

ライナープレート工法の開発について

治山課 神谷 巖
 足立 隆志
 上田 芳明

1 はじめに

荘川営林署管内大白川国有林の蛇抜谷は、急溪流の異状堆積帯で、この復旧については、かねてから治山技術上重要な課題として検討してきたところである。

一般的には、床固工による復旧が望ましいと考えられるが、蛇抜谷の地層構造は、ルーズで基本部分に問題が多く、この具体的な工法等技術開発が急がれたわけであるが、基礎工として、一般土木工事で採用しているライナープレートを導入し、これに3基1体のダム工を配置し復旧できる一応の見通しが得られたのでとりまとめて報告する。

2 蛇抜谷の状況

蛇抜谷は、岐阜県大野郡白川村地内の、大崩壊地として有名な、白山々系三方崩山の西側直下の崖難地帯を流下し、間名古谷の合流部に大きな扇状地を形成している。現地は、「第1表」のように約180万 m^3 の砂礫が堆積し、年約2万 m^3 が移動すると推察され、大白川流域では最も荒廃が甚だしいところである。

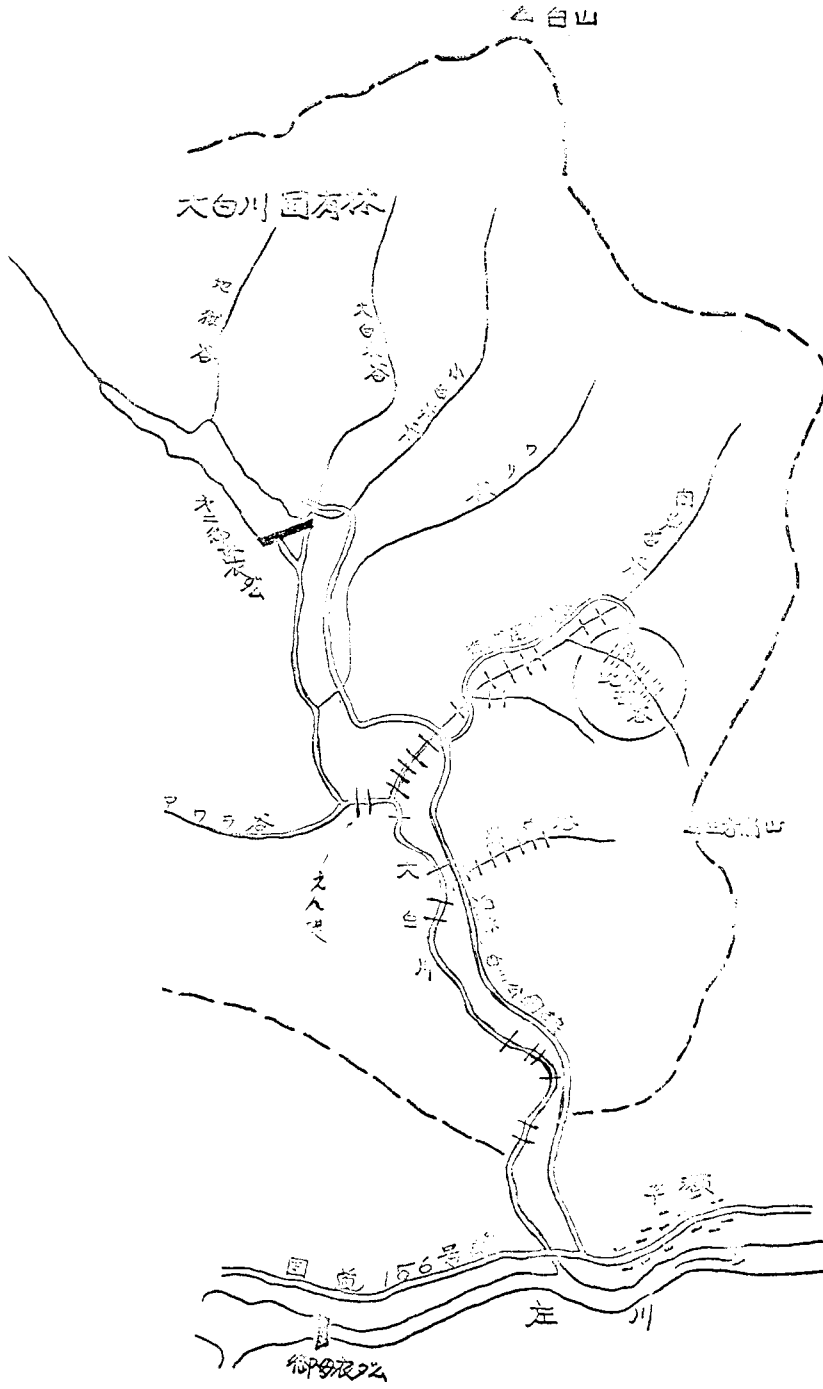
治山事業は、下流の間名古谷、大白川で計画的に実施され、これらの溪床は安定し成果が挙っている。しかし、平瀬部落付近では、砂礫の掃流力が低下して河床が年々上昇し、危険視される状況であるため、大白川上流の蛇抜谷に堆積している砂礫を安定させる必要があるものである。

