

I S S N 0386—5878

土 研 資 料 第2332号

土 木 研 究 所 資 料

真川、湯川合流点背割堤水理模型実験報告書

昭和61年2月

建設省土木研究所
砂防部砂防研究室

Copyright © (1986) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

真川、湯川合流点背割堤水理模型実験報告書

建設省土木研究所砂防部砂防研究室

室 長 矢 澤 昭 夫

主任研究員 水 山 高 久

建設技官 大 場 章

要 旨

建設省北陸地方建設局立山砂防工事事務所管内の真川、湯川合流点の右護岸は、上流の砂防工事を行なう上で重要な軌道の中継点が溪岸侵食により破壊されることを防ぐ目的で昭和 54～57 年にかけて施工されたが、昭和 58 年に護岸基礎部が局所洗掘を受け被災した。

昭和 59 年度、既往の河床変動資料の整理と水理模型実験を行なって、その対策を検討し、護岸の根継ぎ及び、真川の流向を制御する延長 130 m の背割堤を提案した。しかし、延長 130 m の背割堤を短期間に建設することは困難であり、当面は最も効果の大きい位置に必要最小限の長さを施工し、必要に応じてそれを延長することが得策と考えられた。

本年は、真川の流向をある程度制御できる最小限の背割堤の位置、長さ、方向、設置高等の設計諸元を水理模型実験によって検討した。その結果、背割堤は、大型ブロックを並べた構造とし、第 1 段階の必要長さは、70 m であること等の結論を得た。

キーワード：水理模型実験、常願寺川、真川、湯川、局所洗掘、河床低下、護岸、背割堤

**Hydraulic Model Test on Separation levee at the Makawa-Yukawa
Confluence of the Joganji River**

by

Akio Yazawa

Takahisa Mizuyama

Akira Ohba

Abstract

The right revetment at the confluence of Makawa and Yukawa Rivers was constructed in 1979- 82 with the aim to prevent the collapse through erosion of a junction on the important track necessary for carrying out sabo works upstream. However, the foundation of the revetment was damaged in 1983 through local scouring.

The data on riverbed deformation were reexamined and a hydraulic model experiment was conducted in 1985 and, as a result, the underpinning of the revetment and the construction of a 130m separation levee to control the flow from the Makawa River were proposed. However, in view of the difficulty in constructing a 130m separation levee in a short period of time, it was concluded that it would be more advisable to construct it for a minimum length at the most effective position for the time being and to extend it when necessary.

Design specifications for the minimum length of the proposed separation levee capable of controlling the path of the Makawa River ,i.e., position, length, direction, elevation, etc., were studied this year by means of hydraulic model experiment. As a result, it was concluded that the proposed separation levee, 70m in length at the first stage, should be constructed with large blocks.

Key words : hydraulic model experiment, Joganji River, Makawa, Yukawa, local scouring, riverbed deformation, revetment, separation levee

はじめに

本報告書は、昭和60年度に建設省北陸地方建設局立山砂防工事事務所の依頼により、建設省土木研究所が実施した、常願寺川上流の真川、湯川合流点における合流点処理計画に関する水理模型実験の結果をとりまとめたものである。

真川、湯川合流点部は、昭和44年に発生した土石流により大きく河床が上昇したが、その後河床の低下が始まり、蛇行しながら流下する流水は、右溪岸を侵食し、上流の砂防工事を行なう上で重要な軌道の中継点が破壊される危険が生じた。立山砂防工事事務所では、右溪岸の侵食を防止するためにコンクリート護岸を施工したが、合流点部の河床はその後も低下し、昭和58年5月の出水で護岸基礎部が洗掘され傾倒する災害を受け、護岸を護るための対策工が必要となった。

昭和59年度では、既往の河床変動資料の整理を行ない、合流点部の河床変動の傾向の把握と今後の予測を行なうとともに、水理模型実験を行なって、コンクリート護岸の被災原因及びその対策工法を検討した。

その結果、コンクリート護岸の被災原因は、昭和44年の出水以降、上流からの流出土砂が減少したことにより合流点部の河床が全体的に低下したことと、真川からの流れが左岸の地形によってその流向をコントロールされて合流点右岸にぶつかることが重なり、局所的で急激な洗掘が生じたためであることがわかった。その対策として、前者に対しては護岸の根継ぎ、後者に対しては真川の流向を制御する延長130mの背割堤が必要であることがわかった。しかし、延長130mの背割堤を短期間に設けることは困難であるので、当面は最も効果の大きい位置に必要な最小限の長さを施工し必要に応じてそれを延長することが得策と考えられる。本実験は、真川の流水の集中によりコンクリート護岸が被災することを防止するために、真川の流向を制御する必要最小限で最も効果の大きい背割堤の位置、長さ、方向、設置高等の設計諸元を求めるために行なったものである。

建設省土木研究所砂防部砂防研究室

室長	矢澤昭夫
主任研究員	水山高久
建設技官	大場章

目 次

はじめに

1. 昭和59年度実験結果の概要	1
2. 実験の概要	11
2.1 実験目的	11
2.2 模型の概要	11
2.3 実験の手順	13
2.4 対策工の概要	13
2.5 実験条件	14
2.6 測定方法	14
3. 固定床実験の結果（対策工の設計諸元の検討）	17
3.1 対策工の設置位置の検討	17
3.2 対策工の工種の選定及び、その設置間隔の検討	17
3.3 背割堤の方向の検討	20
3.4 背割堤の長さの検討	22
3.5 背割堤の設置高の検討	24
4. 移動床実験の結果	25
4.1 対策工の諸元	25
4.2 計画対象流量の1/5の流量による実験結果	26
4.3 計画対象流量による実験結果	35
5. まとめと提言	43
おわりに	44

1. 昭和59年度実験結果の概要

昭和59年度に行なった河床変動計算及び、模型実験結果をまとめると次の通りである。

コンクリート護岸の被災原因

- (1) 既往の河床変動資料を整理して、真川、湯川合流点のこれまでの河床変動の傾向を把握し、河床変動計算により今後の予測を行なった結果、合流点部は昭和44年の出水以降河床は徐々に低下しており、今後上流の砂防施設の整備により合流点部に土砂の流出が無いとすると、河床の低下量は最大31m護岸施工区間で5～15mとなり、今後とも大幅な河床低下が予想される。
(図-1, 2, 3, 4 参照)
- (2) 水理模型実験を行なって護岸の被災原因を調べた結果、護岸基礎部の局所洗掘は、真川の流水が真川筋のNa 1 + 50m付近にある河床の岩によって流向をコントロールされて、護岸被災部におつかるために生じていることがわかった。(写真-1 参照)
- (3) その他、既設砂防ダムの袖の越水や前庭部の局所洗掘、根固ブロックの流失の可能性がある等の問題点が明かとなった。

以上の結果を基に、その対策工として横工案、背割堤案、護岸根継ぎ案を立案し、水理模型実験を行なって検討した結果、次のような対策工を得た。

- ① 背割堤を設けると、真川の流水が護岸に集中することを防止でき、護岸基礎部の局所洗掘が緩和される。背割堤は、長さは130mで、河床変動を考慮してブロック構造とする。脚付き平型ブロックを使用すると、合流点部の河床の低下にも追従し、河床低下後も流向制御の効果が持続できる。
- ② 真川、湯川合流点部は、今後も全体的な河床低下が予想されるため護岸の根継ぎが必要であり、護岸沿いの河床低下に合わせて逐次行なっていく。
- ③ 既設砂防ダム下流では、基礎高以下まで洗掘されるので、前庭保護工または横工等の洗掘防止の対策工が今後必要となる。

