

横黒線付替工事の概要について

日本国有鉄道

大荒沢出張所

片 瀬 貴 文

国鉄横黒線付替工事は去る昭和34年8月に着工され、目下昭和37年夏切替を目指して工事が進められている。この線路の設計、施工計画のあらましと、将来に残された問題点を拾い、報告したい。皆様の御指導、御批判を待つ。

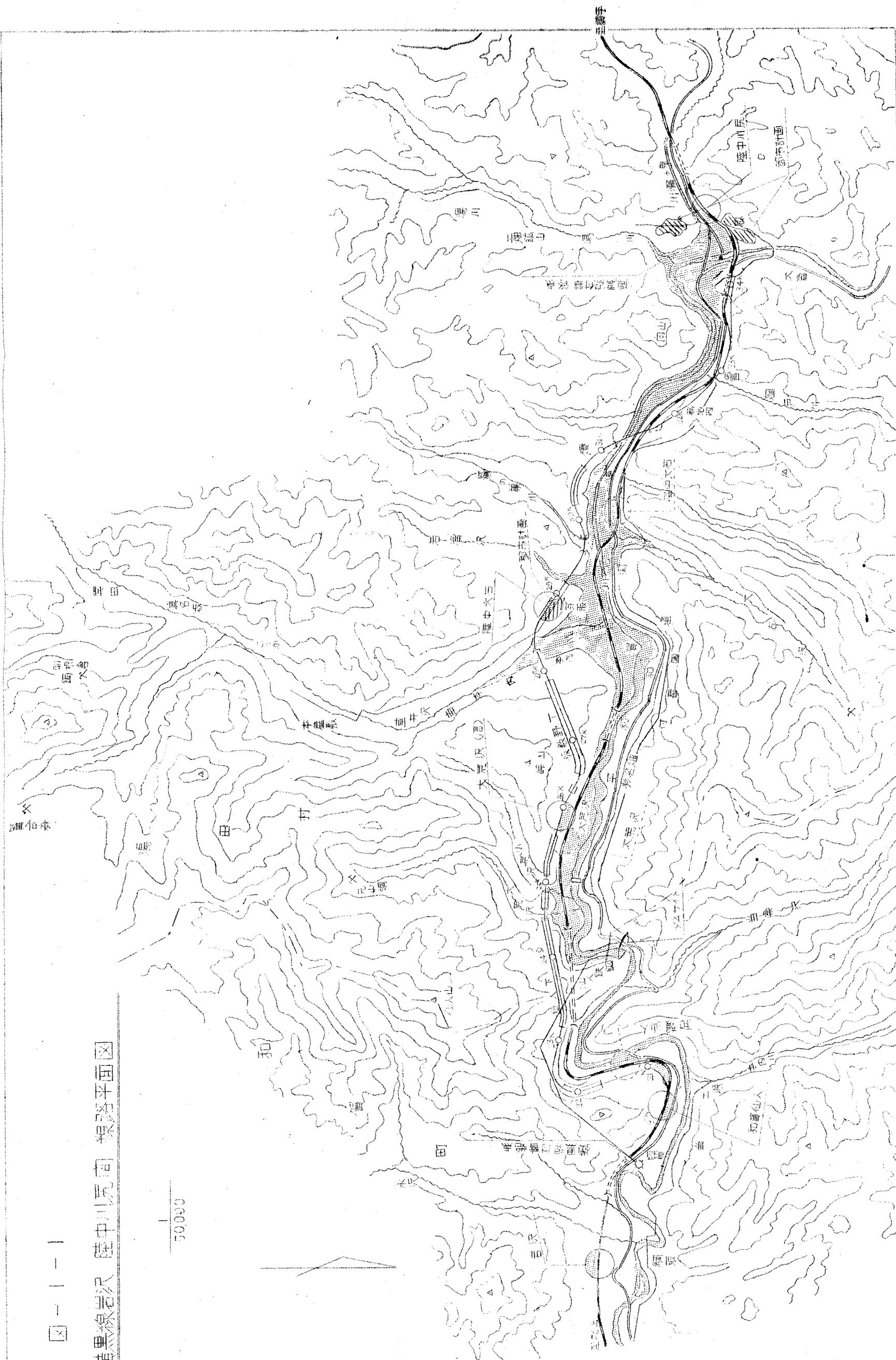
Ⅰ 工事のあらまし（図一）参照）

国鉄横黒線は、東北本線北上駅と奥羽本線横手駅を結ぶ延長60.3 kmの脊梁山脈横断鉄道として、大正13年に開業をみているが、湯田ダムの湛水とともに、約10 km区間が水没するので、その付替工事が、建設省より国鉄に委託された。付替工事の主要数値と、新旧線の比較を表-1に示す。総工費23億円は全額建設省負担であり、工程を表-2に示す。

