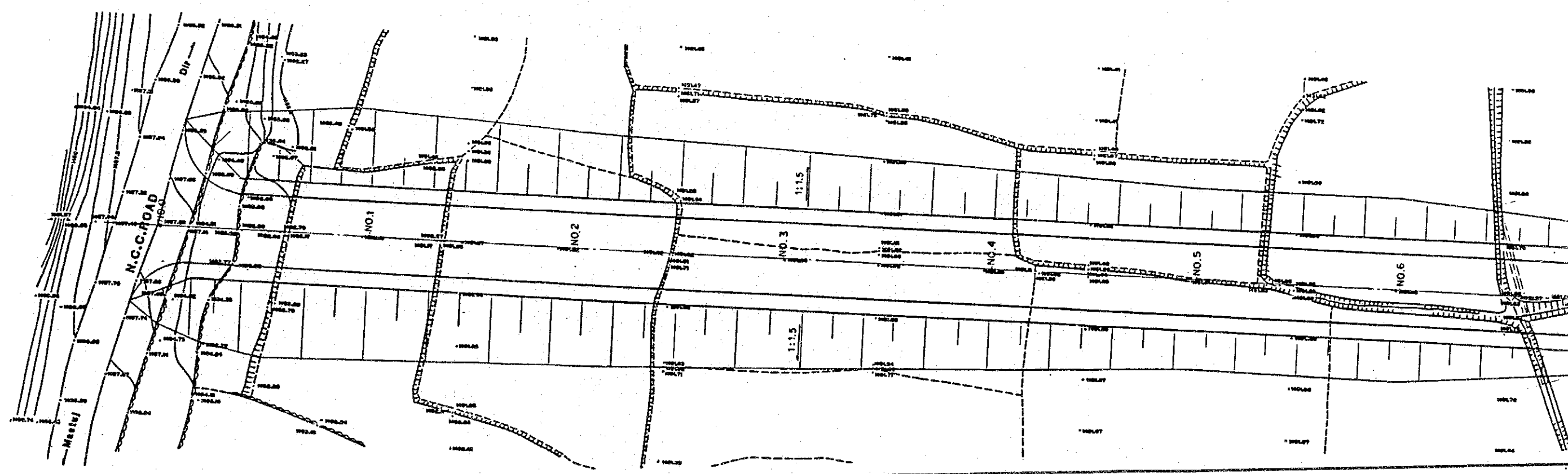


図 6.8 一般図 No.7パニバ橋



DL = 1440m

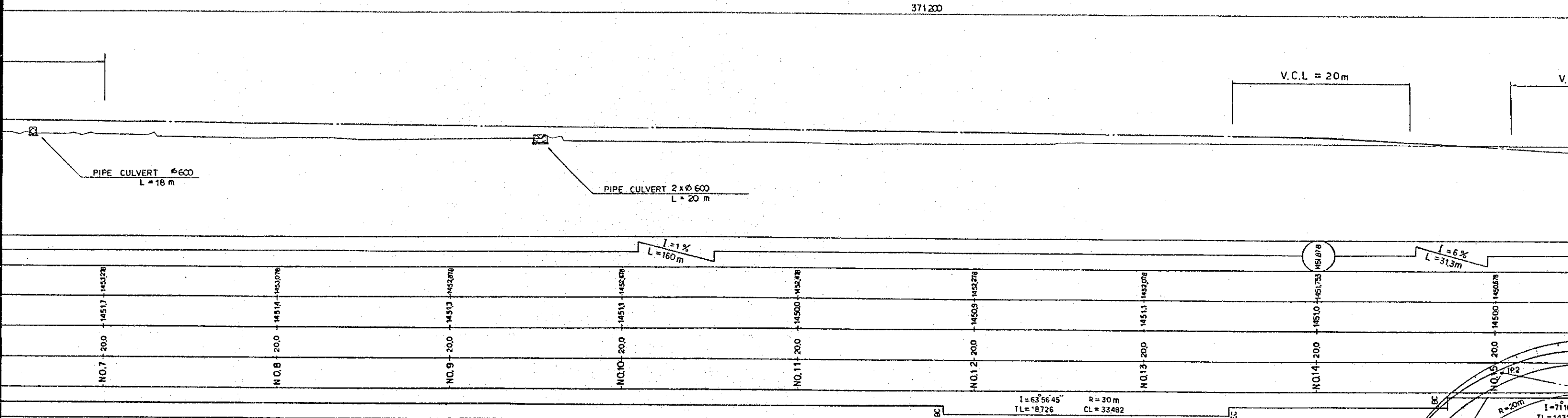
| | | | | | | | | | | | |
|--------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|-----|---------|
| 縦断線形 | | | | | | | | | | | |
| 計画高 | 1457.27 | | 1456.58 | | 1455.74 | | 1454.92 | | 1454.11 | | 1453.28 |
| 地盤高 | 1457.3 | | 1452.1 | | 1451.9 | | 1451.5 | | 1451.8 | | 1451.7 |
| 距離 | 0.0 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| 横断図No. | NO.0 | NO.1 | NO.2 | NO.3 | NO.4 | NO.5 | NO.6 | NO.7 | | | |
| 平面線形 | | | | | | | | | | | |