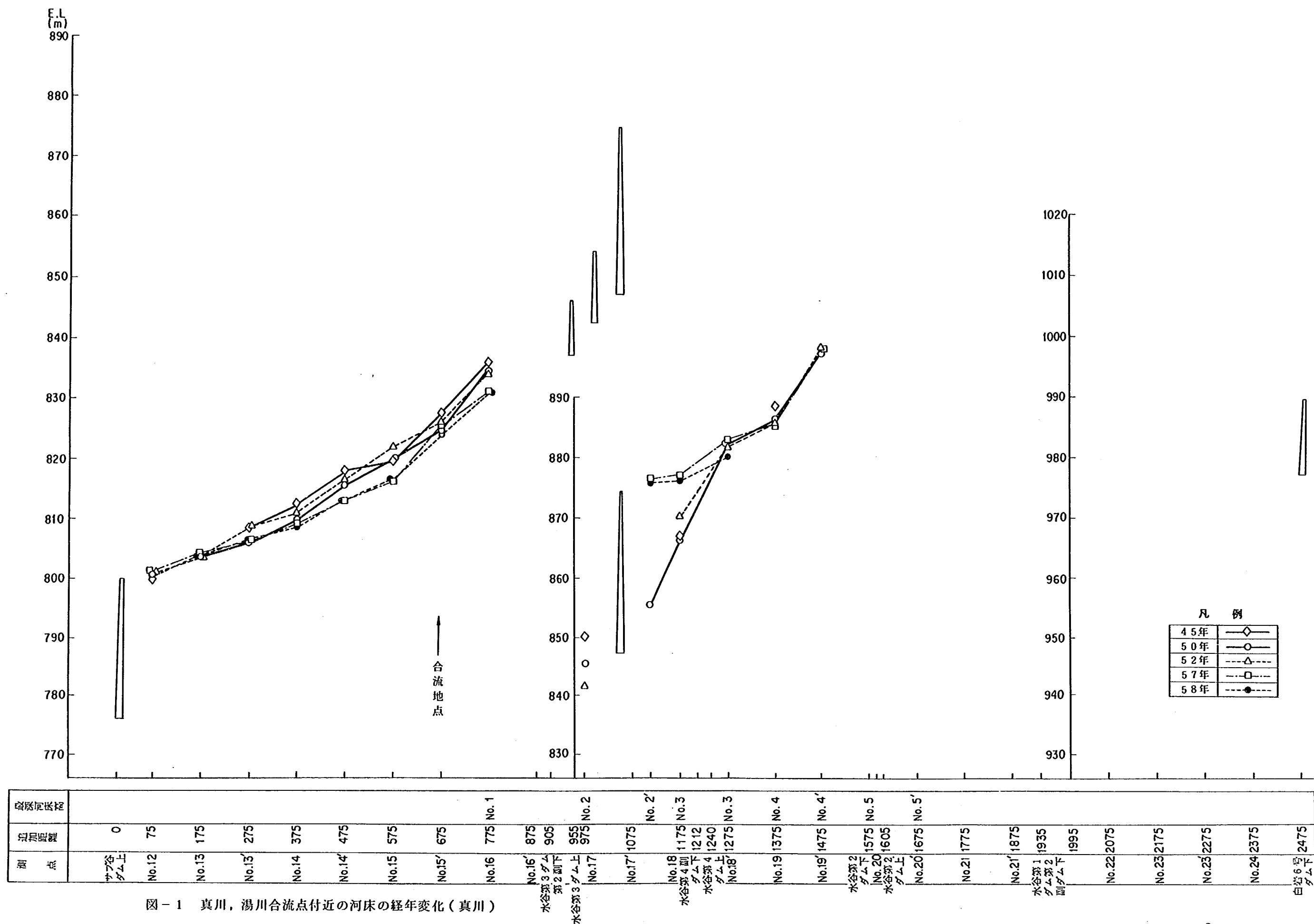


図-1 真川、湯川合流点付近の河床の経年変化(真川)

[illegible]

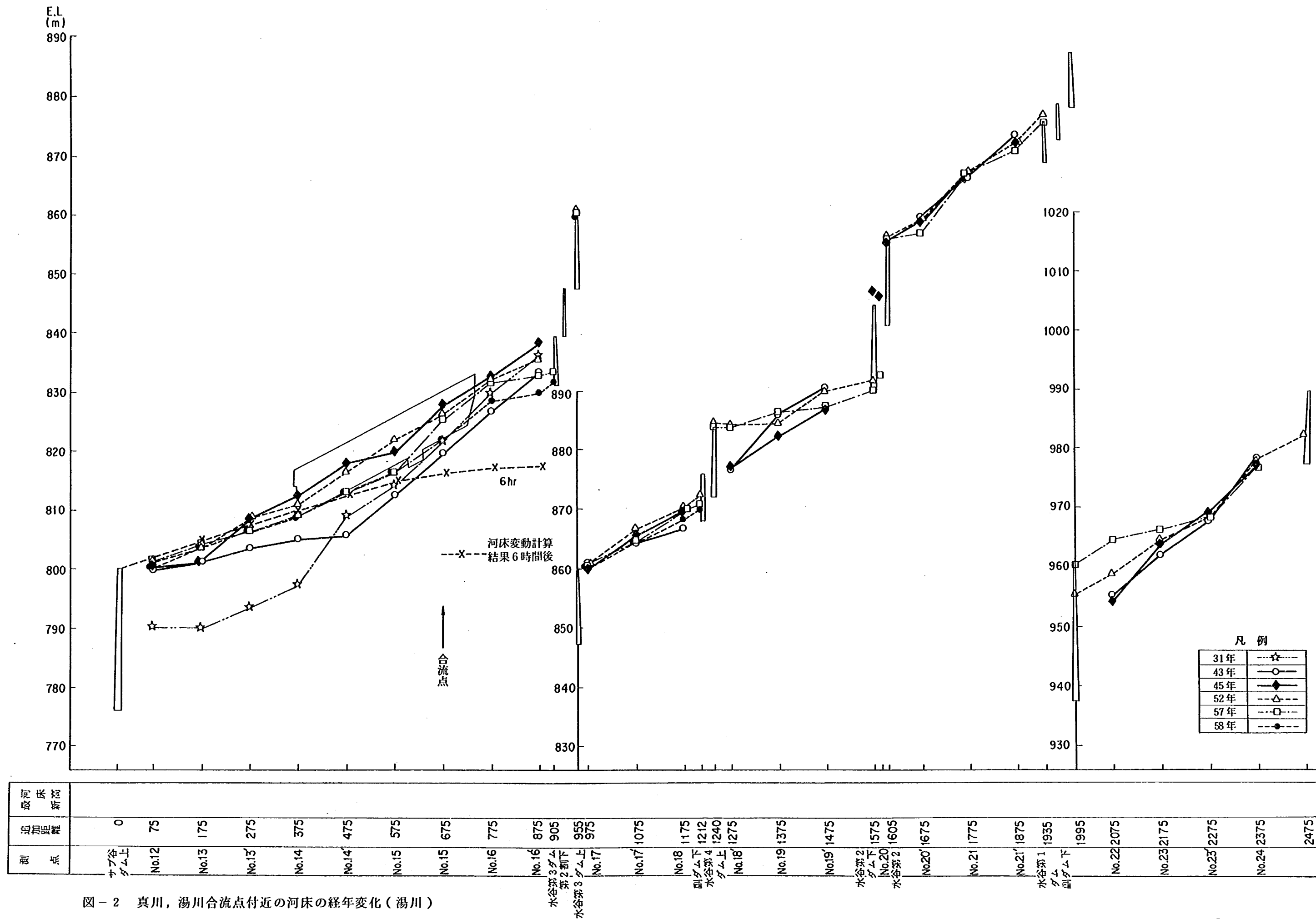


図-2 真川, 湯川合流点付近の河床の経年変化(湯川)