図一 陸中川尻向標路平面図

陸中川尻向標路平面図

50000



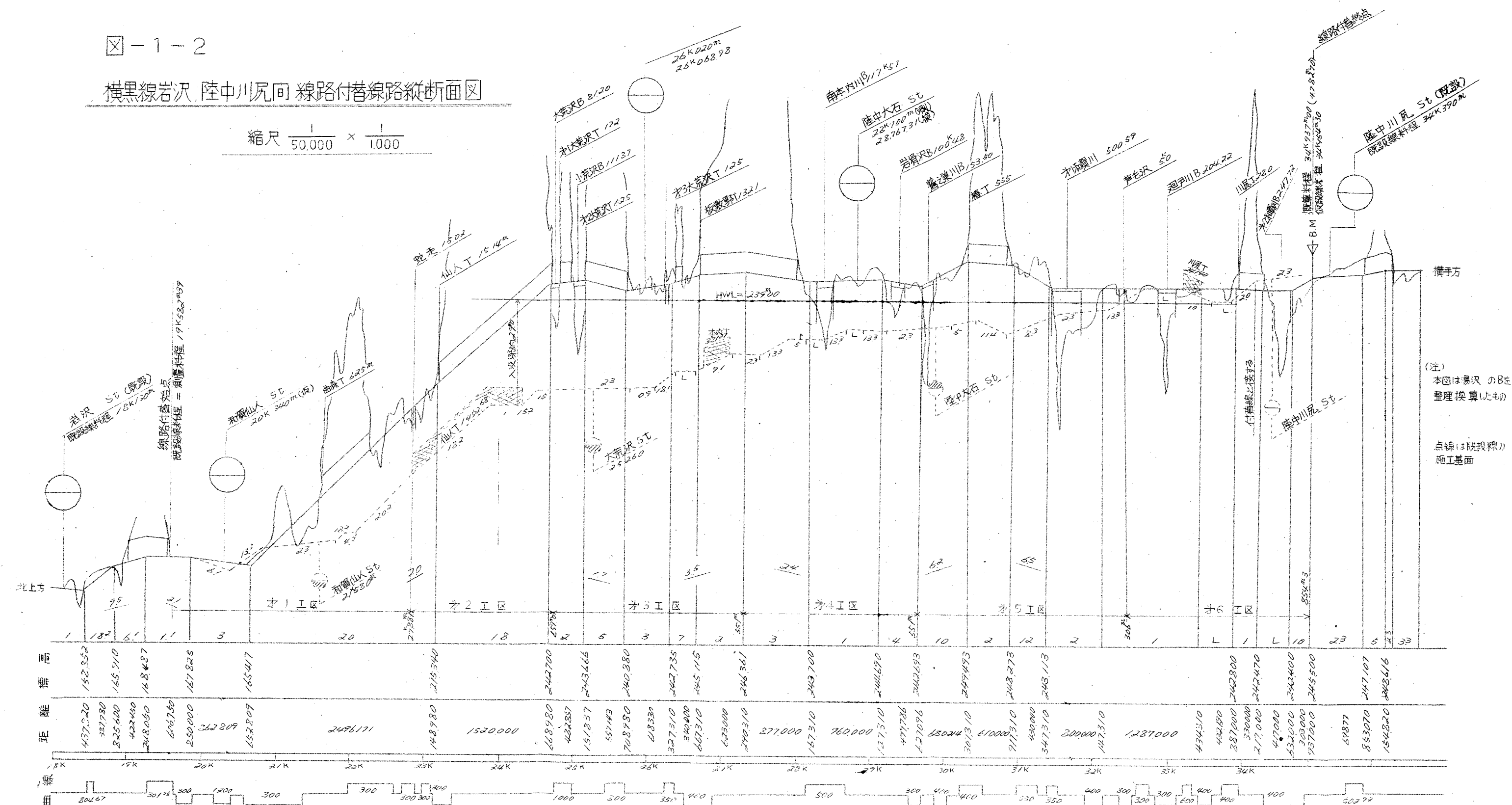
$$\text{縮尺} \frac{1}{50,000} \times \frac{1}{1,000}$$


表 - 1 新 旧 線 の 比 較

項 目		現 在 線	付 替 線	増 減 (△は減をす)
設 計 基 準	線 路 規 格	丙 線	丙 線	
	最 急 勾 配	20/1,000	20/1,000	
	最 小 曲 線 半 径	300 m	300 m	
	施 工 基 面 巾	4.5 m	4.5 m	
	橋 り よう 負 担 力	KS-15 (旧 示 方 書 に よ る)	KS-16 (新 示 方 書 に よ る)	
線 路 延 長		14 ^k 572 m	15 ^k 355 m	783 m
勾 配 18/1000 以 上 の 区 間		2,289 m	4,174 m	1,885 m
半 径 300 m の 曲 線 区 間		11 ^ヶ 所 3,246 m	9 ^ヶ 所 2,993 m	2 ^ヶ 所 △ 248 m
橋 り よう		9 ^ヶ 所 591 m	10 ^ヶ 所 1,565 m	1 ^ヶ 所 974 m
最 長 橋 り よう		和 賀 川 B 173.46 m	和 賀 川 B 501.49 m	
す い 道		3 ^ヶ 所 2,075 m	8 ^ヶ 所 5,227 m	5 ^ヶ 所 3,152 m
最 長 す い 道		仙 人 T 1453 m	仙 人 T 1524 m	
駅		3 ^ヶ 所	2 ^ヶ 所	△ 1 ^ヶ 所
信 号 場		な し	1 ^ヶ 所	1 ^ヶ 所
線 路 容 量	和 賀 仙 人 - 大 荒 沢	54 本	37 本	△ 17 本
	大 荒 沢 - 陸 中 大 石	57 "	59 "	2 "
	陸 中 大 石 - 陸 中 川 尻	56 "	44 "	△ 12 "
土 工 量			4.8 万 m ³	
コ ン ク リ ー ト 量			5.2 万 m ³	