縦断図

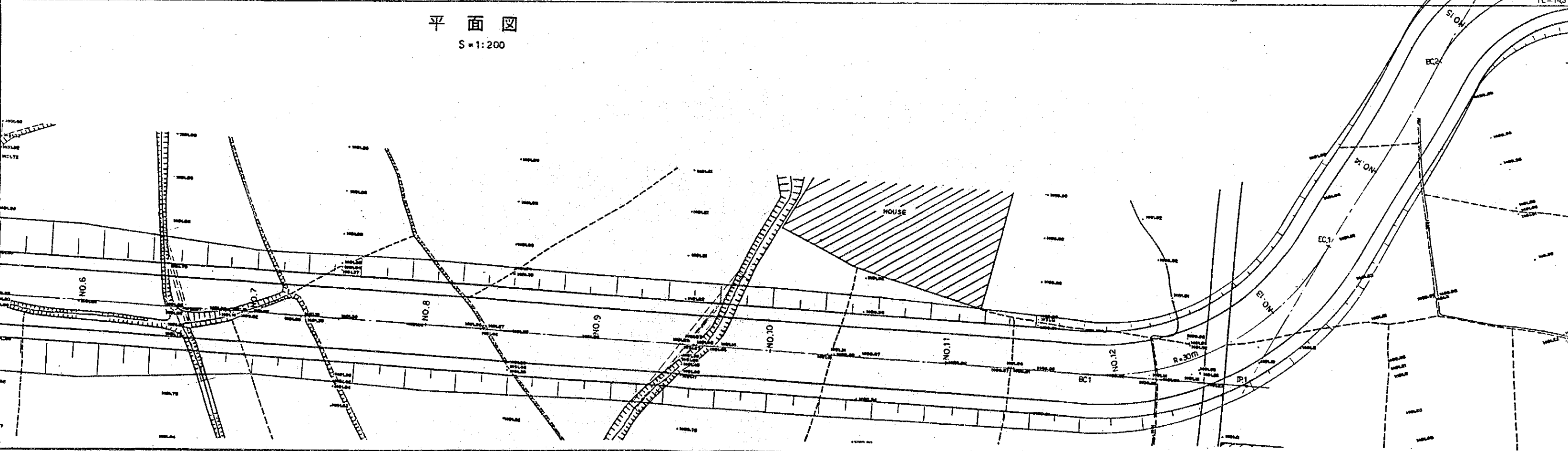
S = 1 : 200

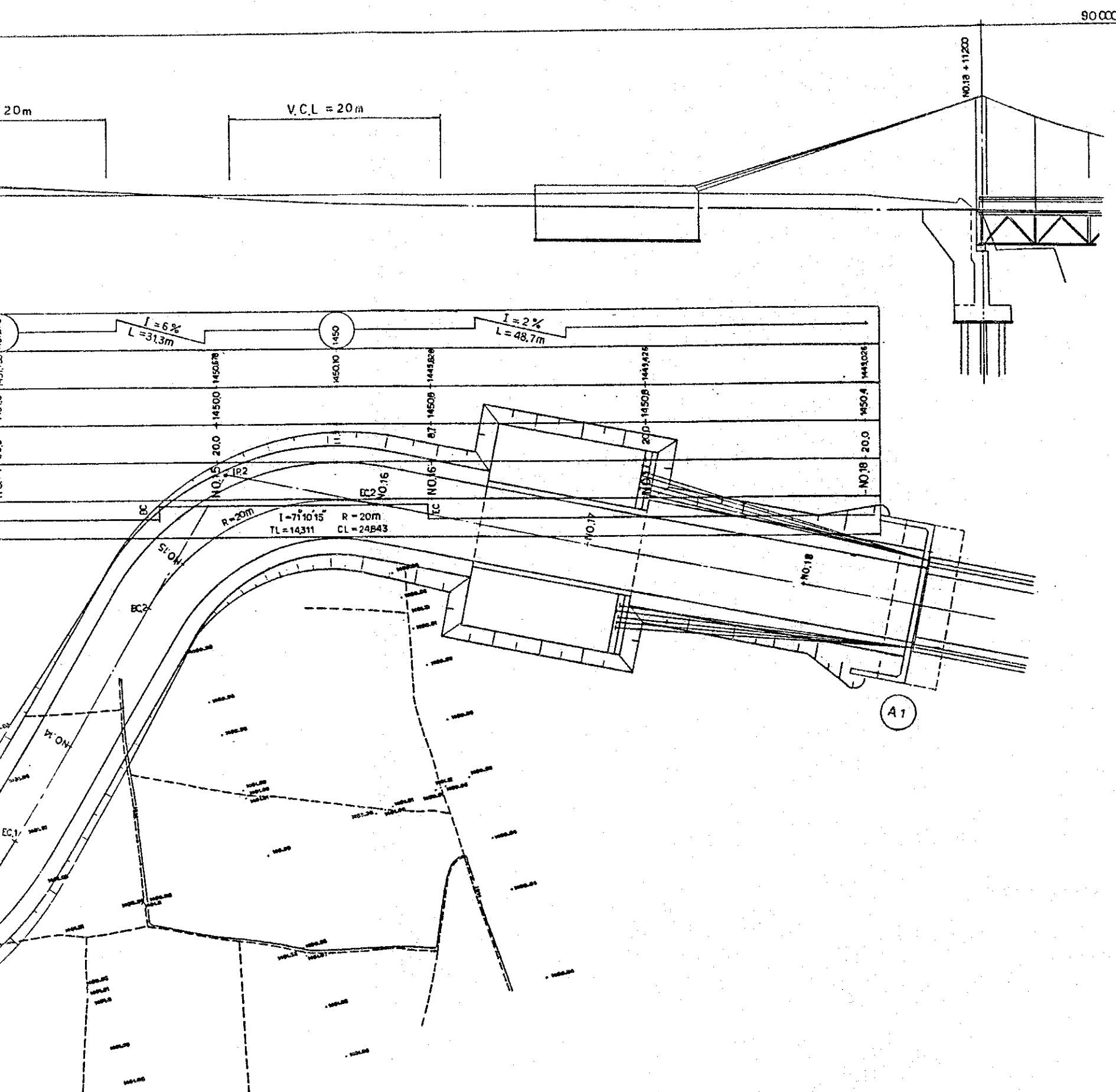
371200



平面図

S = 1 : 200





9000

標準横断面図

S = 1:60

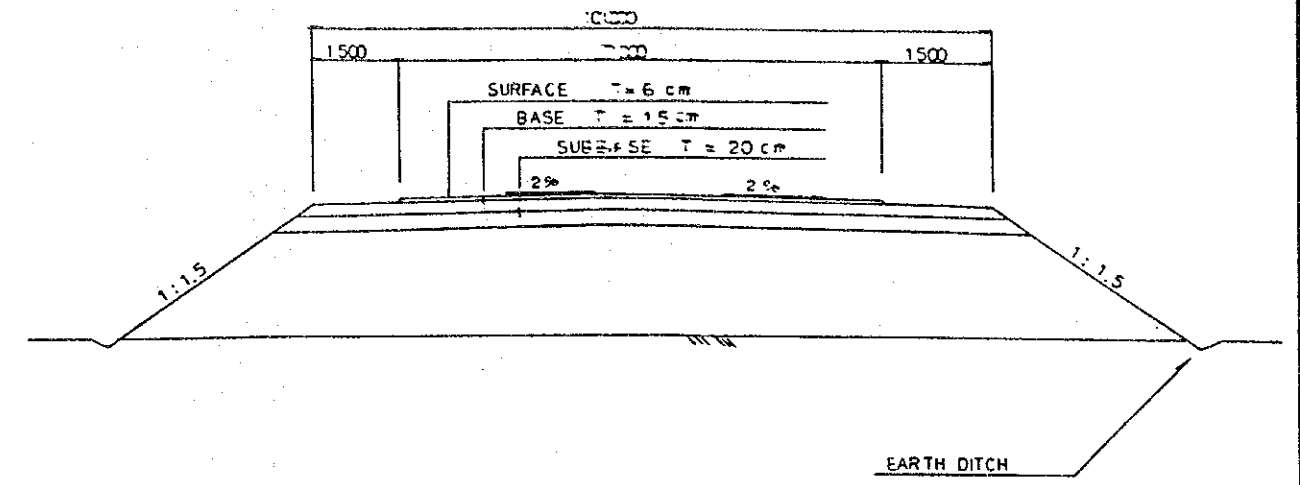
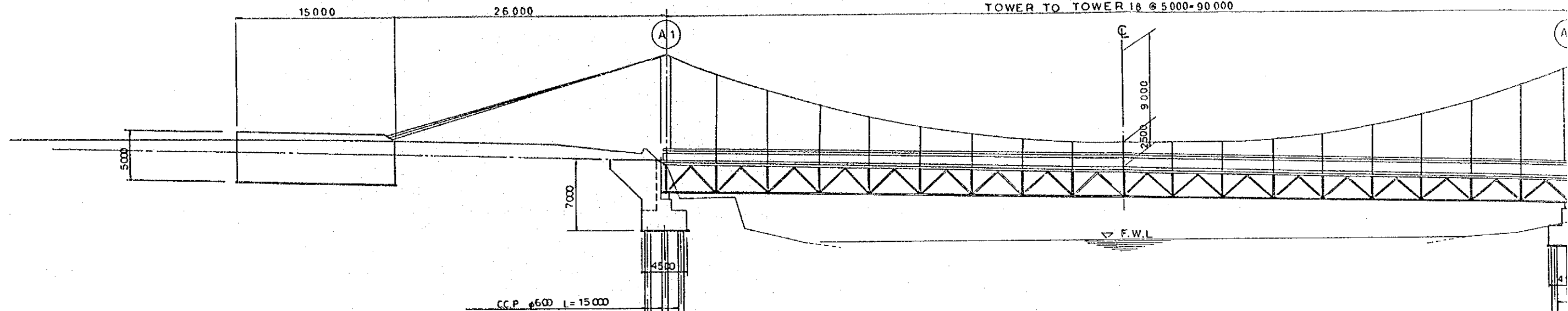