第1表 蛇抜谷の実態等

標高	平均気温	降雨量	積雪量	平均溪床 勾配	堆積砂礫			保全対象
					巾	深さ	量	
m 1,200~ 1,700	℃ 10.9	$\frac{m}{m}$ 2,500	m 3~5	% 36	m 40~60	m 20~50	万 m^3 180	下流約4Km平瀬部落(225戸、703人、田畑2,058ha 県道、国道、発電所、国立公園地域)

第1図

蛇抜谷周辺の既施工と計画

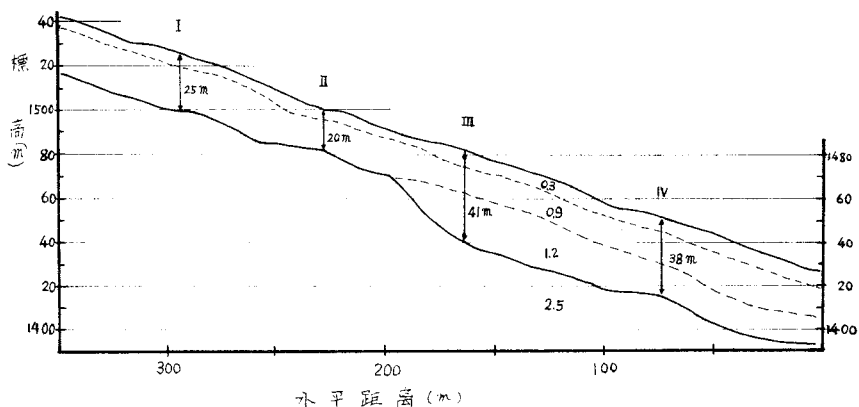


3 異状堆積帯の実態調査と解析

以上の現況に対し、堆積状態が不明で床固工等による復旧計画の具体的な樹立が困難であったため、異状堆積帯の実態調査と解析を行った。

調査は、まず、弾性波調査により堆積深、堅密度等を確認することとし、その結果下層での測定値から床固工等工作物を設置できる可能性が判明した。さらにこの精度を高める外、石礫径、地下水（伏流水）、基岩状態を知るため、ボーリング調査および標準貫入試験を実施し、測定値をもととして砂礫各層の堅密度と、その深さおよび摩擦係数を推定した。これらの結果を「第2図」および「第2～3表」に示した。

第2図 弾性波試験結果



第2表

ボーリング試験結果

地点	標準貫入試験回数	土質区分			
		砂礫	軟岩	硬岩	計
1	3	(6.60) 6.60 m	6.40 m	7.00 m	20.00 m
2	6	(7.80) 14.90	5.10	0.00	20.00
3	13	(8.20) 18.00	7.00	0.00	25.00

第3表

支持層の区分
(標準貫入試験結果)

地層区分	N 値	内部摩擦角	摩擦係数
上層	46	32度	0.62
中層	50	45	0.70
下層	50	40	0.84

これらの結果から、堆積深は20～50 m、堆積構成は層により堆積年代が異なっており、表層6～8 mは河床堆積物（新堆積帯）で摩擦係数、堅密度が小さく、上流からの甬行性もあって不安定であり、中層は崖錐堆積物（旧堆積帯）で、摩擦係数、堅密度も大きく安定しており、床固工等の基礎地盤となし得るもので、また下層は流紋岩の基岩が存在する。