表 - 2 横 黒 線 付 替 工 事 工 程

工 事 \ 年	34	35	36	37
路 盤 そ の 他	8月			1月
軌 道 敷 設			6月	7月
現 在 線 撤 去				8月 11月

II. 付替線の特徴

付替線は現在線とほぼ平行に湖岸線を走り、施工基面が最高30 m程度高くなるので、その特徴は橋りよう下部、法面、よう壁などが水没すること、深い谷を渡る長大橋りようが多いことである。

III. 橋りようの設計

1. 型式の選択

同程度の10～17 mの高さの橋脚が並ぶ平坦地橋りようについて、単純桁、連続桁、ラーメンを比較した。アーチは桁下空間をとりにくい点、またブーソワアーチは耐震性にいくらかの疑問が残る点から採用しなかった。連続桁は上部構造がいくらか安いが下部構造は固定端橋脚が大きくなり、可動端と合計して高価となり、コンクリート桁では省の価格の増加も馬鹿にならず、上下部を合せ、単純桁に比べ高価となる。その他不静定一般の問題として破壊安全率の増加、部分取替の不可能などの得失もある。ラーメンは単純桁に比べ安い、曲げ引張りを受けるコンクリート脚が水没する点、耐久性に疑問があり、部分取替の不可能も問題であり、設計、調査費用の増す点も考え、結局平坦地橋りようでは単純桁を採用した。

巾50～80 mの谷を渡る橋りようの場合は、連続桁としてまたは単純桁を縦方向に連結して線路方向の水平力を近い橋脚もしくは橋台にとらせれば下部は単純桁単独のものより安く出来る。この場合高い可動端橋脚と桁とをピン結合し、桁の伸縮をこの橋脚の撓みでとらせる様にすれば、この橋脚は一端固定、他端ヒンヂの梁となり非常に落いもので良いことになる。落い橋脚の曲げ引張亀裂は、断面が少いだけに直応力度が多く、余り問題とならない。前述蘆の巢川橋りようはこの様な設計の一例である。またアーチは上路鋼アーチは鋼部材が乾湿をくり返すので採用しなが

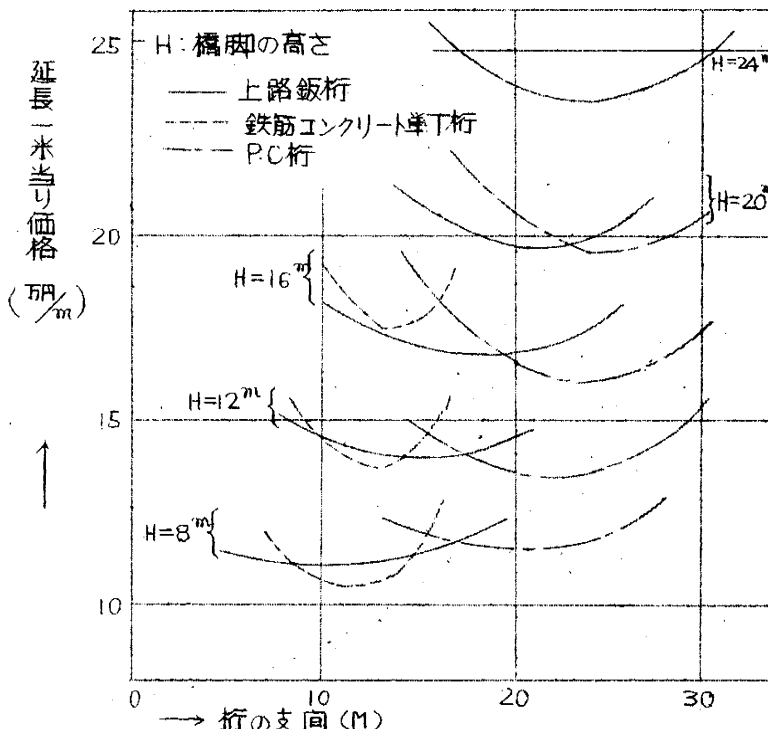
つたが、コンクリートアーチは他型式より安くなる場合が多い。

なお、曲線橋の連続桁は、桁巾を拡げ主桁を一直線としない限り、中間支承が平面運動を行うので、採用に踏み切れなかった。

2. 桁 の 選 択

図-2は根堀深さ4mの場合、各種桁の下部構造を含めた延長1m当りの価格を表わしている。これによれば、橋脚高さ10m以下でR.C桁、10~20mでPC桁、20m以上で上路鋼桁が安い。以上は平坦地橋りょうの場合であるが、谷渡りでもトラス-歪間で渡るよりも高さ30~40mの橋脚を立て、渡る方が安く、またRCアーチも安い。

図-2 横黒線橋りょう 延長1m当り価格



注) 1) 根堀深さ4mを考慮している。

根堀 2,100 円/m³

基礎鉄筋コンクリート 9,600 円/m³

躯体鉄筋コンクリート 10,600 ~ 11,800 円/m³

2) PC桁の価格は総延長400m20連程度の規模を持つ場合

この他に、砂利道床のコンクリート桁は、無道床の鉄桁よりも軌道費が 6 千円/m 安く、保守修繕費も 1 千円/m/年 程度安くなる。しかも耐久性もコンクリート、とくに PC 桁の方が鉄桁より長いと予想される。