図 6.9(a) 一般図 No.11チヨニ橋(1/2)

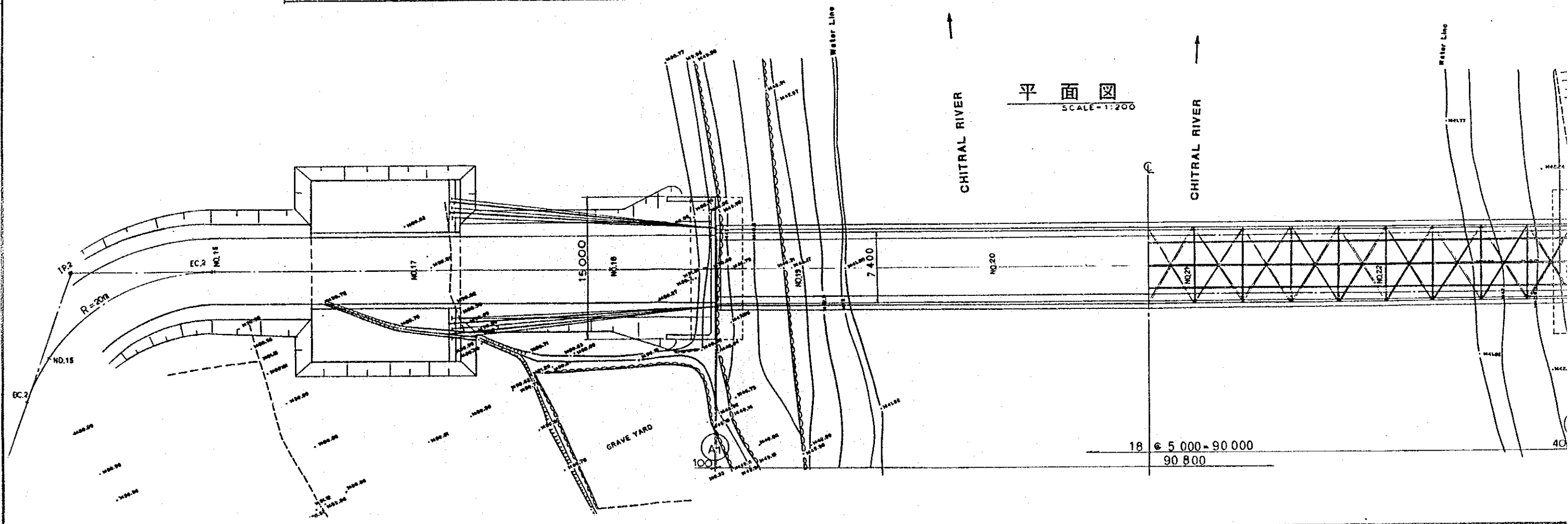
縦断図 SCALE=1:200

TOWER TO TOWER 18 @ 5000-90000

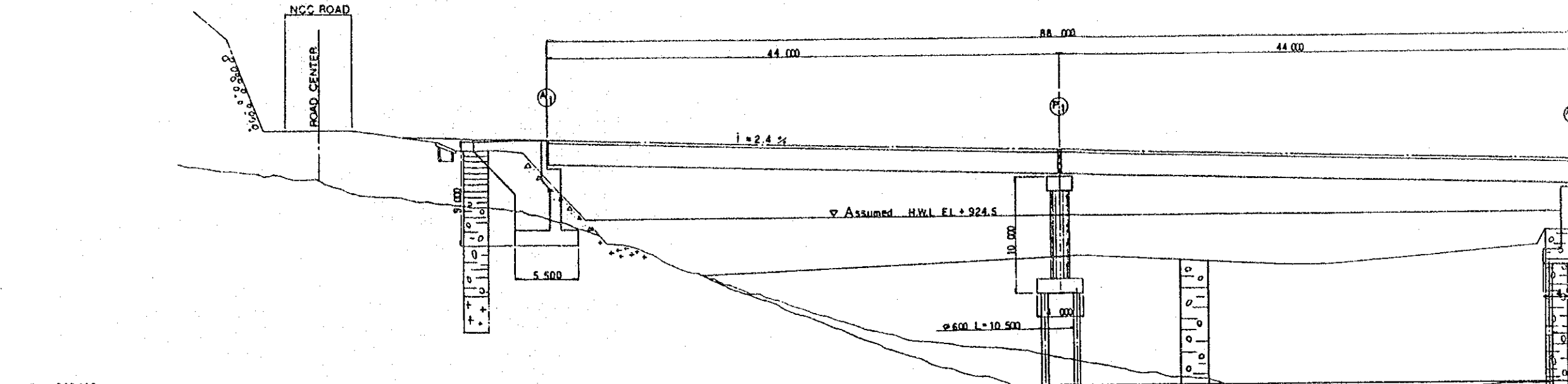


| | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 縦断線形 | 1450 | | | | | | | | | |
| 計画高 | 1450.1 | 1450.8 | 1450.8 | 1450.8 | 1450.8 | 1450.8 | 1450.8 | 1450.8 | 1450.8 | 1450.8 |
| 地盤高 | 1450.8 | 1450.8 | 145 | 1450.8 | 1450.8 | 1450.8 | 1450.8 | 1450.8 | 1450.8 | 1450.8 |
| 距離 | 200 | 200 | 200 | 112 | 8.8 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| 横断図No. | NO.15 | NO.17 | NO.18 | NO.19 | NO.15 | NO.20 | | NO.21 | NO.22 | NO.23 |
| 平面線形 | R=∞ | | | | | | | | | |