なお、礫径は5～30cmと推定され崖錐堆積物でもあり、洗掘と底抜けの危険および伏流水が存在するので、これらの対策に留意が必要なこと等が判明した。

4 施工法の検討

以上の結果から、床固工の施工に当り堤体は、新堆積帯を突抜けて旧堆積帯に安定させる必要があり、このために生ずる問題点と検討内容を「第4表」に示した。さらに、各問題点について工法毎に比較すれば「第5表」のとおりであり、ライナープレート工法が適応すると考える。

第4表 床固工等施工上の問題点と検討内容

問題点		検討内容
項目	説明	
床掘量が多い	① 床掘深、新堆積帯6～7 m ② 床掘側法1割以上	従来工法、蛇籠工、鋼製自在枠工、杭打工、ライナープレート工、注入工等工法を検討
洗掘の危険	① 平均溪床勾配36% ② 堆積深20～50 m ③ 礫径 5～30 cm	① 水印等洗掘防止の施工 ② 深い床掘 ③ 地盤を固める。 ④ 洗掘が生じて安全な工法
地盤沈下	① 堆積深20～50 m ② 地下水（伏流水）	① 基礎地盤の補強
床抜け	① 新堆積帯6～8 m ② 地下水によるパイピング現象	① 固定した地盤まで密着 ② 杭打ち等の防止工

第5表 問題点に対する工法毎の比較

工法	床掘	洗掘	地盤沈下	底抜け	施工技術	総合判定
従来工法	×	×	×	×	○	×
蛇籠工	○	△	△	×	○	×
鋼製自在枠工	○	△	○	×	○	×
杭打工	○	△	○	○	△	○
ライナープレート工	○	△	○	○	○	◎
注入工	○	○	○	○	×	△

5 ライナープレート工法の検討

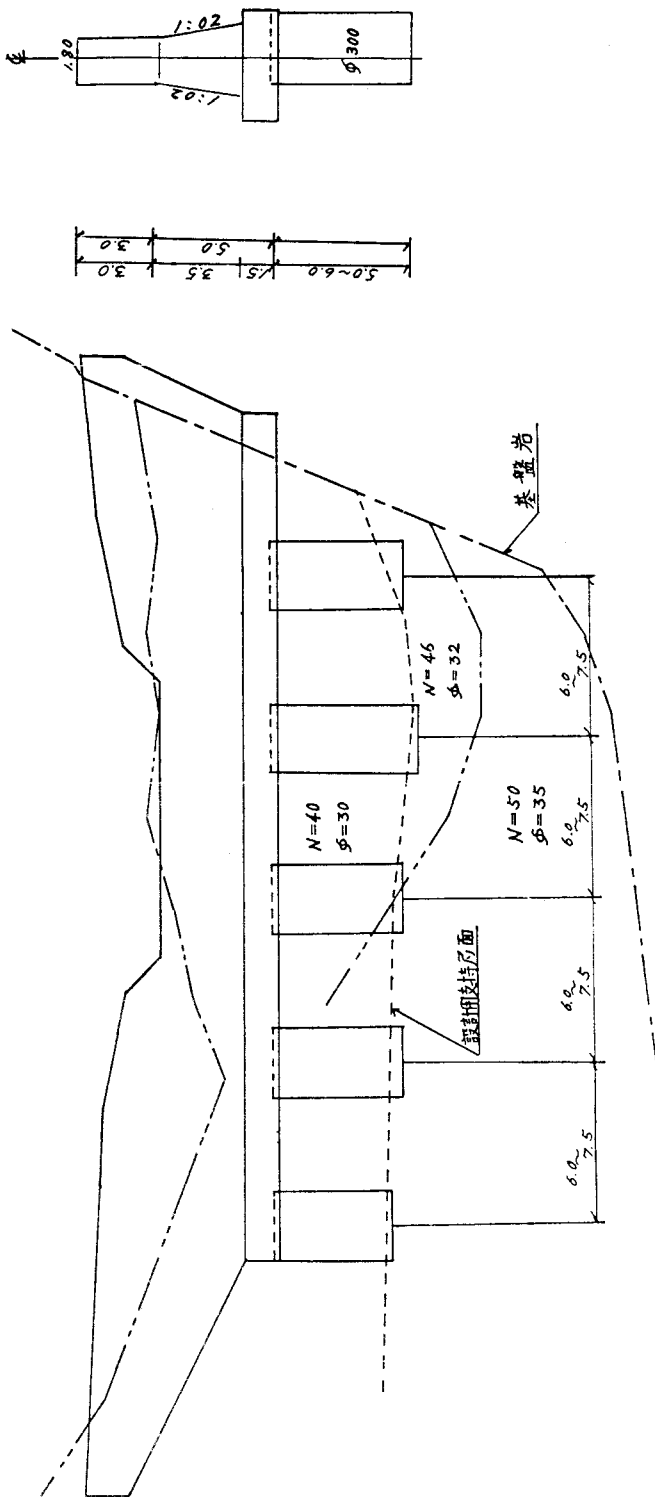
ライナープレート工法は、地すべり工事の集水井、高層ビルの深礎工として開発されたもので、溪流ダムの基礎工に実施した事例がないため、具体的な検討を加える必要から、各種調査資料にもとづき「第3図」のモデル設計を行い、その結果は「第6表」のとおりで、また、「第4図」の安定計算からも、床固工の基礎となし得る可能性が判明した。