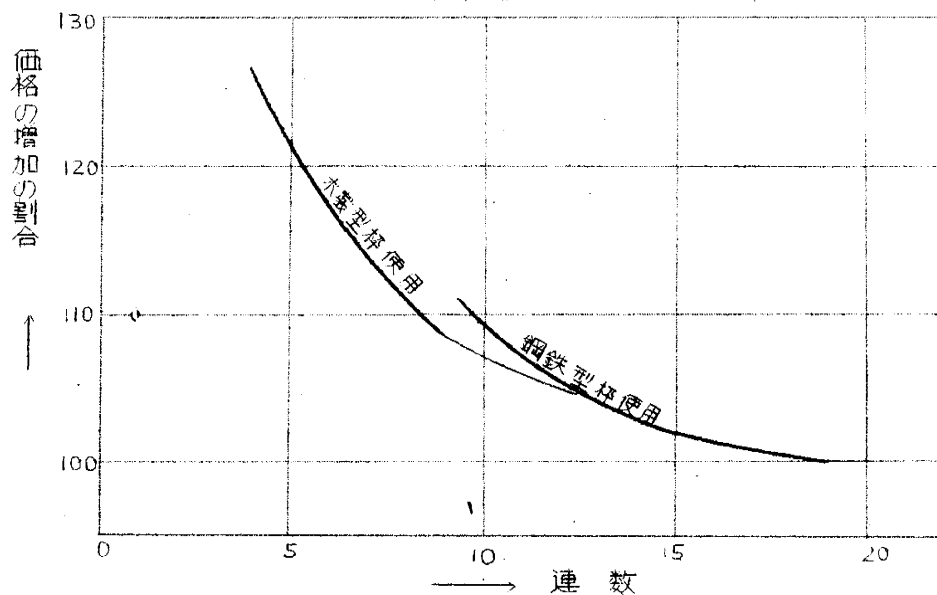
それで横黒線ではコンクリート、とくに PC 桁を積極的に採用した。

3. PC 桁の価格と問題点

PC 桁は設備費が大きく、工事規模の大小により価格の変動を受け易い。図-2 に示した価格は 20 連程度の規模を持つ場合であり、これ以下の規模の場合の価格を図-3 に示した。すなわち規模が半分になると価格は約 10 % 増す。

PC 桁が鉄道橋に使用されてからの歴史は浅く、インパクト、許容応力度とくに $\max M$ の場合の引張側に残留させるコンクリートの圧縮応力度の値などの問題を残していることを付記する。

図-3 PC 桁の連数による価格の変化
(20 連の場合を 100 とする)



4. 下部構造の設計

橋脚は無筋のものより鉄筋量 50 kg/m^3 位のものが安い。設計荷重としては高さ $8 \sim 1.0 \text{ m}$ 以上では地震荷重が決定的であり、動的なあるいは水の影響を考えた調査、設計方法の確立がまたれる。

また下部構造は水没し、水面の上下とともに寒気にさらされるので、表面の透水性を減じ、耐久性を増加する目的でメタルホームを使用し、隅角は半径 10 cm の丸面とした。

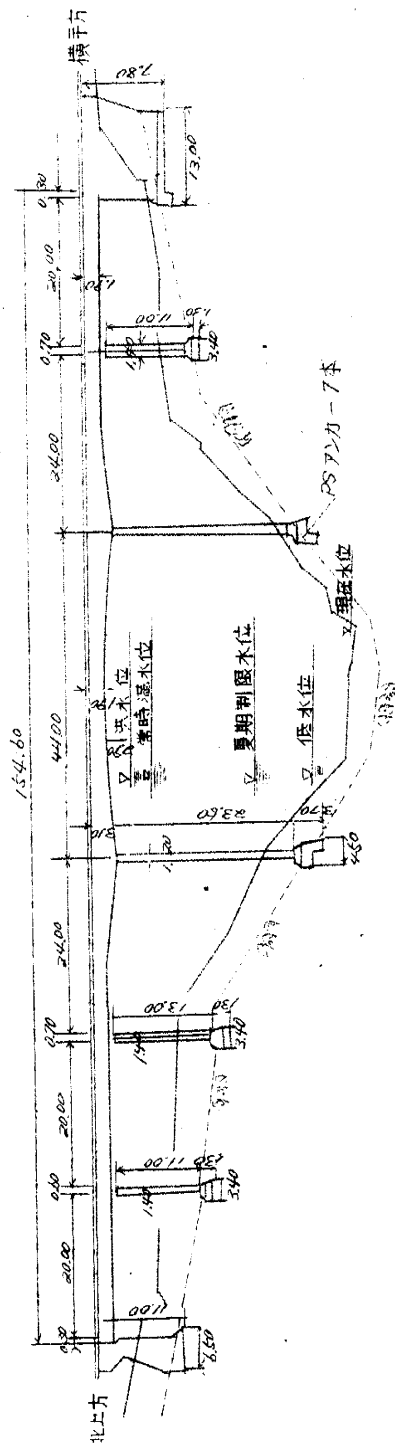
次に計画中の代表的橋りようを紹介する。

5. 蘆の巣川橋りよう——Dywidag 工法 P.C 桁

(図-4 参照)

桁はすべて鋼棒を用いた P.C 桁であり、桁を縦方向に連結して線路方向水平力を面橋台にとらせる設計である。3、4 P は連続桁の可動部がのるが、桁とピン結合して厚さ 1.2 m のばち型とした。中央 44 m 全間は片持ち式架設、他の桁は足場式架設を予定している。P.C 桁として 44 m 全間は国鉄最大であり、Dywidag 工法鉄道桁としては世界有数のものとなる。