平面図 SCALE=1:200

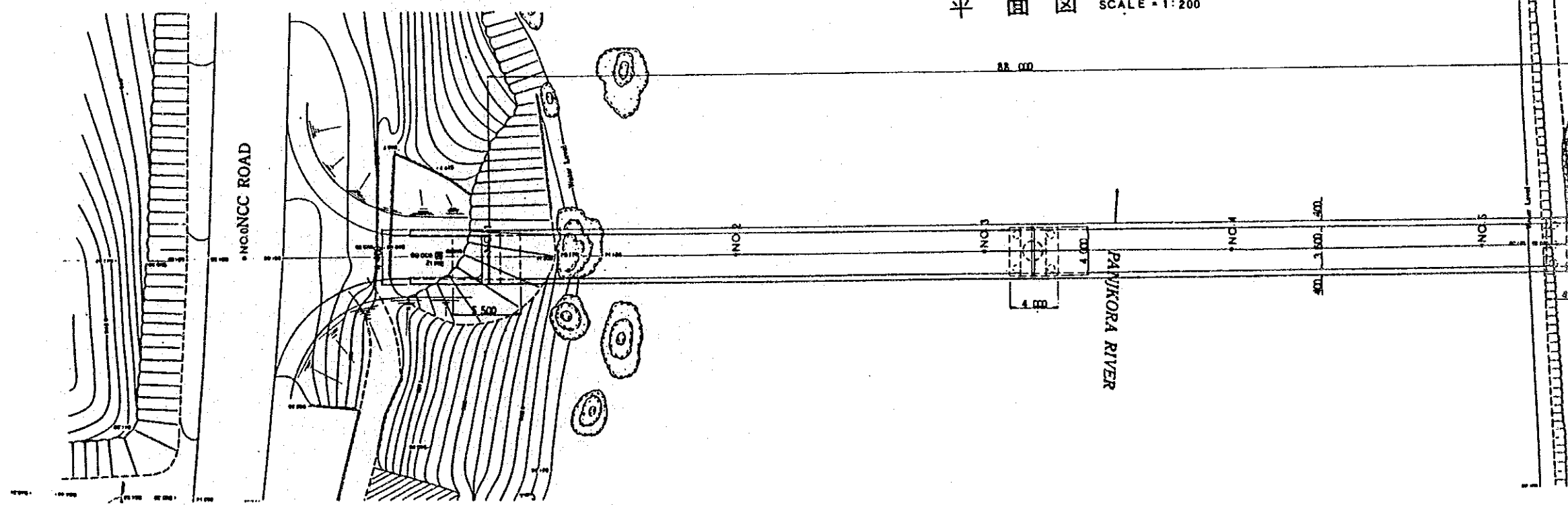


縦断図 SCALE = 1:200

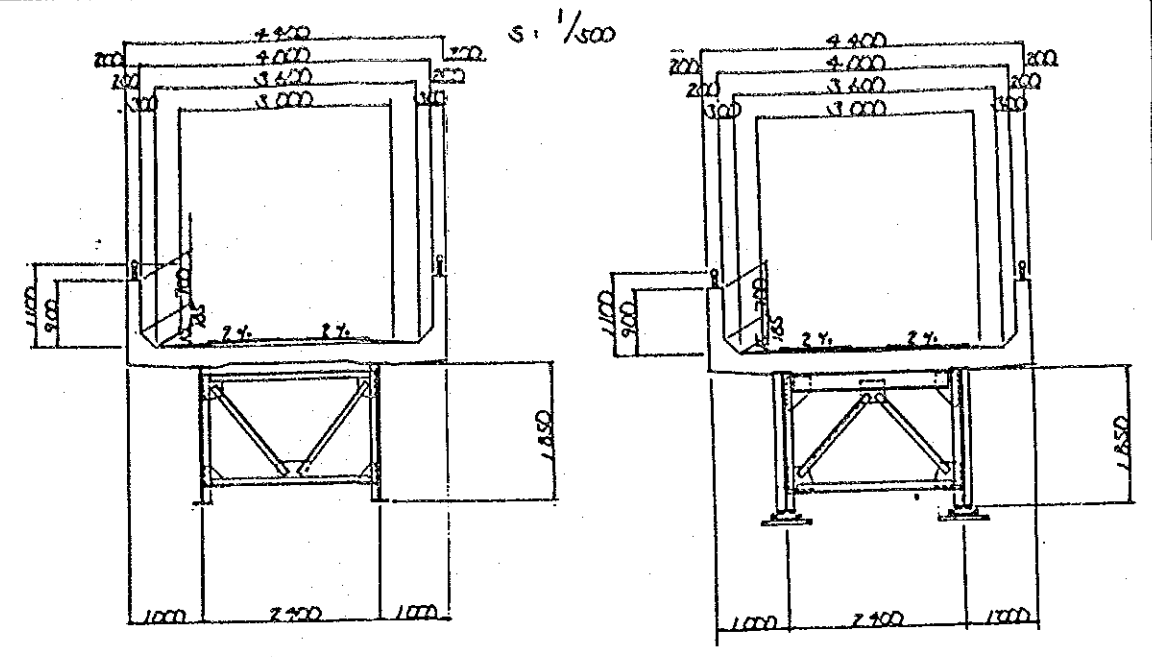
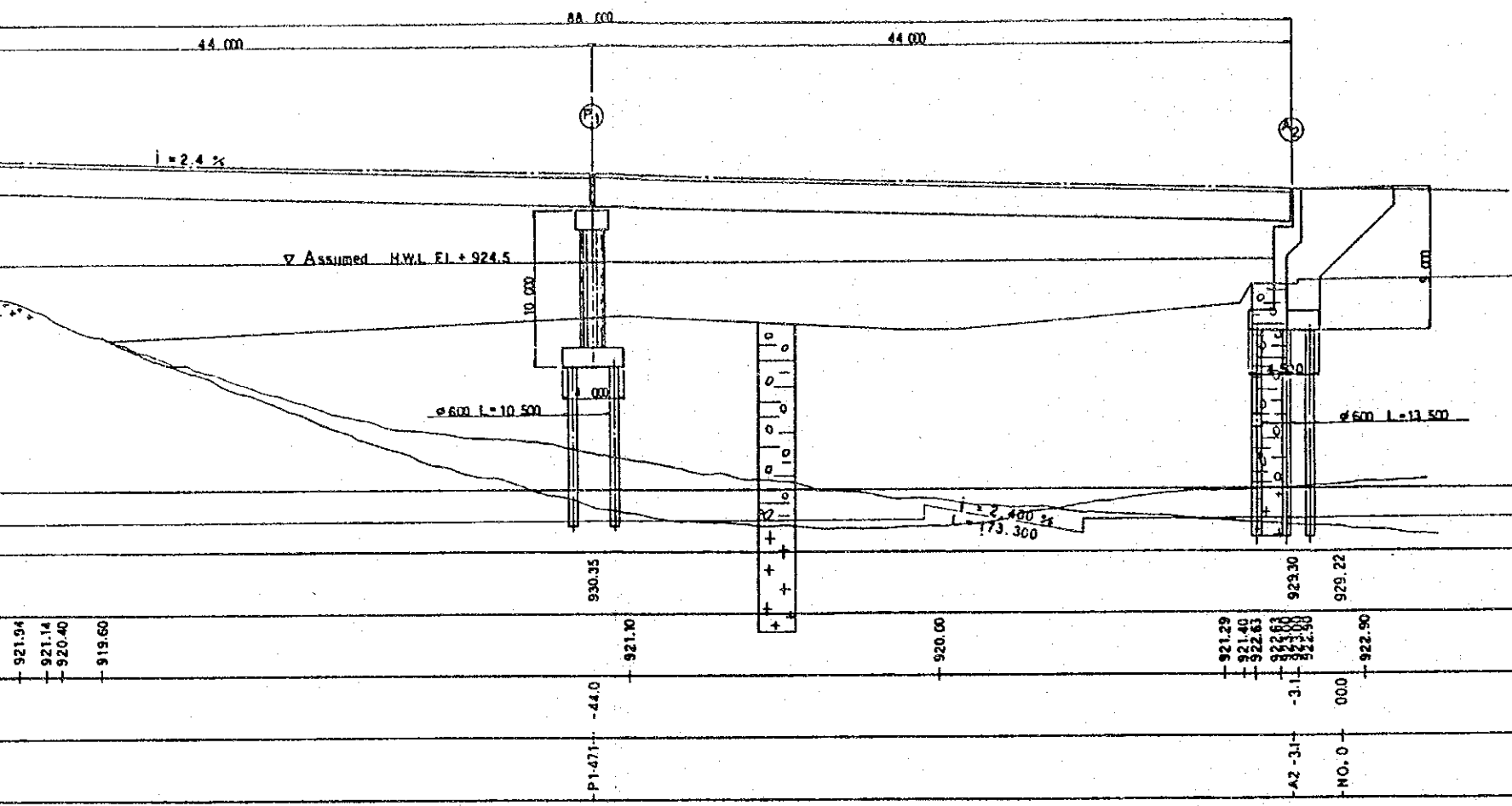


| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| 縦断線形 | ▽ EL - 910.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 計画高 | 931.70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 地盤高 | 943.75 | 941.67 | 939.59 | 931.58 | 931.56 | 931.68 | 930.70 | 930.00 | 925.70 | 922.14 | 921.94 | 921.14 | 920.40 | 919.60 | 930.35 | 921.10 | 920.00 | 921.20 | 921.40 | 922.80 | 922.60 | |
| 距離 | | | | | | | -120 | | -44.0 | | | | | | -44.0 | | | | | | | |
| 横断図No. | | | | | | | -1031 | BM.12 | A1-011 | | | | | | P1-071 | | | | | | | |
| 平面線形 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