第6表

ライナープレートの具体的施工方法の検討

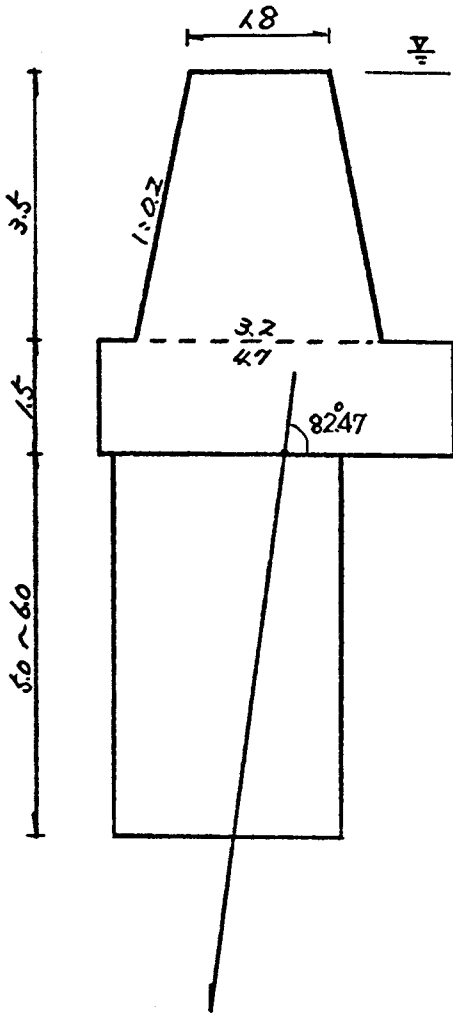
問 題 点	検 討 結 果
施 工 深	旧堆積帯までとし 5～6 m
施 工 径	作業性、安全性から 2～3 m
施 工 間 隔	安定計算から 6～7 m間隔
ライナープレートと床掘面の空隙の処理	モルタル注入法により、あらかじめ配置し内部コンクリート打設後行う。
ライナープレート撤去方法	可能な限り撤去したいが、安全性から不可能と考えられる。
床掘中に露出する岩石の処理	特殊なものを除き、濡れむしる等を使用して爆破すれば可能
地下水の処理	実態調査によれば、大量の出水は考えられないが、渦巻ポンプによる排水で可能
施工中の安全対策	天候を十分配慮し、上下作業の連携をとり、上部法面の保護と地上部にもライナープレート 1.0 mを組立てる方法が妥当と思われる。
堤体の安定	第4図のとおり

ライナープレート（コンクリート円筒） 施工計画図



(第3図)

第4図 安定計算(要約)



計算条件

1. 寸法左図のとおり
2. ダム上流部満砂水平とする。
3. 越流水深1.0 m 比重 1.2 t/m^3
換算土厚 0.7 m
4. 土石の内部摩擦係数 $\phi = 30^\circ$
5. 比重コンクリート 2.3 t/m^3
土石 1.8 t/m^3
6. 土圧公式はクーロン式

堤体の安定計算

1. 転倒に対する安全度
 $11.2 > 1.5$ (安全率 1.5 以上)
2. 滑動に対する安全度
 $4.5 > 1.5$ (")
3. 合力の作用点距離 2.49 m