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0



100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0

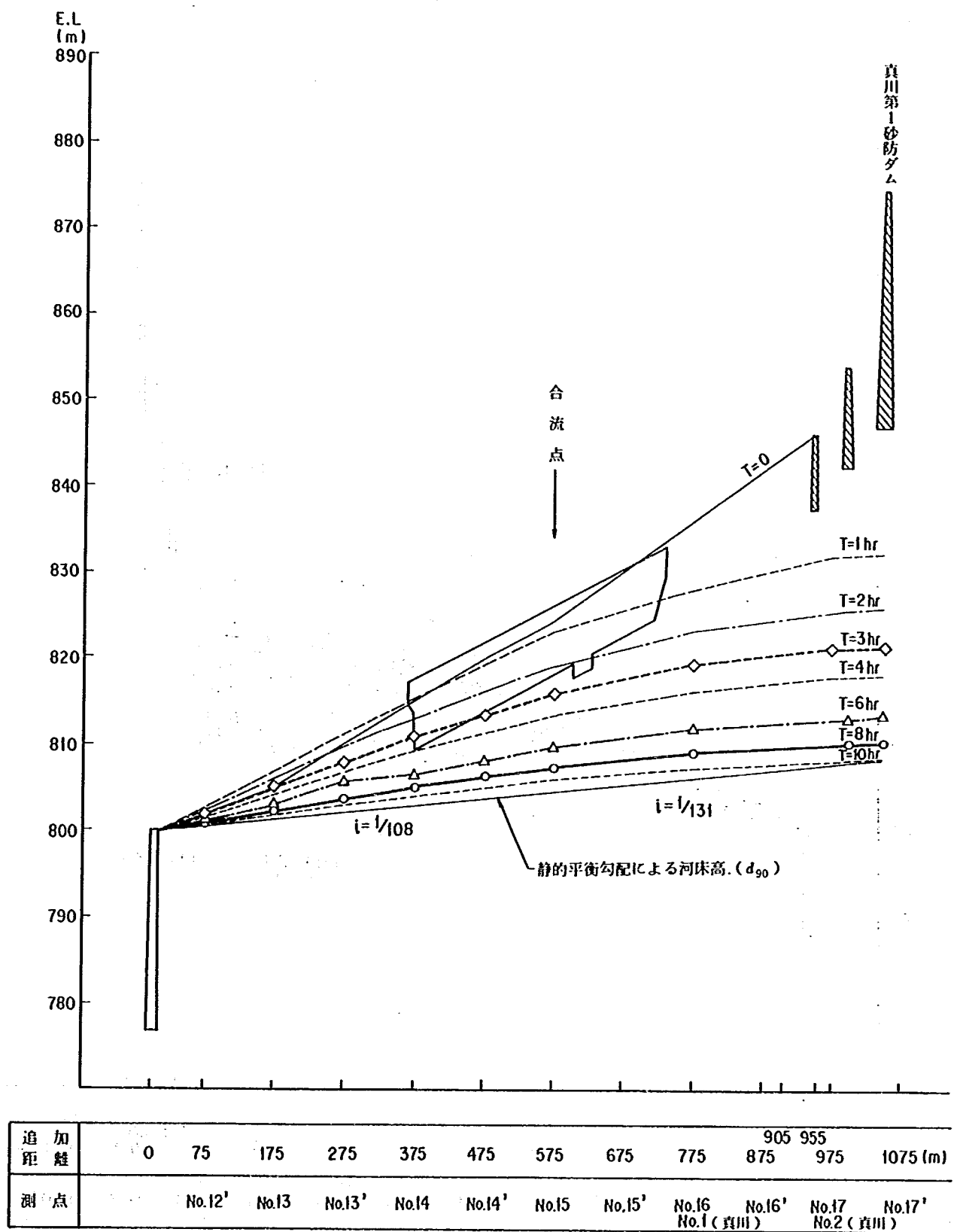
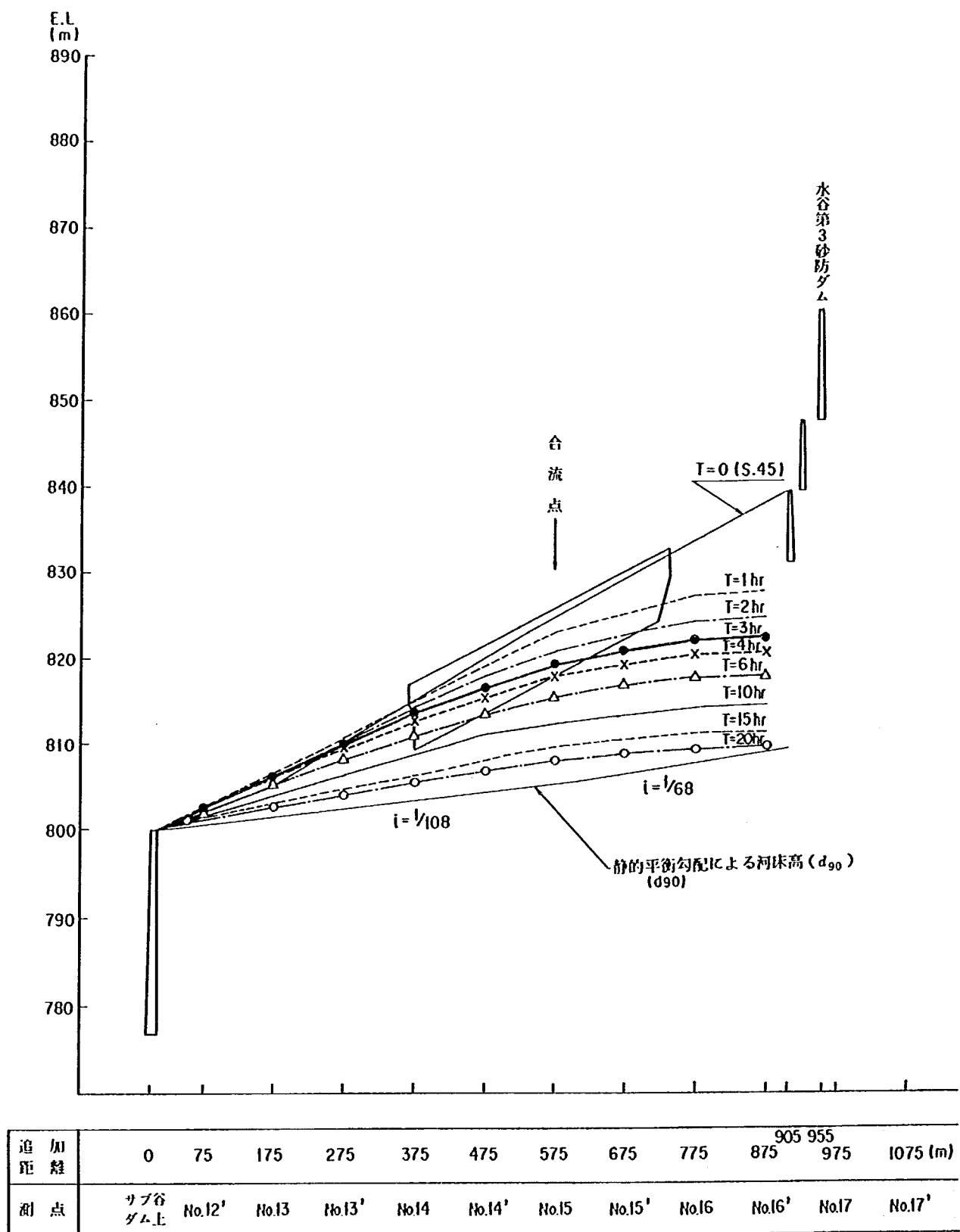
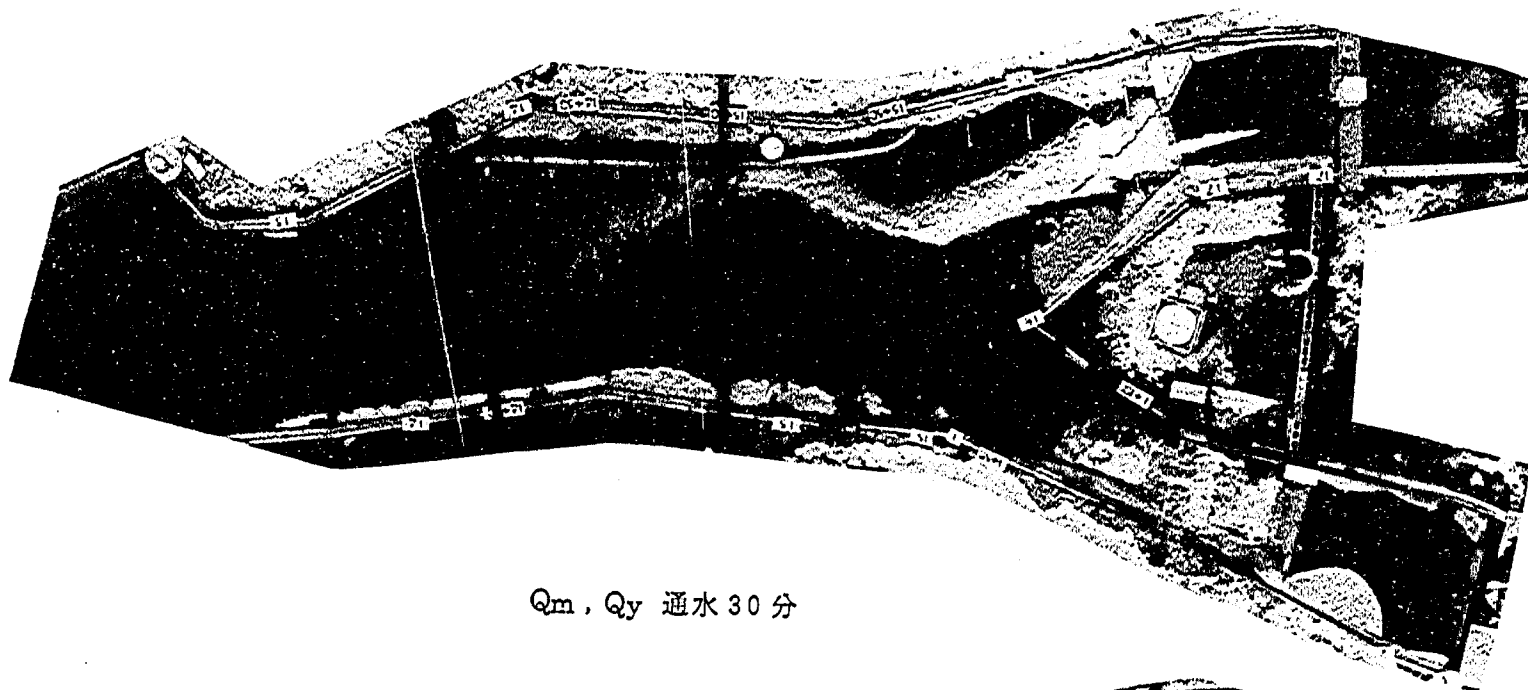