平面図 SCALE = 1:200



縦断図 SCALE = 1:200



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 921.94 | 921.14 | 920.40 | 919.60 | 930.35 | 921.10 | 920.00 | 921.29 | 921.40 | 922.63 | 923.63 | 923.80 | 923.90 | 922.90 | 928.74 | 923.16 | 923.16 | 928.76 | 923.45 | 923.50 | 921.52 | 924.32 | 924.33 | 921.78 | 927.54 | 927.54 |
| | | | | -44.0 | | | -3.11 | | | | | 0.00 | | 20.0 | | | 70.0 | | | | | 20.0 | | 10.2 | |
| | | | | P1-471 | | | A2-31 | | | | | NO. 0 | | NO. 1 | | | NO. 2 | | | | | NO. 3 | | | |

平面図 SCALE = 1:200

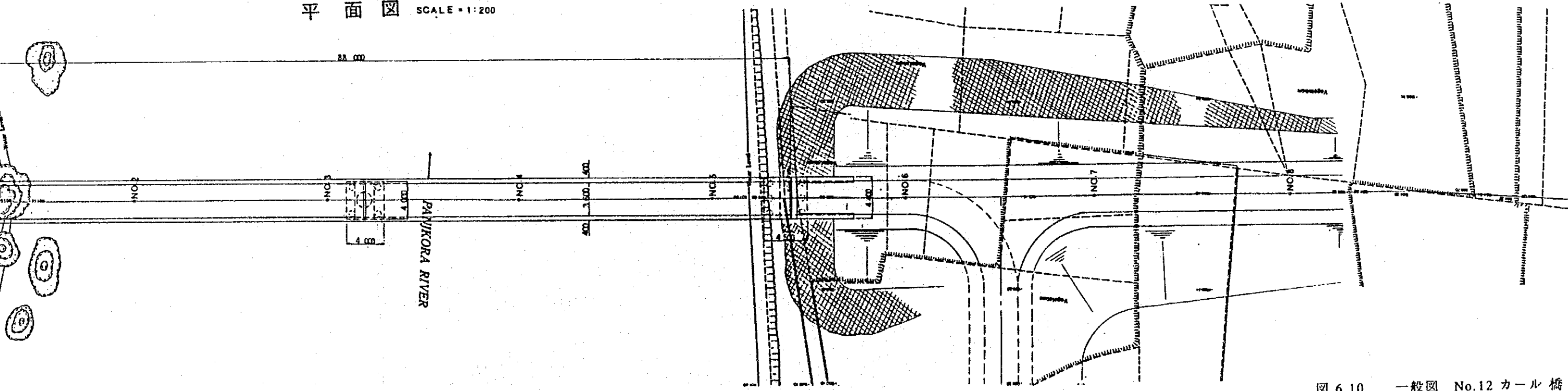
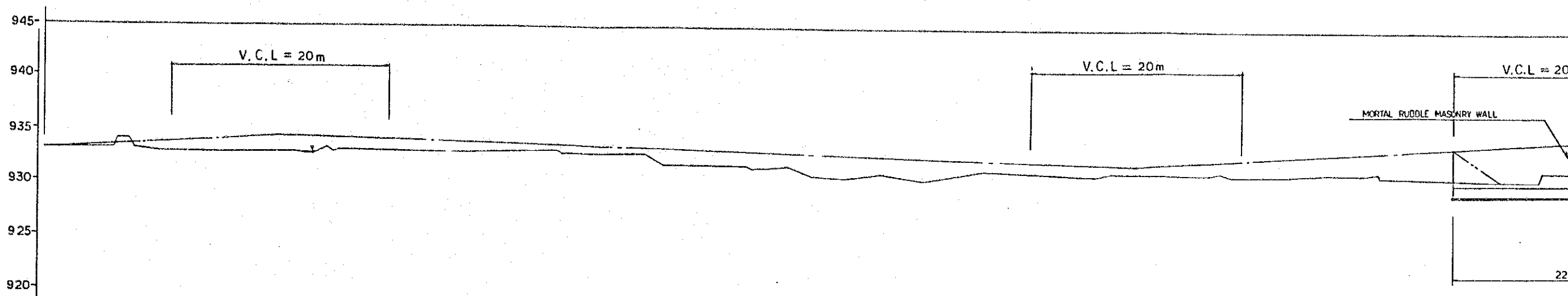
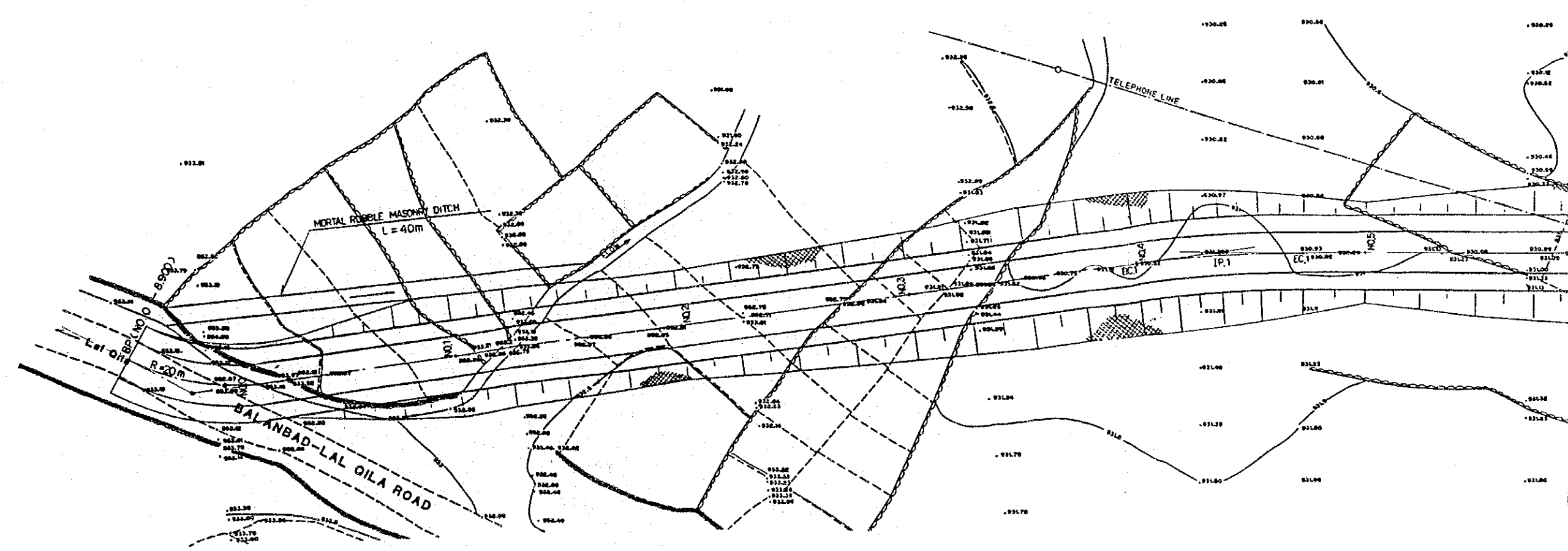