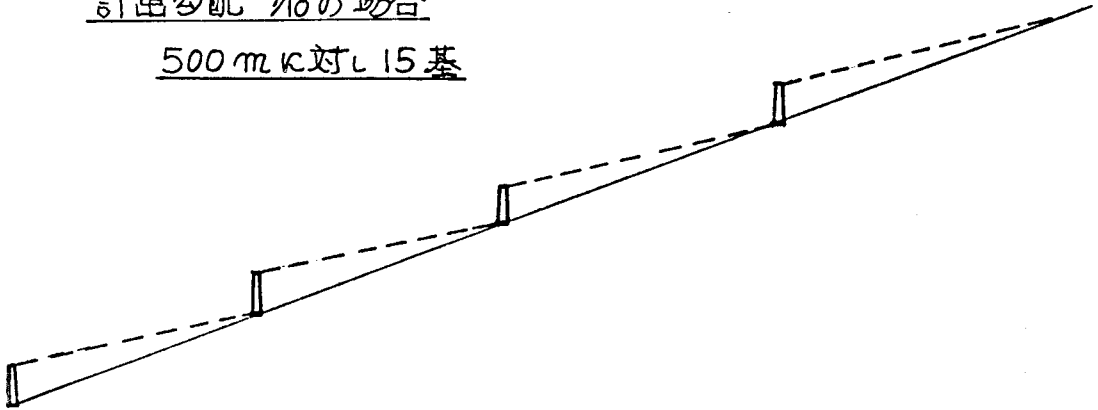
合力の方向

$$\tan \theta = 7.566 \quad \theta = 82.47^\circ$$

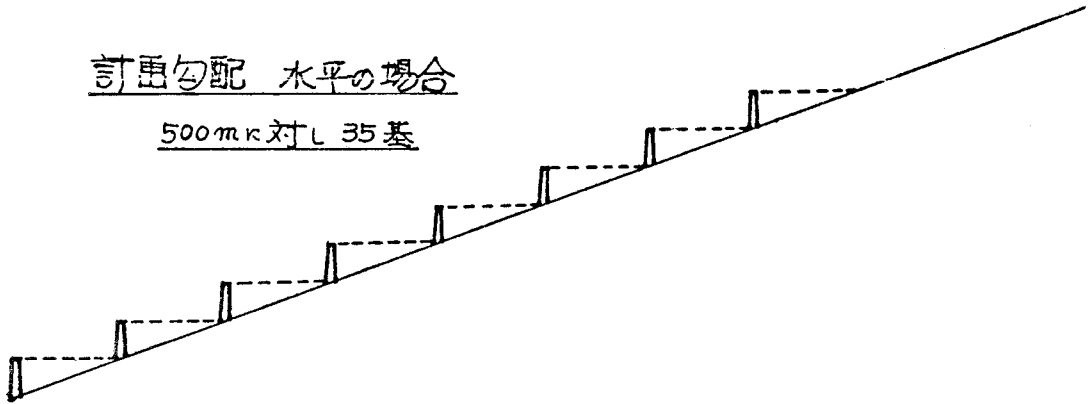
6 3基1体のダム配置による異状堆積帯の復旧

溪流の安定を図るには、ダム型のほか、ダムの配列の違いによって、その成否が左右される場合も少なくない。配列には単独、高ダム、階段、ダム群方式があるが、単独、高ダムは洗掘およびパイピング現象から、底抜けの不安が予想され、階段方式はダム数が多くなり非経済的なため、結果的には、3基1体の床固工にライナープレート工を併用したダム群によることが、洗掘、底抜けの問題にも対応し、ダム数も少なく経済的で最適工法と考えられる。