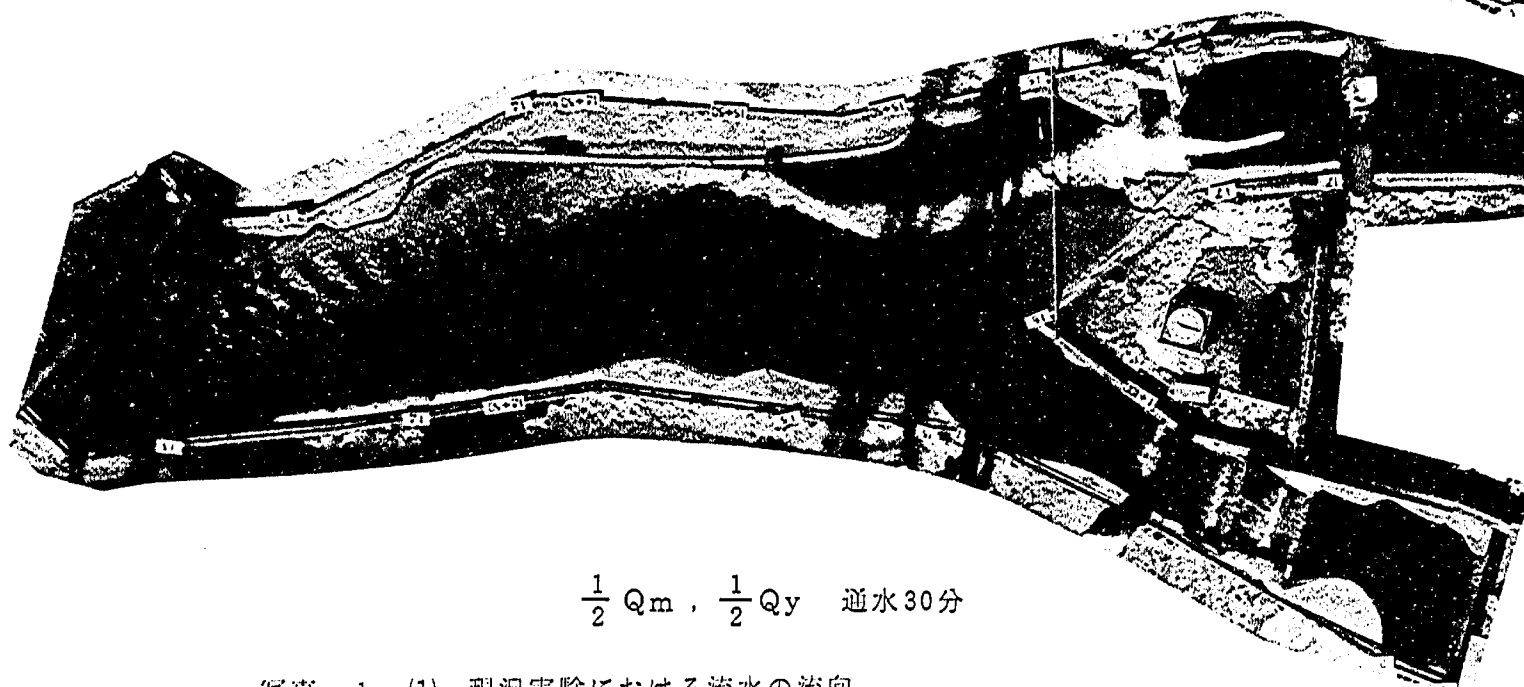
図-3 真川、湯川合流点付近の河床の変動予測 (計画対象流量 真川)



図－4 真川，湯川合流点付近の河床の変動予測（計画対象流量 湯川）

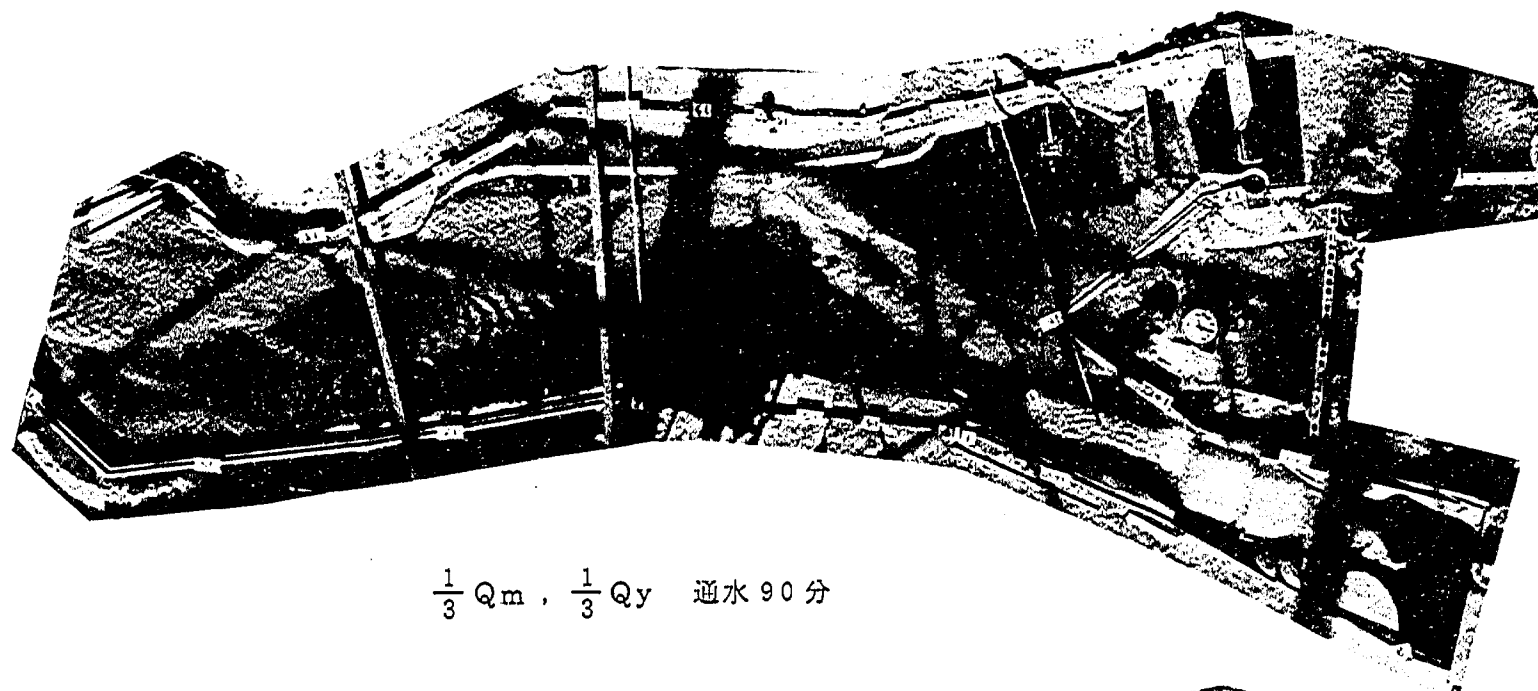


Q_m, Q_y 通水 30 分

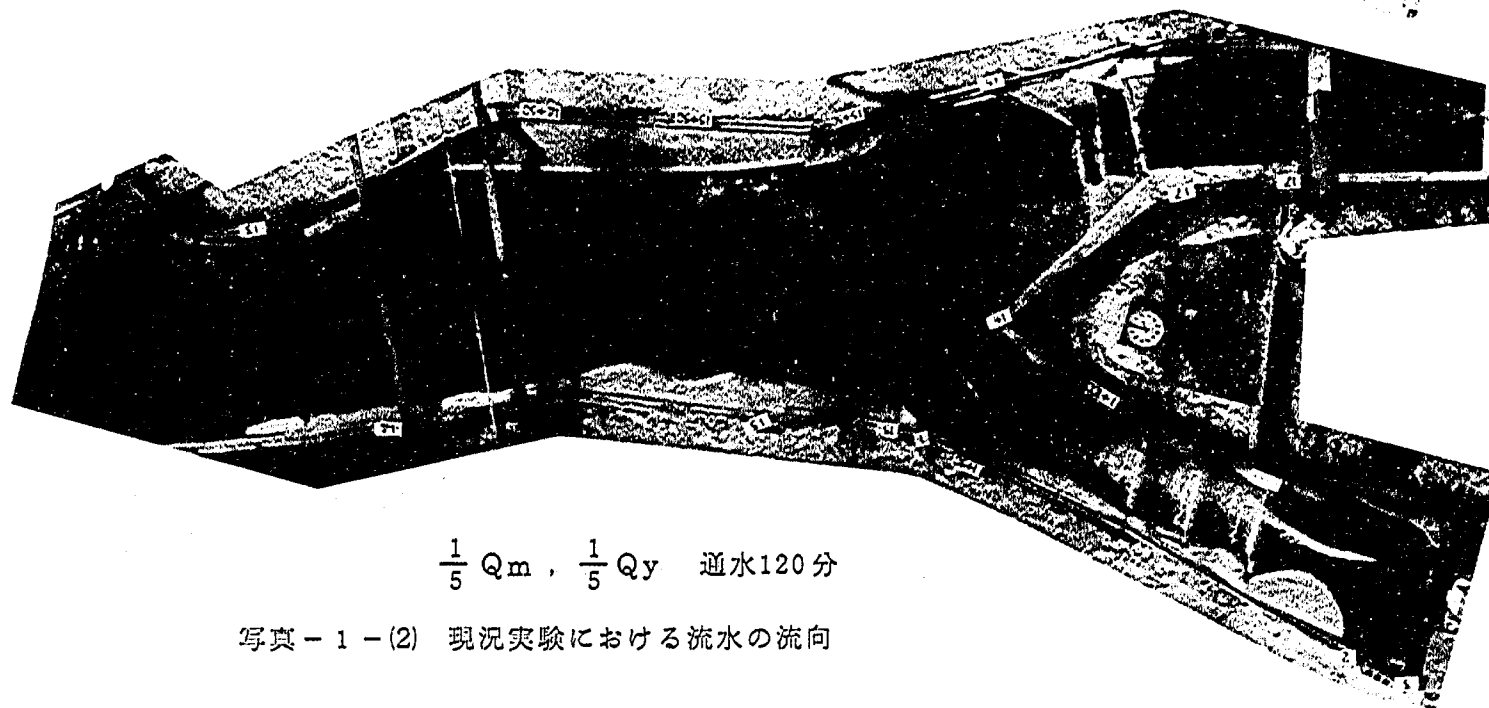


$\frac{1}{2} Q_m, \frac{1}{2} Q_y$ 通水 30 分

写真 - 1 - (1) 現況実験における流水の流向
(Q_m, Q_y はそれぞれ真川, 湯川の計画対象流量である。)