図 6.10 一般図 No.12 カール橋



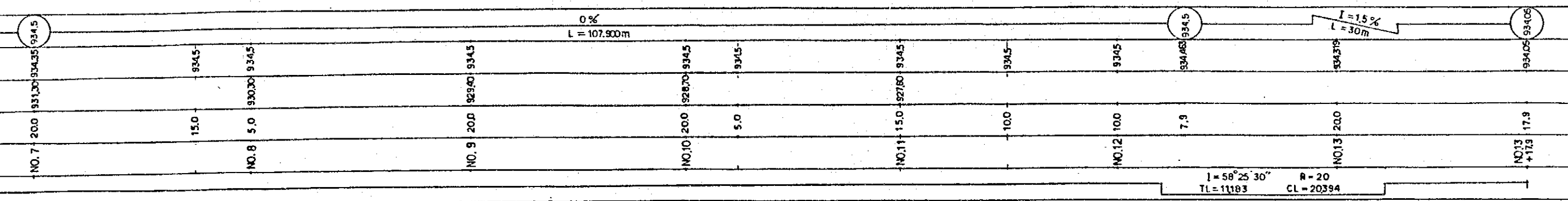
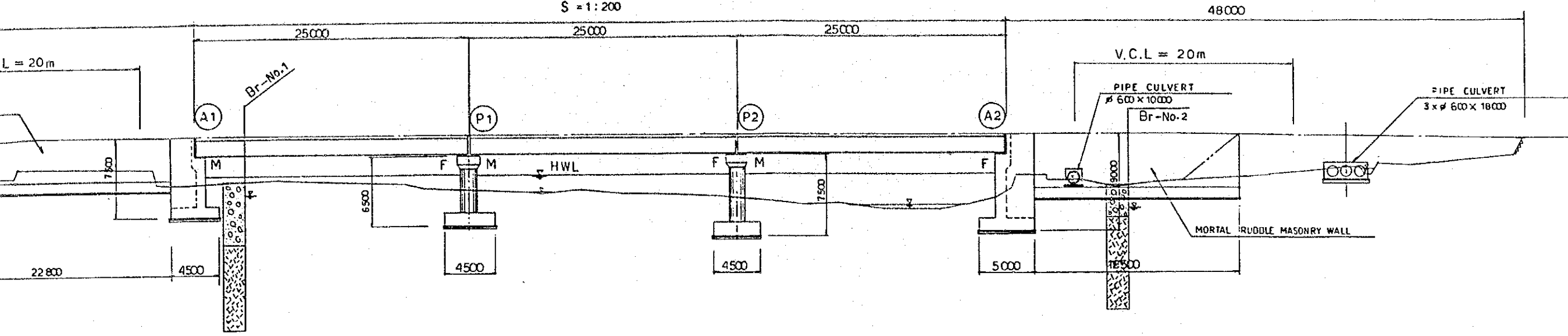
DL=915.0

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--|
| 縦断線形 | | | | | | | | | | | |
| 計画高 | | 934.5 | | 933.3 | | 932.7 | | 933.3 | | 934.5 | |
| 地盤高 | 933.17 | 933.20 | 933.00 | 933.00 | 932.00 | 930.52 | 931.30 | 931.40 | 931.30 | 931.35 | |
| 距離 | 0 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | |
| 横断面No. | NO.0 | NO.1 | NO.2 | NO.3 | NO.4 | NO.5 | NO.6 | NO.7 | | | |
| 平面線形 | R=20m | | | | | | | $I=6^{\circ}27'30''$ R=100m TL=7395 CL=14763 | | | |