図-4 葛の巣川橋りょう

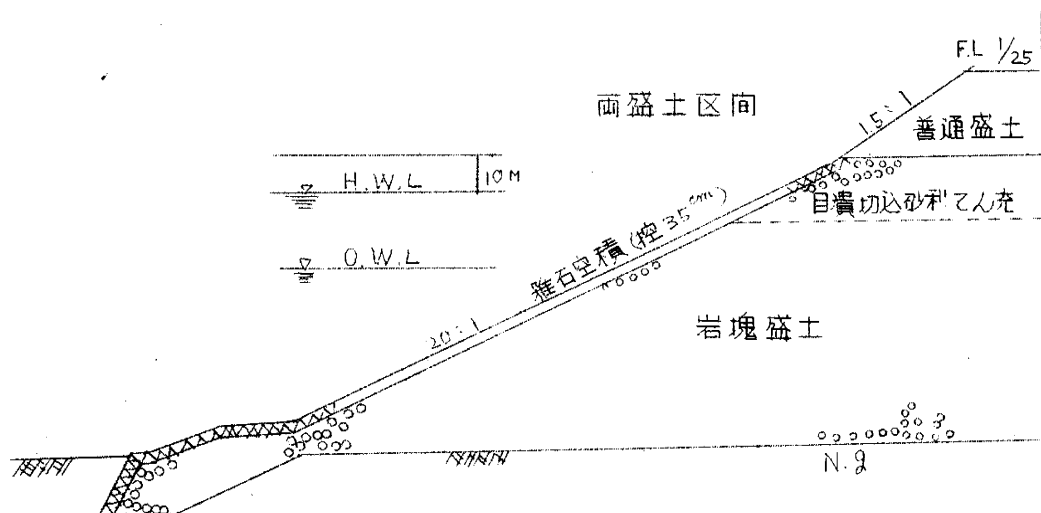


架設には国鉄所有の鋼製アーチセントルを用いる。施工のキーポイントは、セントル組立用ピンの死に、弾性変形、温度変化による上下、足場の死になどに打克ち、いかに軸線を正確に仕上げるかという事にある。クラウンの迫めには500位のジマツキを入れて左右片持梁を押す。いわゆる *Freyssinet* 工法を採用する計画である。この工法の主目的はラーメンの乾燥収縮、クリープ、および基礎の移動のために生ずる2次応力を消すことであり、副次的効用としてはセントル撤去が容易になる事が挙げられる。工法上のキーポイントはジマツキで押した後にセントルと完全に縁を切る点にある。

Ⅳ 法面の設計と路ばりてん庄

水没区間の土工定規を図-6に示す。最急勾配は地震時安定にアツプリフトを考え、非水没区間の1.5:1とバランスした2:1を用い、高築堤は土質試験より得られた値を用い、地震時安全率を1として設計した。安定計算の一例を図-7に示す。