$\frac{1}{3} Q_m, \frac{1}{3} Q_y$ 通水 90 分



$\frac{1}{5} Q_m, \frac{1}{5} Q_y$ 通水 120 分

写真 - 1 - (2) 現況実験における流水の流向

2. 実験の概要

2.1 実験目的

昭和59年度に行なった既往の河床変動資料の整理及び水理模型実験から、真川、湯川合流点部の右護岸の被災を防ぐためには、護岸の根継ぎ及び真川の流向を制御する延長130mの背割堤が必要であることがわかった。しかし、延長130mの背割堤を短期間に建設することは困難であり、当面は最も効果の大きい位置に必要な最小限の長さを施工し、必要に応じてそれを延長することが得策と考えられた。

本実験は、真川の流向をある程度制御できる最小限の背割堤の位置、長さ、方向、設置高等の設計諸元を求めることを目的として、行なったものである。

2.2 模型の概要

模型の取り入れ範囲は、真川、湯川合流点部の河床の変動状況を把握するのに必要なものと考え、図-5に示すように上流端を真川筋ではNo.3、湯川筋ではNo.17'とし、下流端をサブ谷砂防ダムまでとした。

模型の縮尺は、鉛直、水平ともに1/70とし、フルード相似則により実験諸量を決定した。表-1に模型諸量の原形に対する縮率を示す。

表-1 諸量の縮率

	諸元	次元	縮尺	
			比	縮尺
幾何学的な量	水平 (X)	L	Xr	1 : 70
	鉛直 (h) (水深・標高)	L	hr	1 : 70
	勾配 (h/X)	—	hr · Xr ⁻¹	1 : 1
	面積 (A)	L ²	hr · Xr	1 : 4,900
	体積 (Vm ³)	L ³	hr · Xr ²	1 : 343,000
流水に関する量	フルード数 (Fr)	—	1	1
	流速 (V)	LT ⁻¹	hr ^{1/2}	1 : 8.3666
	流量 (Q)	L ³ T ⁻¹	Xr · hr ^{3/2}	1 : 40,996
	時間 (T)	T	Xr · hr ^{-1/2}	1 : 8.3666
	圧力の強さ (P)	FL ⁻²	hr	1 : 70
	粗度係数 (n)	L ^{-1/3} T	hr ^{2/3} · Xr ^{-1/2}	1 : 2.03009
	流量係数 (c)	—	1	1
	掃流力 (Z)	FL ⁻²	hr	1 : 70
	エネルギー (E)	FL	hr ⁴	1 : 240,10,000
	運動量 (mV)	FT	hr ^{7/2}	1 : 2869,790

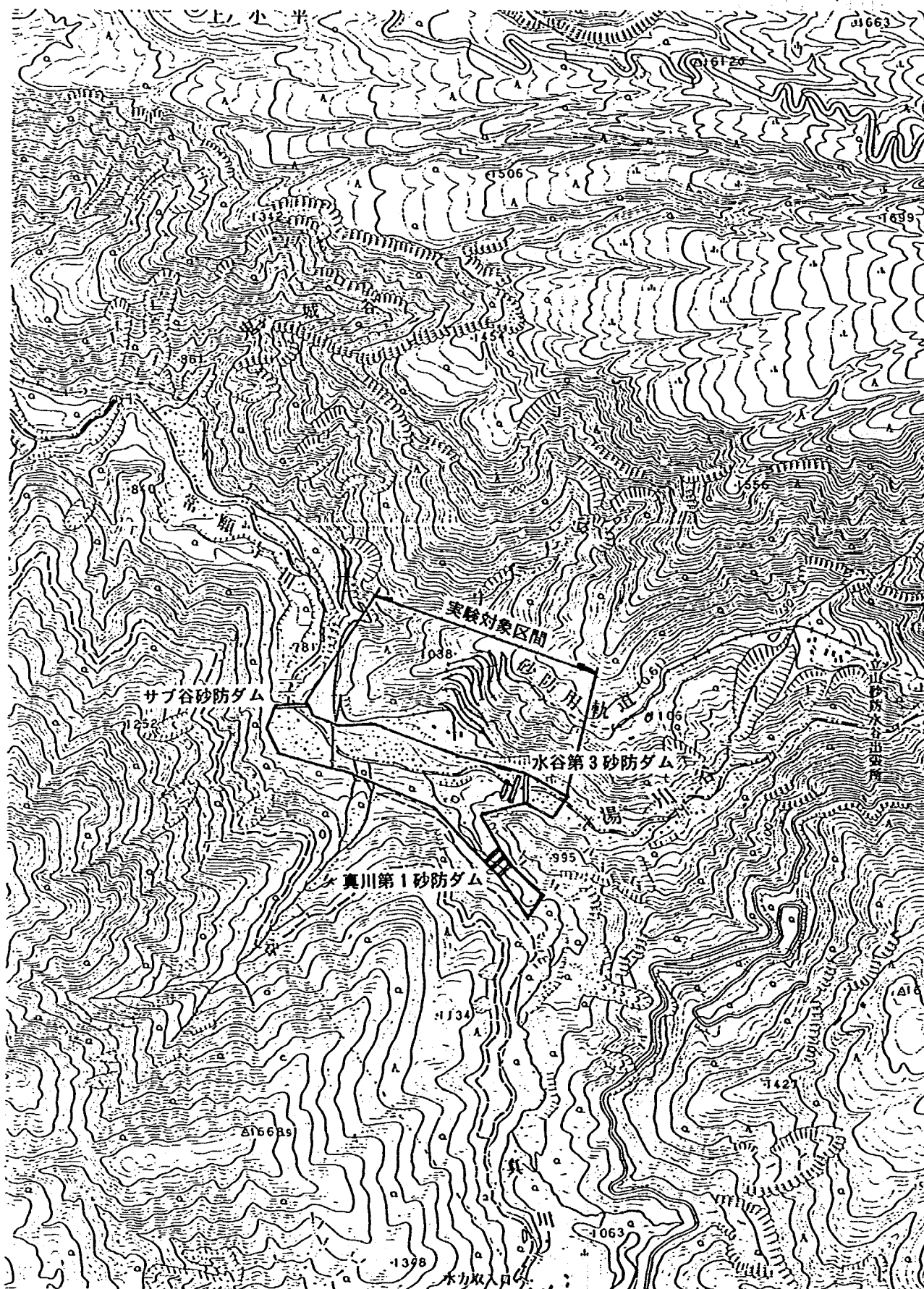
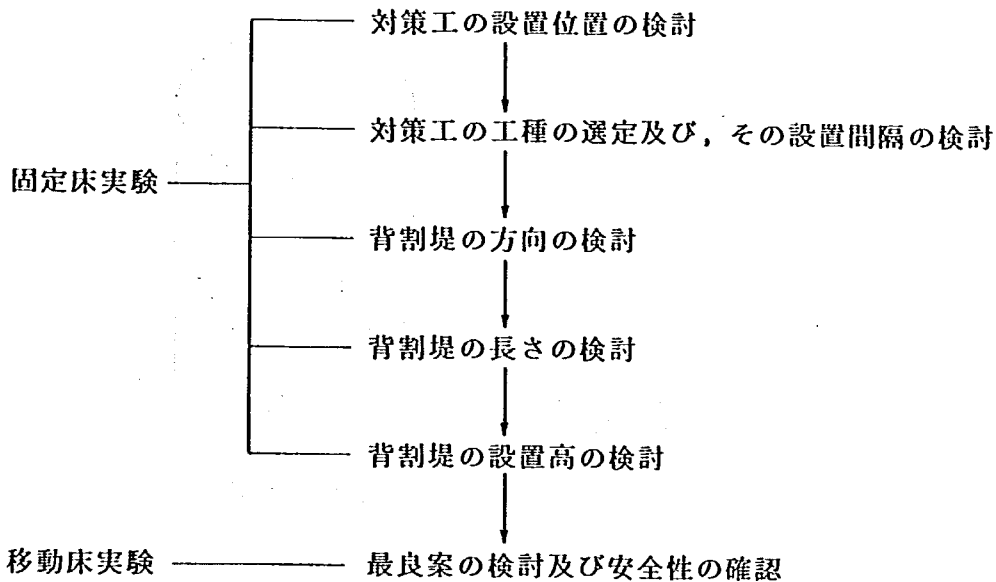


図-5 模型の取り入れ範囲

2.3 実験の手順

背割堤の設計諸元を求める実験は、次の手順で行なった。



(1) 固定床実験

対策工法の検討は、真川、湯川合流点部の河床変動が激しく、1ケース内で数種類の対策工を検討することが困難なため、模型床を現況河道に整形した後に通水を行ない、真川の流水が合流点の右岸側に方向を変え始めた時点で通水を止め、その形状を固定床として行なった。実験は、脚付き平型ブロックとポスト水制の2種類を用いた対策工について実施した。

(2) 移動床実験

固定床実験の結果から選択した工種について、移動床実験を行なってその長さ等の諸元の詳細な検討と安全性の確認を行なった。移動床実験は、現在真川の流路が右護岸の被災部に向いているため、背割堤を設置しても小規模な出水では流水はその流路を流れ、護岸が被災する恐れがある。また、背割堤及び右護岸は計画対象流量時に最も被災しやすいことから、計画対象流量の1/5の流量及び計画対象流量の2種類の流量を用いて行なった。