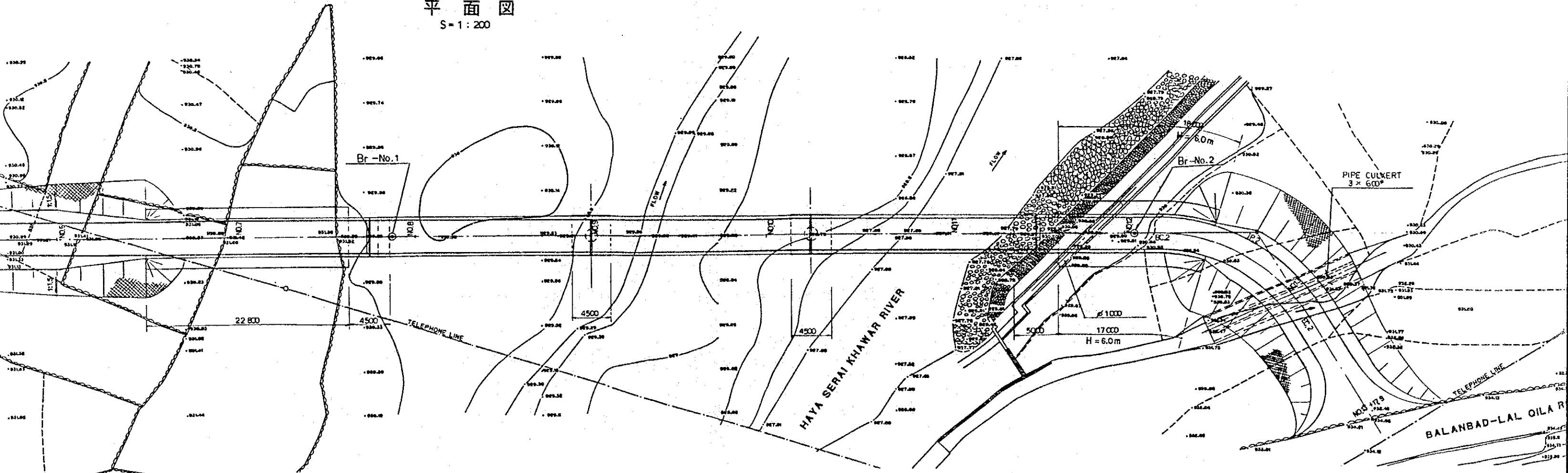
縦断図

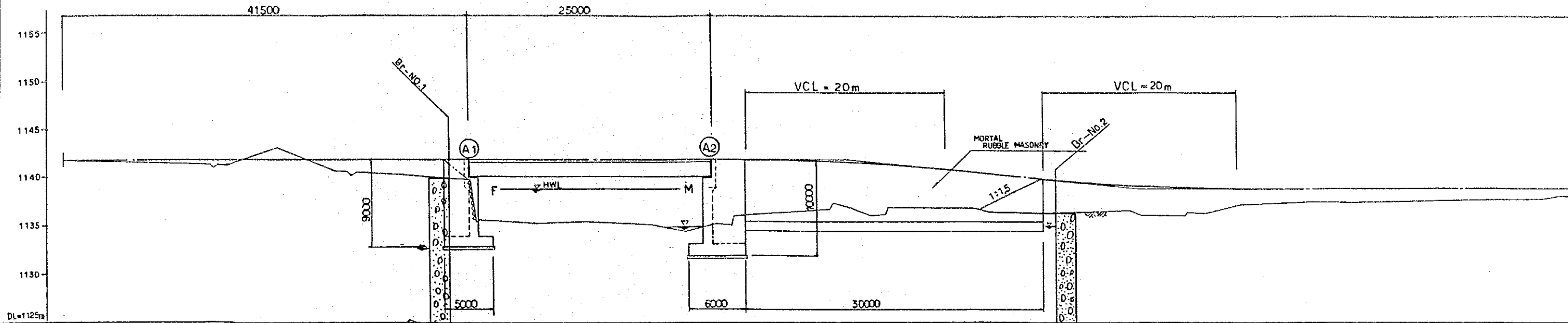
S = 1:200



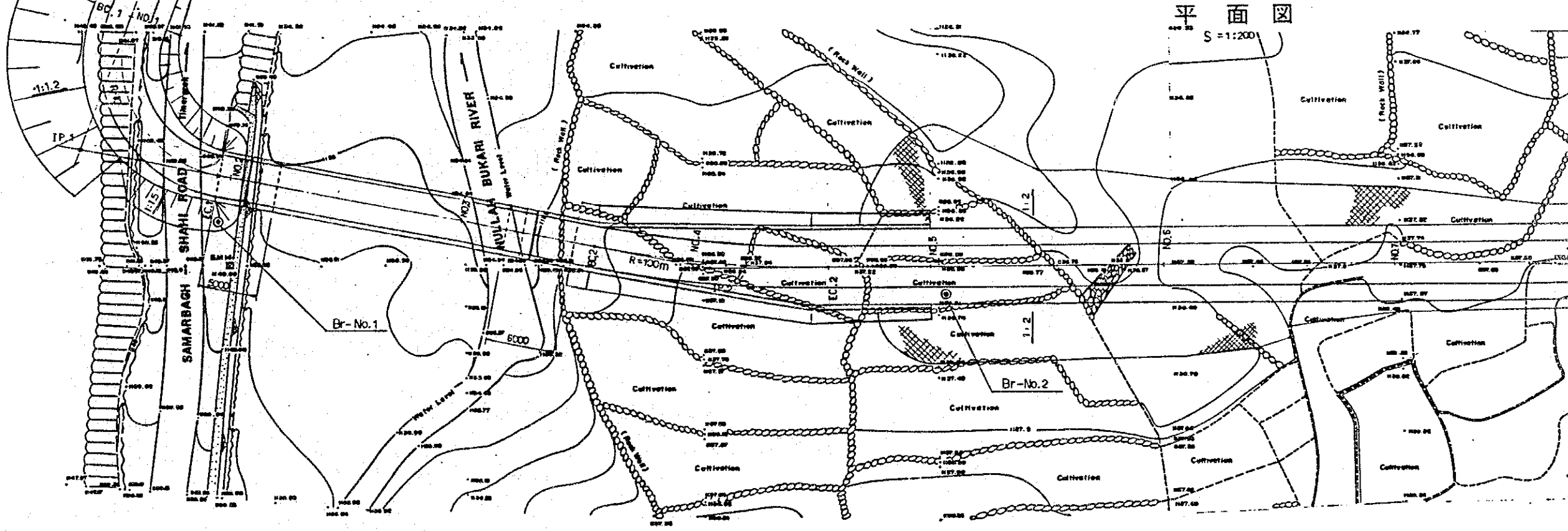
平面図

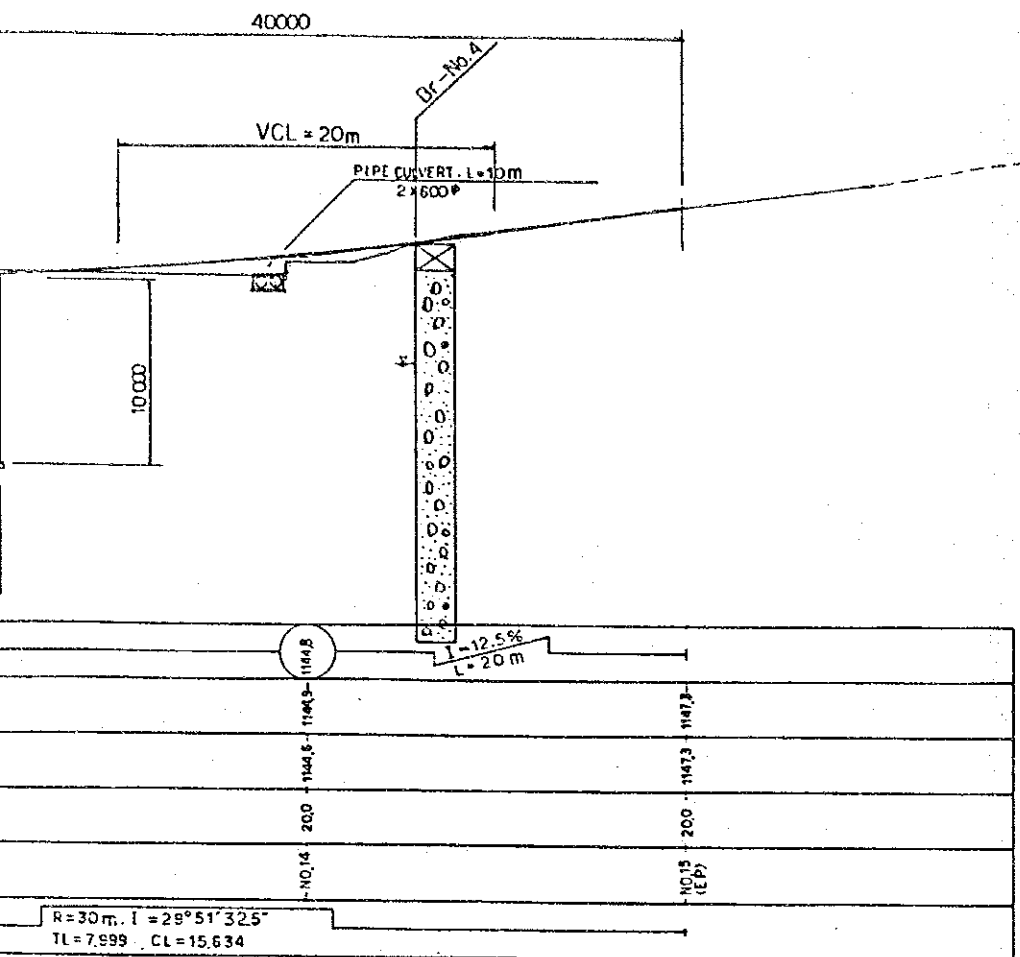
S = 1:200



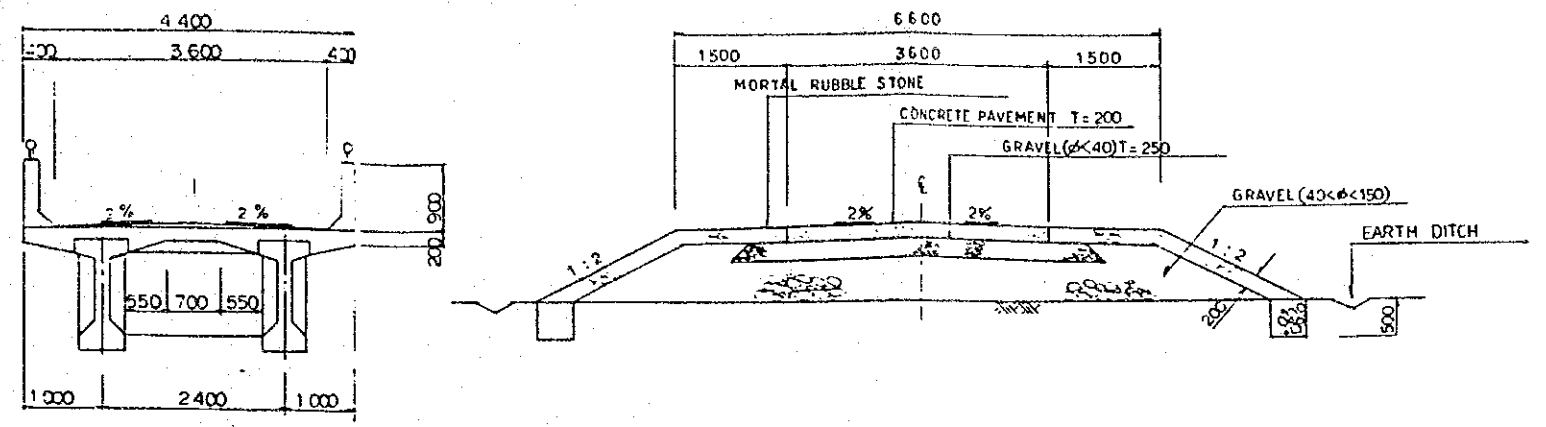


| | | | | | | | | | | |
|--------|---|--------|--------|--------|--------|--|--------|--------|--------|--------|
| 縦断線形 | 1 = 0% | | | | | | | | | |
| 計画高 | 1142.0 | 1142.0 | 1142.0 | 1142.0 | 1142.0 | 1142.0 | 1142.0 | 1142.0 | 1142.0 | 1142.0 |
| 地盤高 | 1142.0 | 1142.4 | 1142.0 | 1133.5 | 1142.0 | 1142.0 | 1142.0 | 1135.6 | 1142.0 | 1130.0 |