図-6-1 土工定規(1) 一面盛土区間

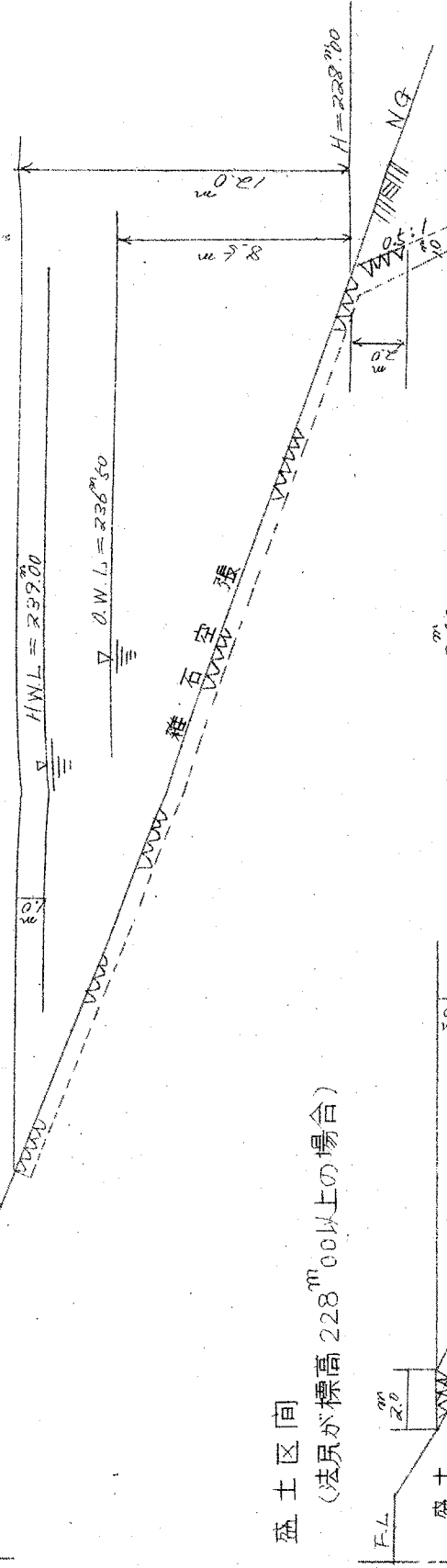


1. 地山区間

図-6-2土工定規(2)一片盛土区間

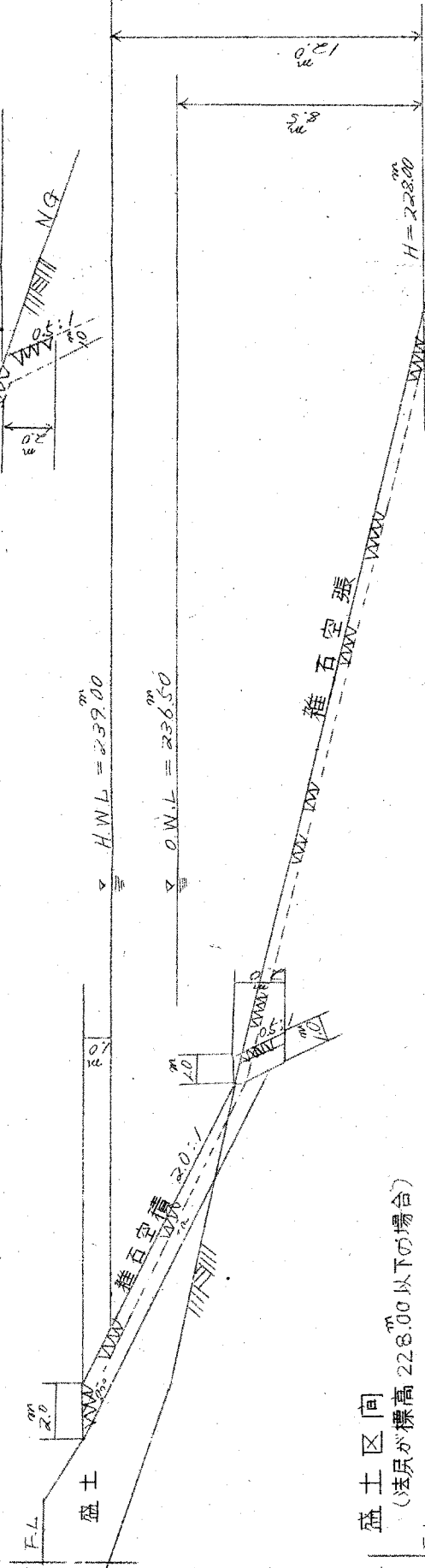
切取

$$S = \frac{1}{250}$$



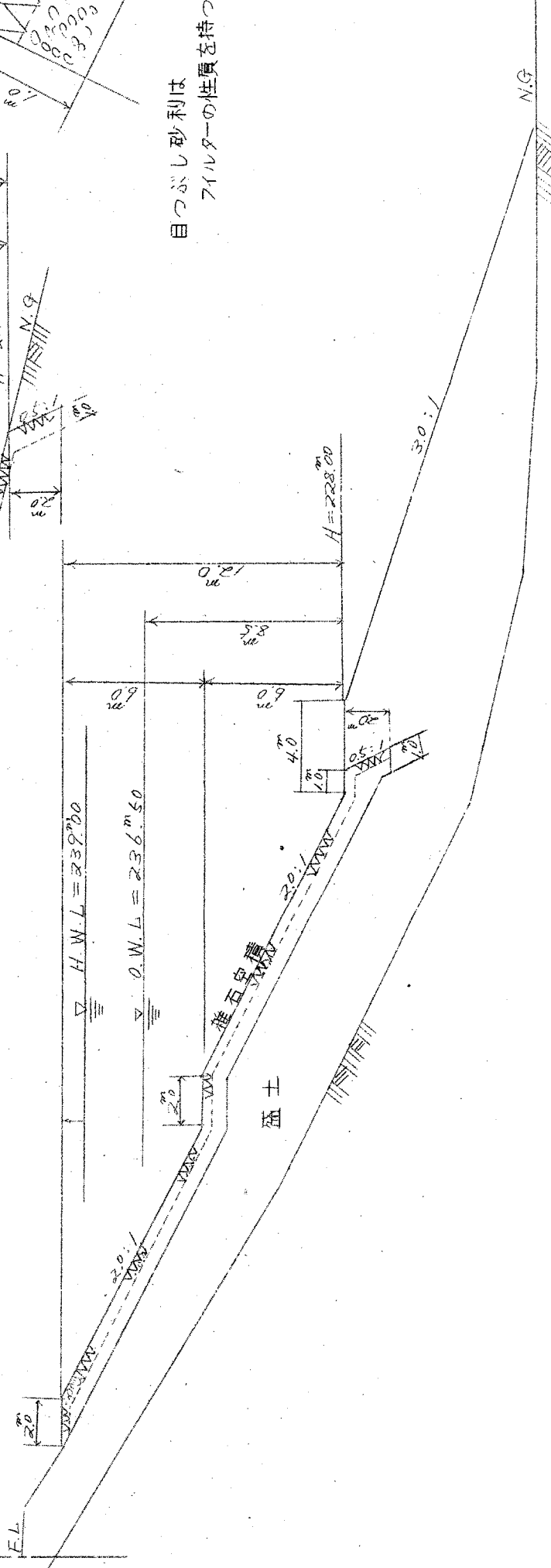
2. 盛土区間

(法尻が標高228.00m以上の場合)