2.4 対策工の概要

背割堤の構造としては、昭和59年度の実験結果より真川、湯川合流点で予想される大幅な河床変動にも追従できる脚付き平型ブロックと、立山砂防工事事務所から提案された同河川の他の箇所で行われているポスト水制の2種類について検討を行なった。

実験に用いた脚付き平型ブロック及びポスト水制を、図-6に示す。

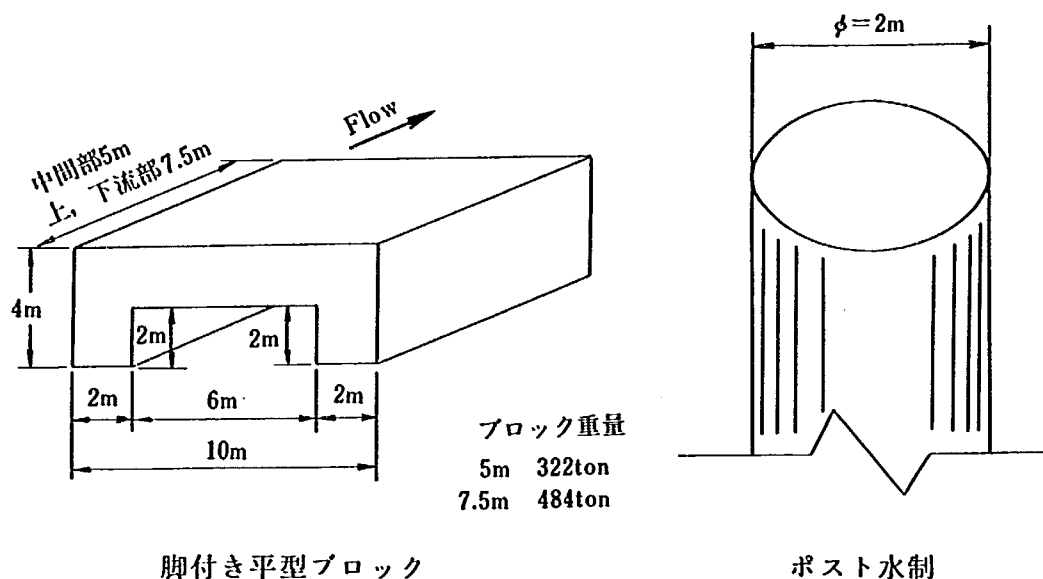


図-6 脚付き平型ブロック及びポスト水制の概要

2.5 実験条件

実験の条件と内容を表-2に示す。

(1) 流量及び実験時間

流量は、建設省立山砂防工事事務所から提示された真川 (Q_m) と、湯川 (Q_y) の100年確立の計画対象流量である $Q_m = 1451 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $Q_y = 507.6 \text{ m}^3/\text{s}$ をもとに、各実験ケースの目的に合わせ、 Q_m 、 Q_y 、 $1/2 Q_m$ 、 $1/2 Q_y$ 、 $1/5 Q_m$ 、 $1/5 Q_y$ をそれぞれ定流で与えた。

実験時間は、固定床実験では、1時間、移動床実験では、各流量で河床変動の傾向が十分把握できる時間を考慮して、流量が $1/5 Q$ では2時間、 Q では30分とした。

(2) 河床材料

実験に使用した河床材料の粒度分布図を図-7に示す。平均粒径 (dm) は 2.69 mm (原形値で 188 mm) である。

2.6 測定方法

(1) 流況観察測定

実験中に表われる河床変動、局所洗掘、越水、水衝部及び流速等について観察、測定を行ない、特徴的な現象をカメラで撮影した。

(2) 水位及び河床変動高測定

各測線ごとに縦、横断測量を行ない、通水中の水位及び河床高を測定した。

(3) 流向測定

模型上流端より水性ペイントを流下させ、流水の流向や河床の平面変動の状態を写真撮影した。

(4) 流速測定

プロペラ流速計を用いて、横断測線、護岸沿い及び水衝部における流速を測定した。

(5) 河床高測定

通水終了後に、各測線ごとに横断測量を行ない、河床高、砂堆等の形状を測定した。

表-2 ケース一覧表

ケースNo	流 量	実験時間	給 砂	河 床	検 討 内 容
1	1/5 Q	1.0 hr	無	固 定 床	背割堤の諸元を求める。
2	1/2 Q	1.0 hr	無	固 定 床	
3	Q	1.0 hr	無	固 定 床	
4	1/5 Q	2.0 hr	無	移 動 床	対策工の検討及び、安全性の確認
5	Q	0.5 hr	無	移 動 床	

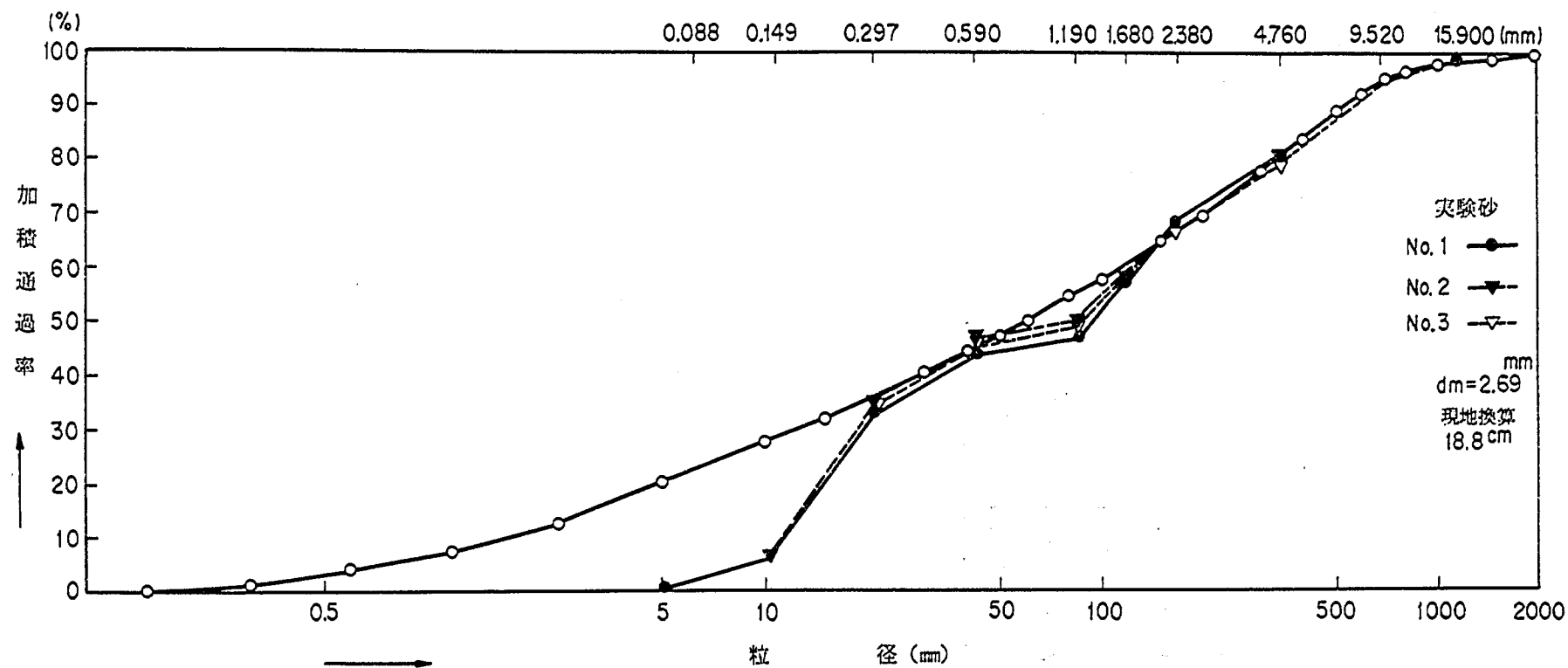


図-7 実験に使用した河床材料の粒度分布曲線

3. 固定床実験の結果 （対策工の設計諸元の検討）

3.1 対策工の設置位置の検討

対策工の設置位置は、固定床実験の結果から昭和59年度の設置位置より真川側に寄せた位置とした方が、右護岸沿いの水深及び流速は低下することがわかった。しかし、それに伴って対策工は真川の流水の直撃を受けるため、対策工沿いの水深及び流速も大きくなり、昭和59年度の実験結果と同様に対策工は破壊されてしまうことが予想された。以上のことから、対策工の設置位置は真川の流向を制御でき、かつ対策工近傍の流速及び水深が極端に大きくない、図-8に示す位置とした。