| 距離 | 0.0 | 20.0 | 30.0 | 45.0 | 18.5 | 6.5 | 13.5 | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| 横断図No. | NO.0 | NO.1 | NO.2 | NO.3 | NO.4 | NO.5 | NO.6 | NO.7 | | |
| 平面線形 | $R=100m, I=99^{\circ}57'14"$ $TL=114257, CL=17.28$ | | | | | $R=100m, I=11^{\circ}16'36"$ $TL=9902, CL=19.740$ | | | | |

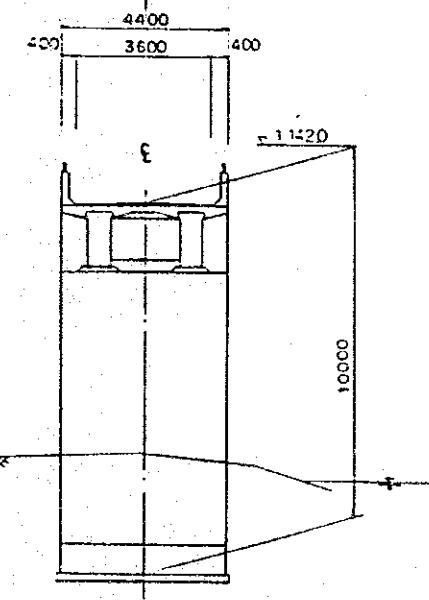




横断図
S = 1:50



A2 ABUTMENT
S = 1:100



NO. 11-0

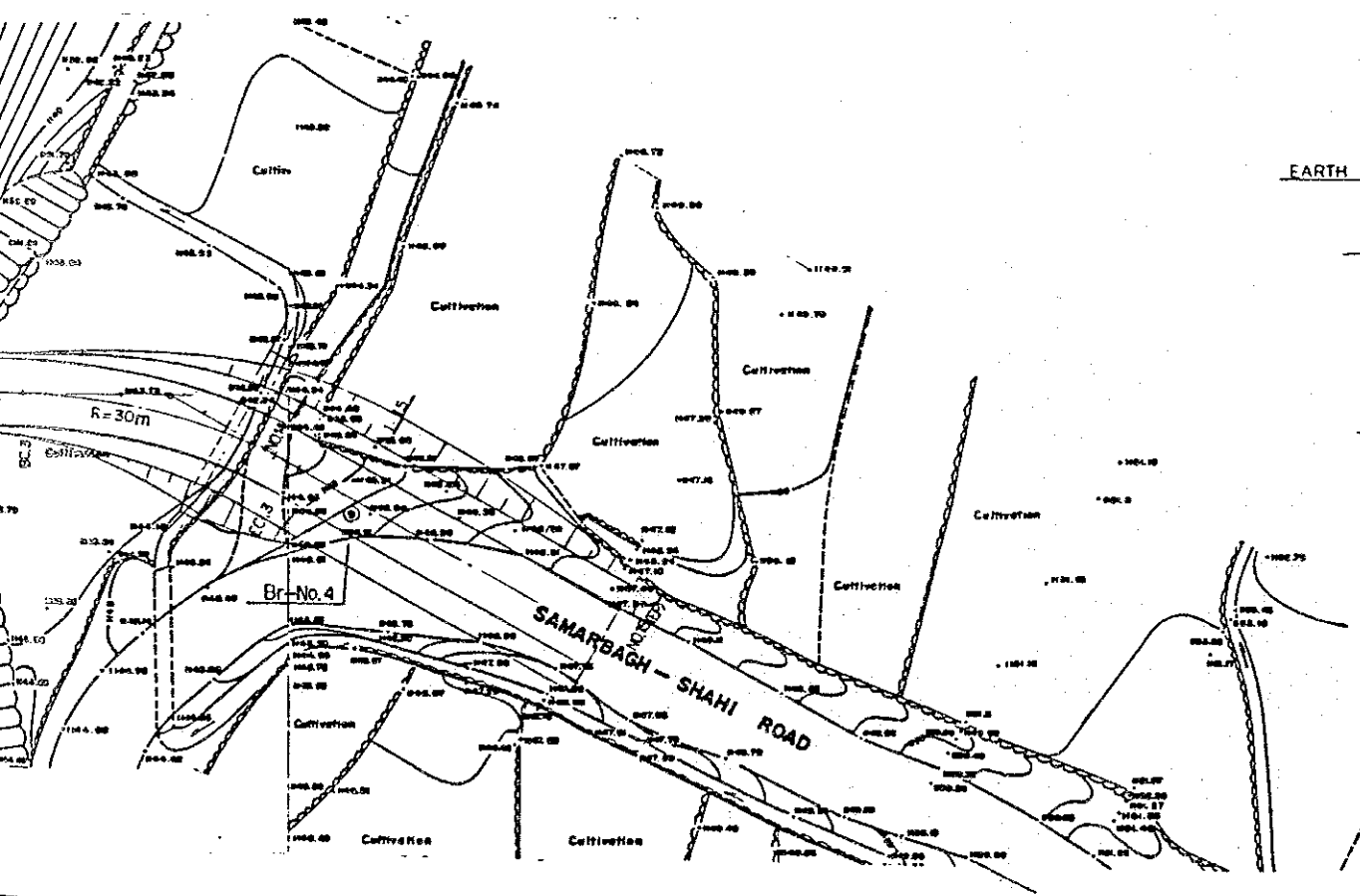
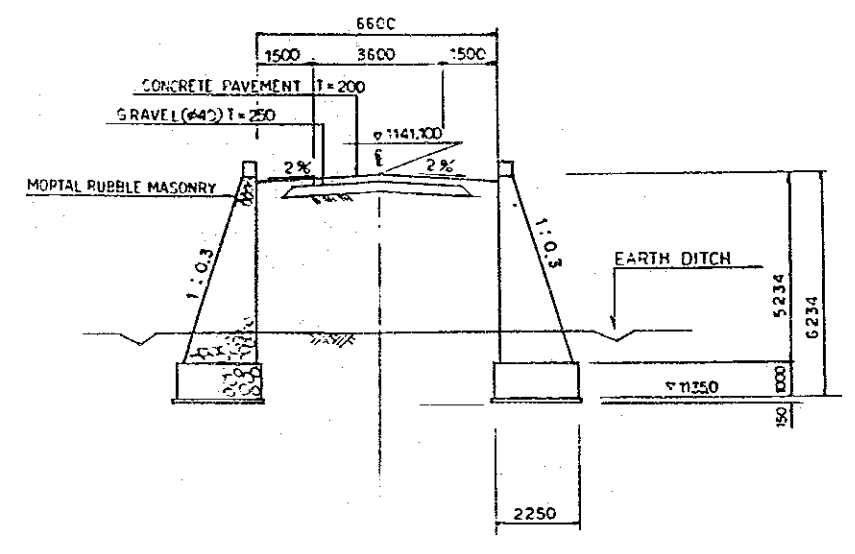


図 6.12 一般図 No.14 プカリ川 橋