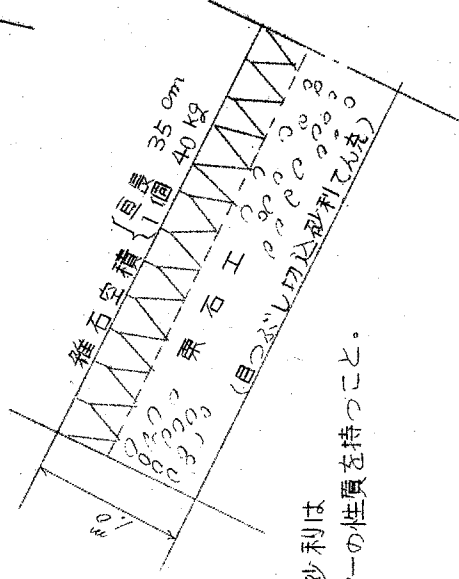
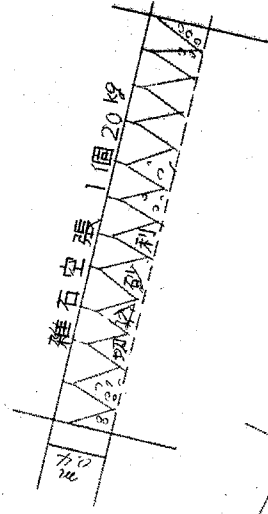
3. 盛土区間

(法尻が標高228.00m以下の場合)



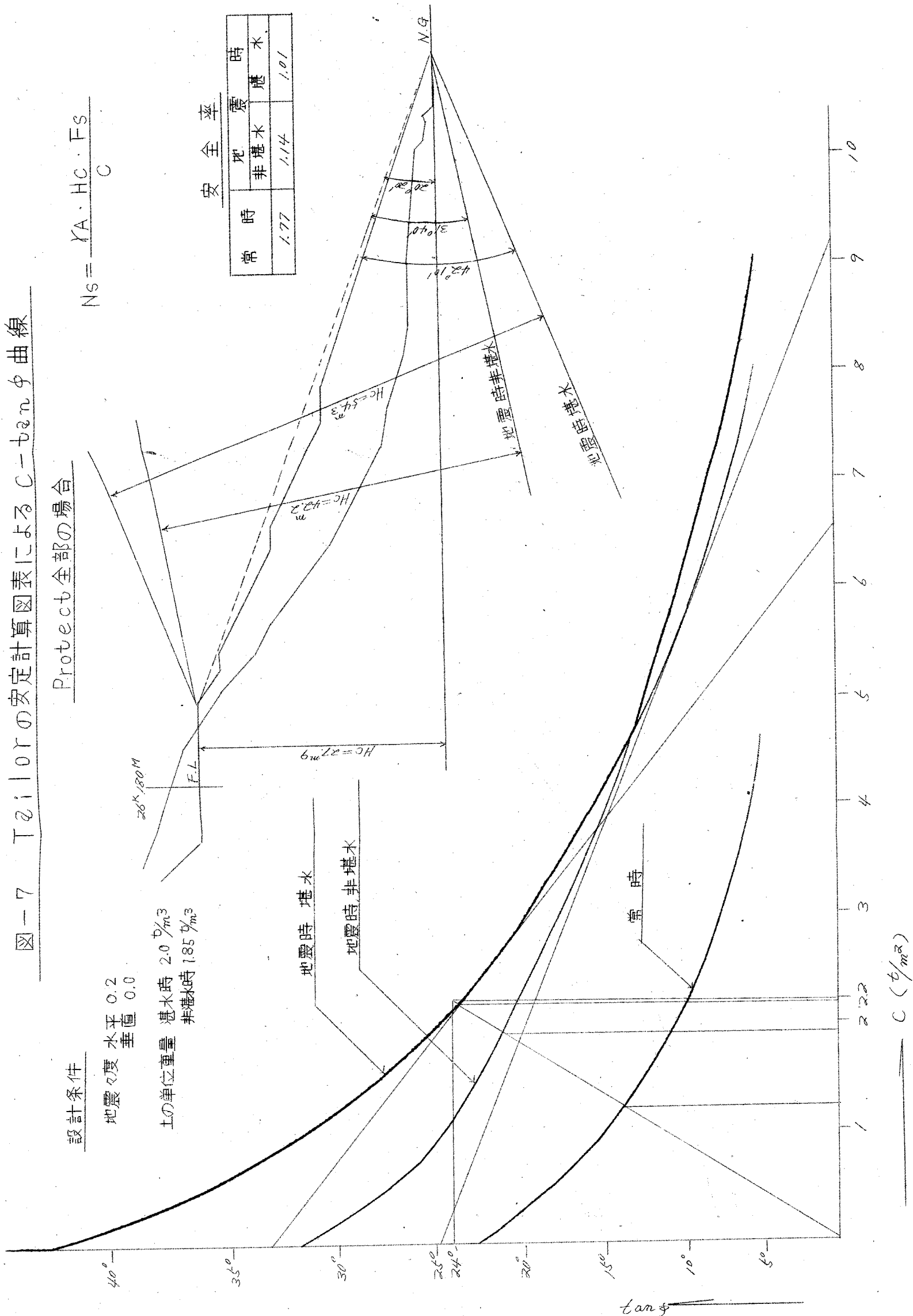
詳細

$$S = \frac{1}{5}$$



目つぶし砂利は
フィルターの性質を持つこと。

図-7 Terzaghiの安定計算図表によるC- ϕ 土の曲線



リップラップは積石リップラップを採用し、控長は高坂「鉄道防災改良施工法の30 cm Justin "Engineering for dams" の38 cm の中間35 cm と定めた。ちなみにIribarren式、同改良式より岩石の比重2.5として求めた捨石リップラップの所要重量は50 kg² である。またフィルターの厚さは二段フィルターを想定し、かつ安息角を増す目的で栗石を混入したため65 cm とした。なお現在石材に代るコンクリートブロックの使用を、検討中である。