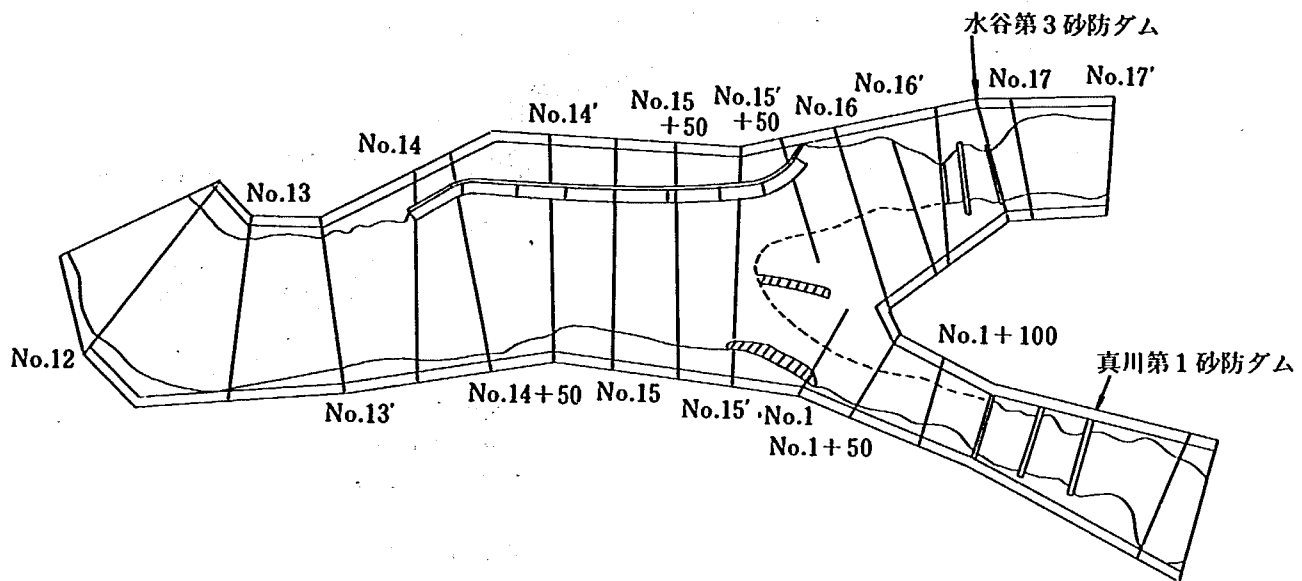


図-8 対策工の設置位置

3.2 対策工の工種の選定及び、その設置間隔の検討

はじめに、真川の流向を効果的に制御できる対策工を検討した。対策工は、昭和59年度の実験結果から得られた脚付き平型ブロック及び、立山砂防工事事務所から提案されたポスト水制を列状に設置した構造とし、ブロック及びポストの間隔を変化させ、真川の流向と護岸沿いの流速の変化を調べた。

脚付き平型ブロックでは、ブロック間隔を2m、5m、10mに、ポスト水制では、ポストの間隔を2m、3m、4m、の3種類に変化させて、真川の流向制御の効果及び護岸沿いの流速の変化を調べた。

脚付き平型ブロック及びポスト水制を設置した場合の真川の流向の変化を図-9、10に、護岸沿いの流速の変化を図-11に示す。

図-9より、脚付き平型ブロックを設置した場合は真川の流水が制御され、護岸下流端のNo.14付近に水衝部を形成する。しかし、図-10に示すようにポスト水制を設置した場合は、真川の流向が制御されず被災部であるNo.15'+50付近に水衝部を形成していることがわかる。また、図-11

から護岸沿いの流速の変化を見ると、無施設に比べて、脚付き平型ブロックではブロック間隔が2 mの場合は約2 m/s、5 mの場合では0.5 m/s 低下し、10 mの場合では無施設の場合と同程度の流速になっている。

ポスト水制では、ポストの間隔が2 mの場合は0.7 m/s 程度低下するが、ポストの間隔が3 m及び4 mになると無施設の場合と同程度の流速になり効果が少ないことがわかる。

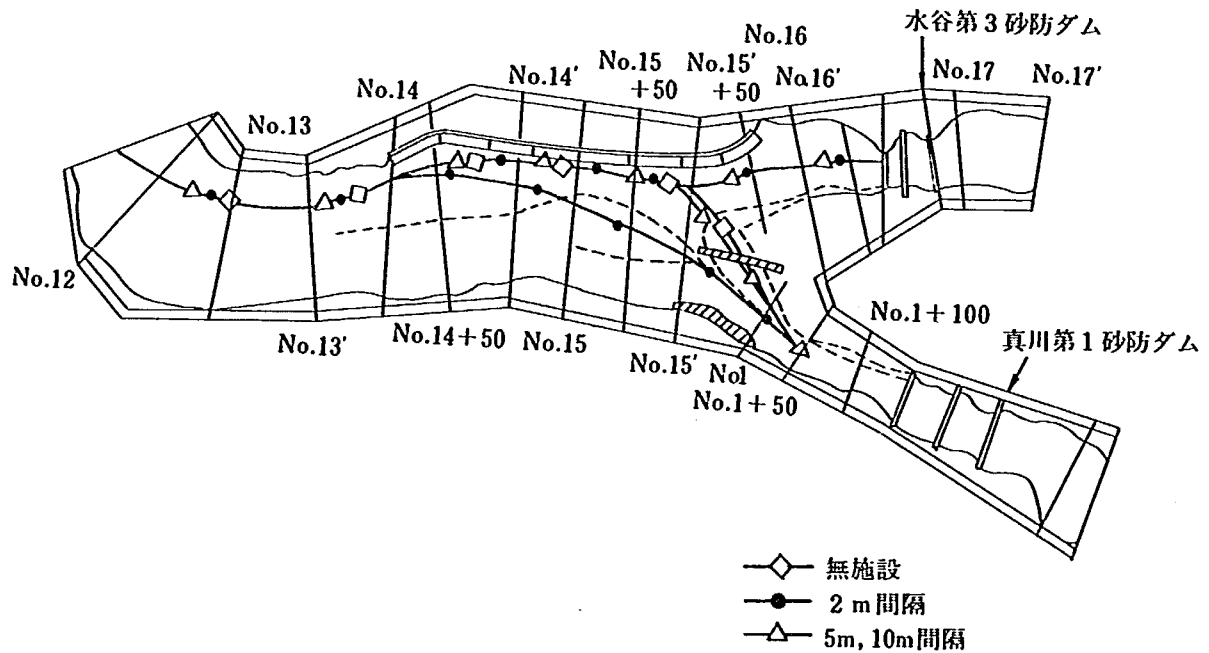


図-9 ブロック間隔による流向の変化(計画対象流量)

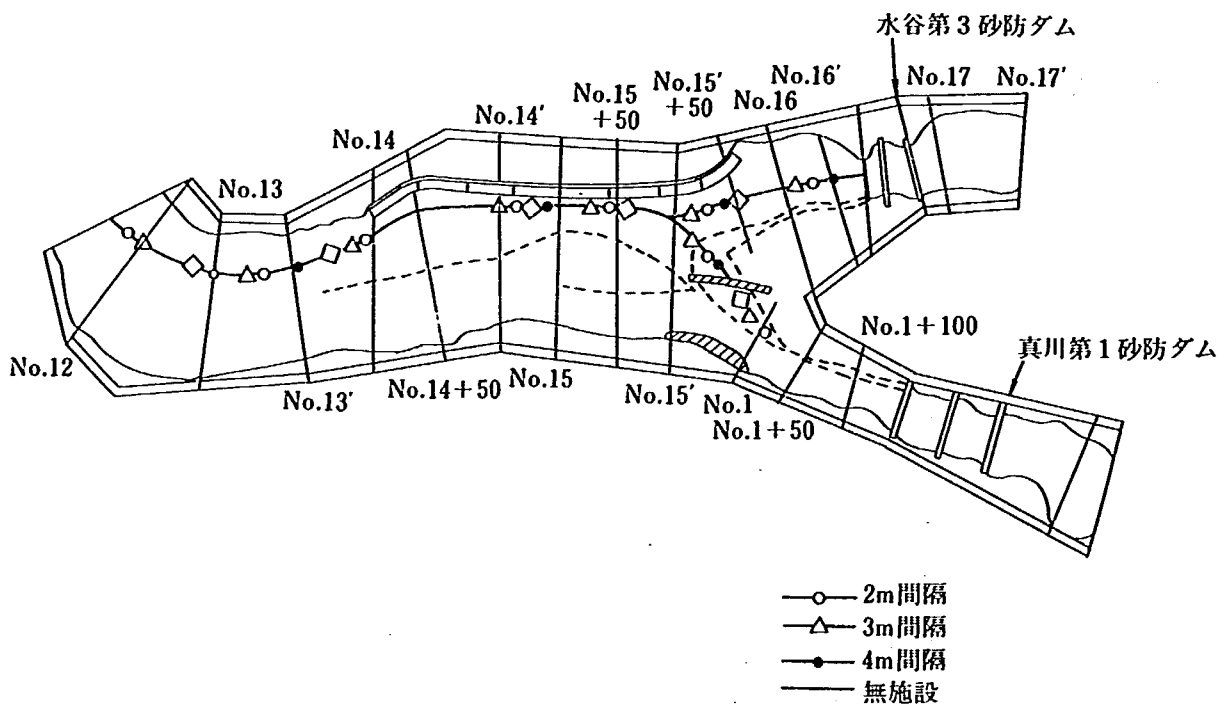


図-10 ポスト水制の間隔による流向の変化(計画対象流量)