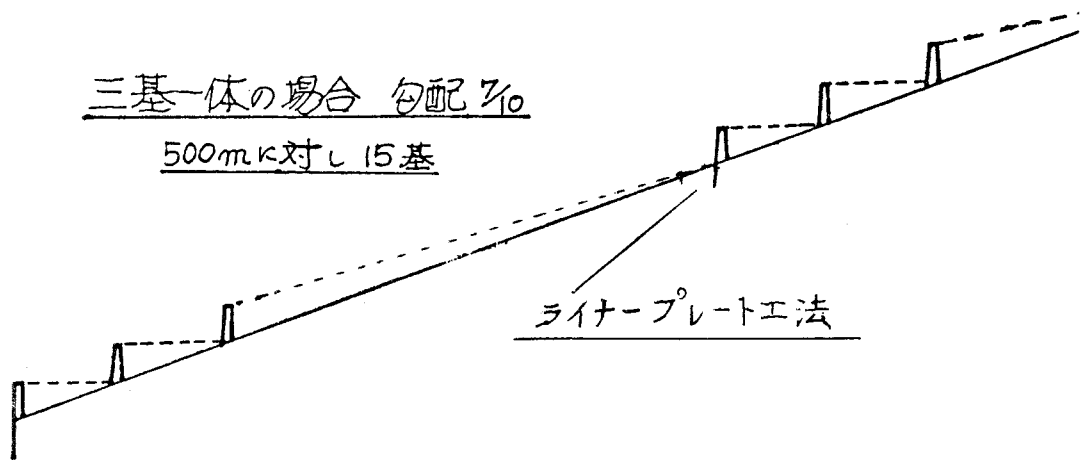
計画勾配 7%の場合
500mに対し 15基



計画勾配 水平の場合
500mに対し 35基



三基一体の場合 勾配 7%
500mに対し 15基

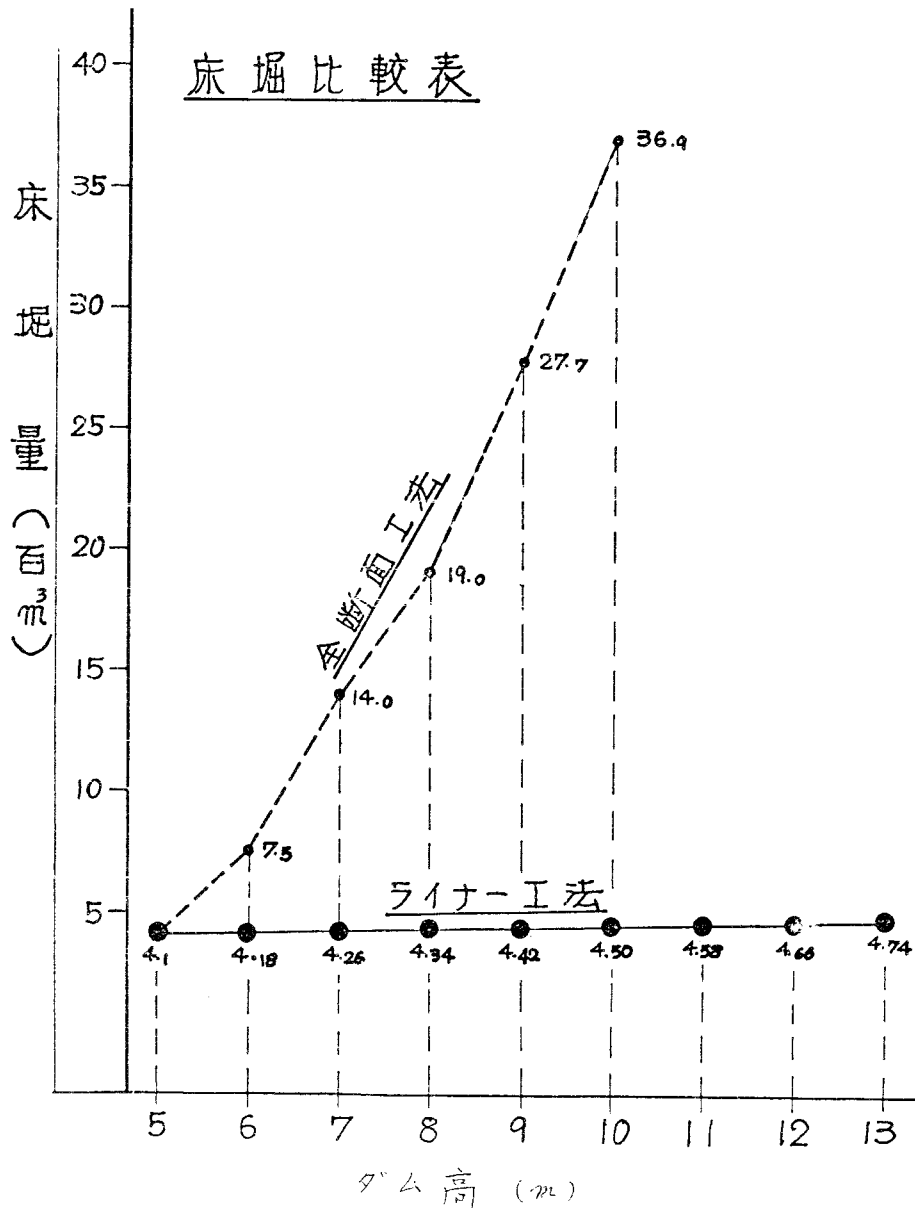


7 床掘量および工事経費

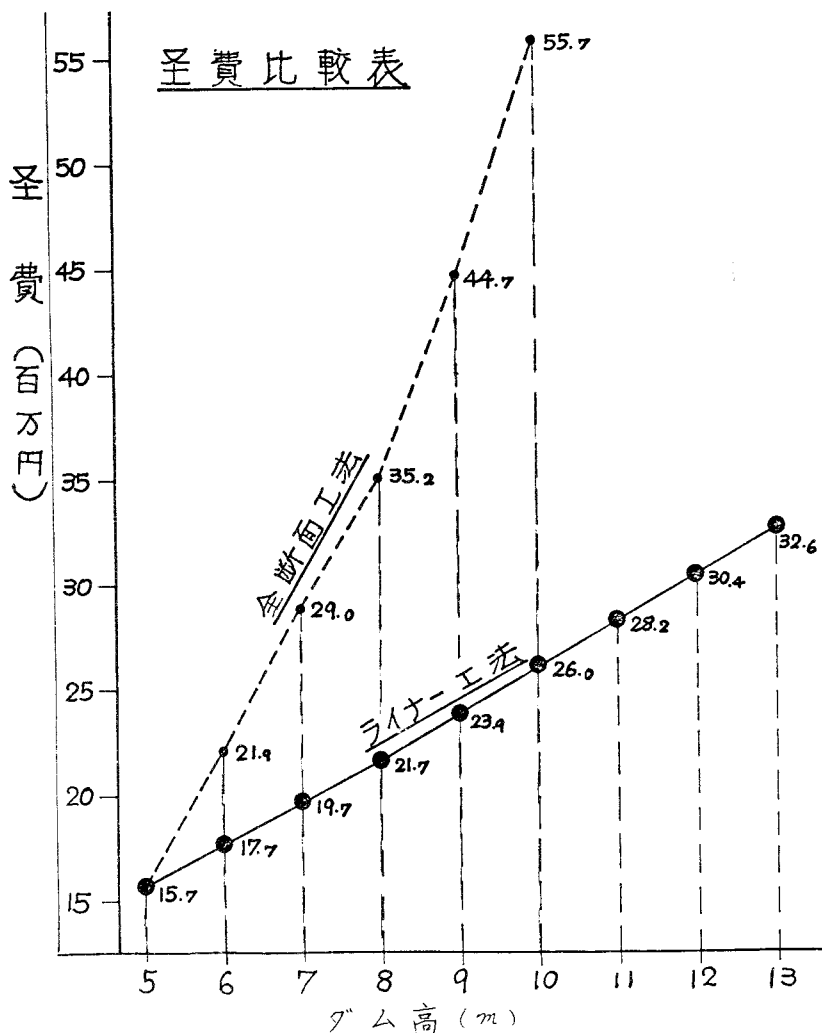
第3図のモデル設計にもとづき、床掘量および工事経費について、従来工法（全断面工法）と比較を行ったところ、床掘量については「第6図」の如くダム高の増加と床掘量との関係は、ライナープレート工法ははるかに有利で、例えば、ダム高10mの場合ライナープレート工は、全断面工法の約 $\frac{1}{8}$ の床掘量である。

また、工事経費は「第7図」のとおり、床掘の場合と同様で、床掘、コンクリート量等の減少により、ダム高10mの場合では約3,000万円の節減となり、この面からも有利である。

第6図 床掘比較表



第7図 経費比較表



8 おわりに

以上により、急溪流の異状堆積帯としての蛇抜谷の復旧には、3基1体のダム工の基礎工として、ライナープレート工を採用し、

- (1) 地盤沈下による破壊を防止し、かつ、洗掘・底抜けに対応できる。
- (2) 滑動、転倒等の条件に対して安全である。
- (3) 立地条件から通常のダム工築造に比べて経済的である。

との結論に基づき技術開発を図るものである。

しかし、今後の課題として、今回得られた成果を現場条件に密着させるとともに、施工後の溪床変化と洗掘・底抜け等の関係を追求し、適応性および普遍性を確認しなければならない。