法面の設計に当り問題になった点は、飽水による土の粘着力の変化と、地震時の安定である。前者は試験により大体の値は判るが、后者は動的な扱い方が確立しておらず、静的設計と相当に開きがあることが予測され、設計を支配する荷重が地震である点から至急の解決がまたれる。

てん圧はJIS最大乾燥密度に対する比で乾燥密度を示方したが、すい道すりなど岩塊の湿る場合はてん圧の方法よりもむしろ粒型や粒度が問題であり（風化后施工基面の沈下を最小としたい）この方面の研究もまたれる。

V. 水没よう壁の設計

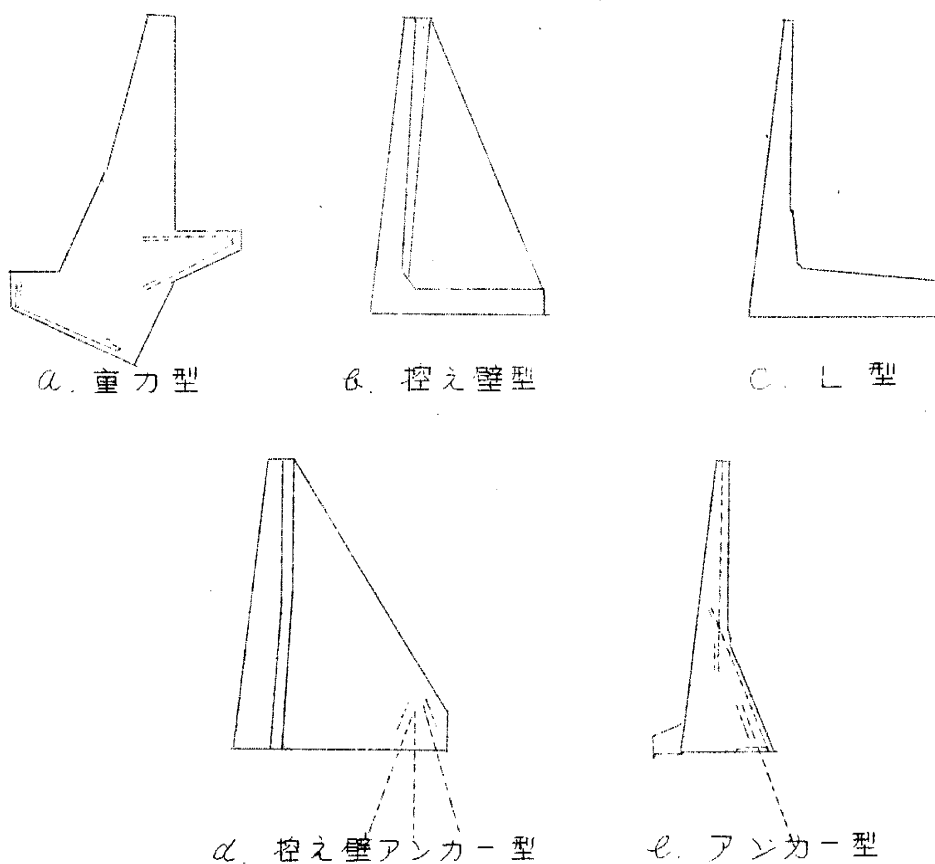
図-8に示す5つのタイプを設計し比較した結果、高さ2~10 mにおいてL型が最も安く、これを採用した。岩の支持力が200 kg/cm² あれば、アンカー型が最も経済的であるが、岩質や岩の目の変化が烈しく、アンカーの単独の、また群としての信頼性のテストに問題があり、採用しなかった。

水没よう壁の地震時土圧はクーロンの手法すなわち物部、岡部の考え方をを用いて算出したが、これ又設計を支配するものにも拘らず実際と合うかどうかは大きな疑問であり、この点運輸省その他で最近行われている土圧の実測に注目したい。

Ⅵ. コンクリート

当工事のコンクリート量は約 6 万 m^3 であり、その内の殆どが一基 2,400 m^3 以上のスラントで混合される。一基 2,400 m^3 以上のスラントは合計 10 基であり、最大のものは 11,400 m^3 を混合する。分散剤としてポズリス No. 5, 8, 10 を使用している。コンクリート管理上特に記すべき点は

図 — 8 水没よう壁比較設計



- 1) 各フランクにコンシステンシーメーターを備えたこと。

コンシステンシーメーターは名の如く、コンシステンシーの連続的自記が主目的であつたが、結果的には混合時間も非常に正確となり、またバッチ数が判るという利点もある。当工事は人員の不足から従来の国鉄の習慣を改め、コンクリート混合中フランクに監督員が立合っていないが、それにも拘らず現場では非常に均質な、良いコンクリートが打たれているのは、コンシステンシーメーターに負うところ大であると考えられる。

- 2) 骨材を使用2日前に上屋に入れ水を切らせたこと。

この結果表水率の変動が激減し、良い結果が得られている。

現在データはまだ十分揃っていないが、変動係数は各フランク共10%を上下しており、中小現場の骨材2種のフランクとしては非常に優れたものである事を確信している。

以 上

筆者住所

岩手県和賀郡湯田村大荒沢

国鉄大荒沢出張所気付

電 大荒沢 14番