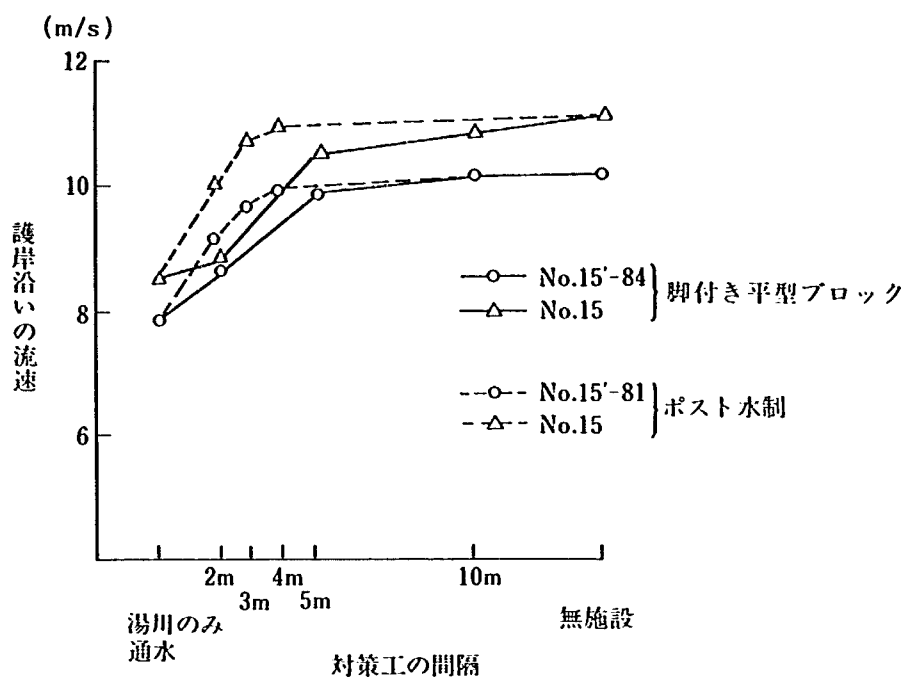


図-11 対策工間隔と護岸沿いの流速の変化(計画対象流量)

これは、写真-2に示すように脚付き平型ブロックに比べてポスト水制の形状が円形のため、真川の流水がポストとポストの間を抜けやすく、流向制御の効果が少ないためであると思われる。

以上の結果から、真川の流向を制御する効果は脚付き平型ブロックの方が大きく、背割堤の構造は脚付き平型ブロックを2m間隔で設置することが最も効果的と考えられる。



写真-2 ポスト水制による真川の流向制御状況

3.3 背割堤の方向の検討

背割堤の設置位置は、昭和59年度の実験結果から図-8に示す位置とした。次に、背割堤の方向を検討するために、昭和59年度に行なった実験の背割堤の方向を 0° として、図-12に示すようにそれから左右に 10° ずつ方向を変えた場合の三種類について実験を行なった。ここで、右への変化は $+$ 、左への変化は $-$ を付けて示す。背割堤の方向を変えた場合の真川の流向の変化を図-13に、護岸沿いの水位の変化を図-14に、背割堤沿いの水深の変化を図-15に示す。

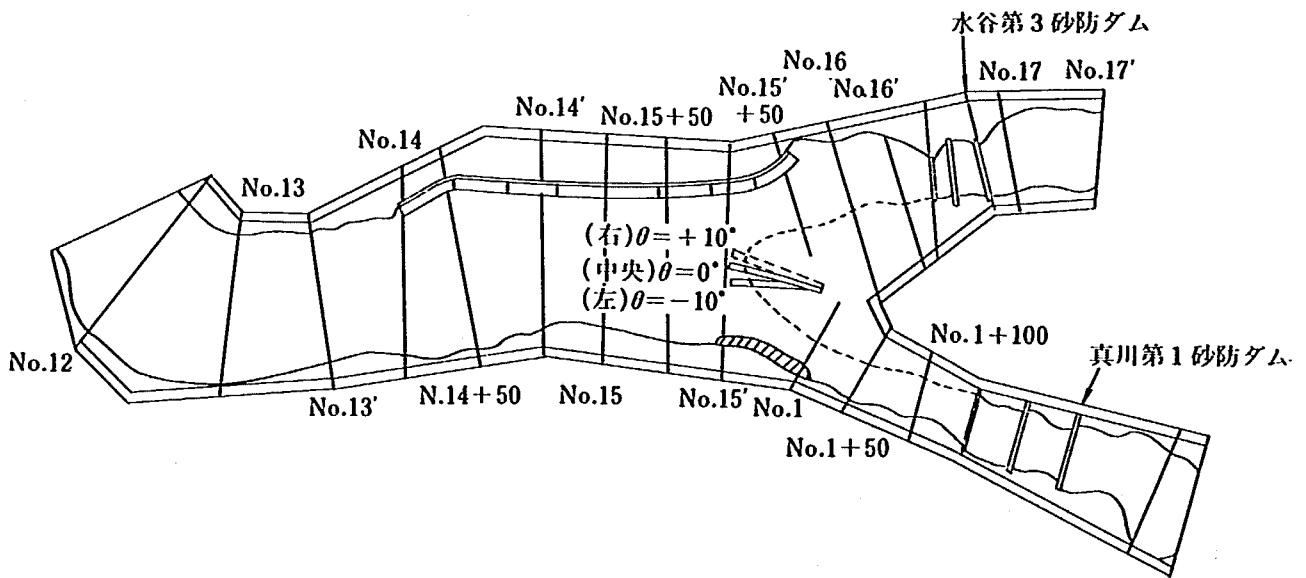


図-12 背割堤の方向の検討

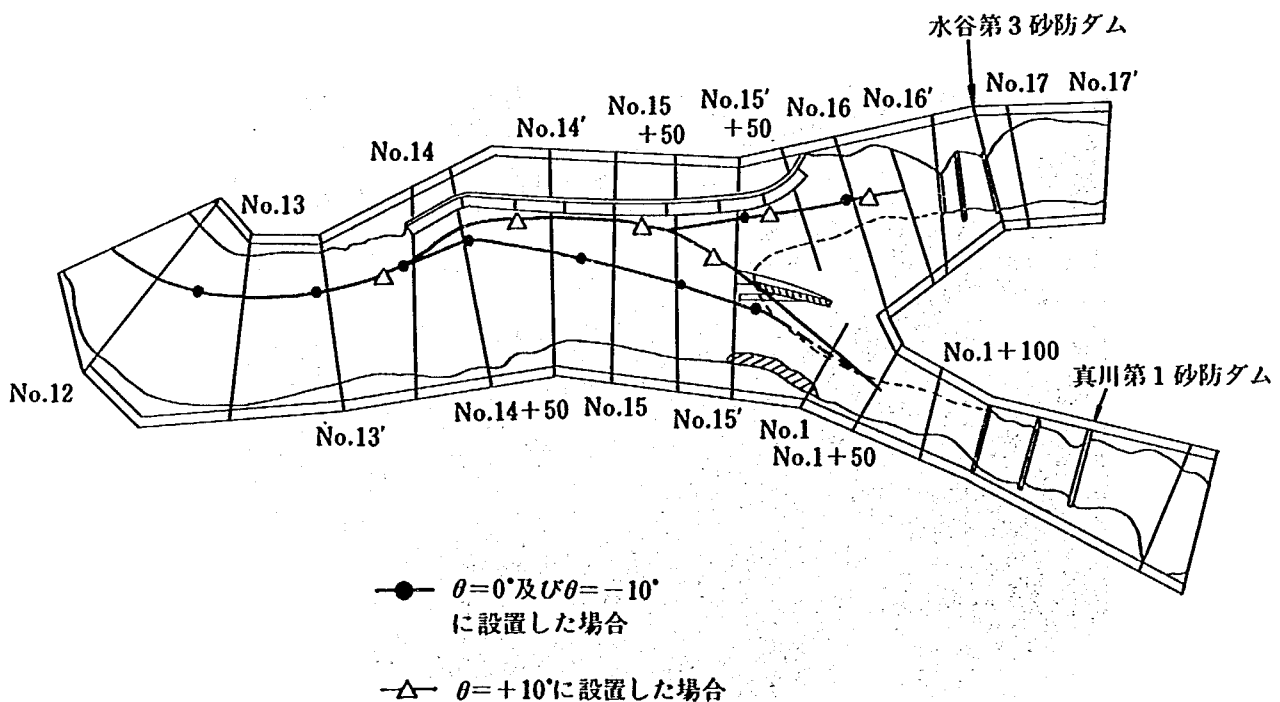


図-13 背割堤の方向の変化による真川の流向の変化

図-13より、背割堤の方向が真川の流向に与える影響を見ると、背割堤を 0° 及び左岸に 10° 振って設置した場合は、真川の流水による水衝部はNo.14 付近となり、流向が制御されている。しかし、右岸側に 10° 振って設置した場合は、真川の流水は護岸の被災箇所であるNo.15+50 m 地点に衝突し、その流向はほぼ無施設と差がない。図-14より護岸沿いの水位の変化を見ると、左岸側に 10° 振って設置した場合が最も水位は低い、 0° の場合もほぼ同様となっている。右岸側に 10° 振って設置した場合では、護岸被災部で約2mも水位が高い。また、図-15より背割堤沿いの水深の変化を見ると、左岸側に 10° 振った場合が最も大きく、 0° 及び右岸側へ 10° 振るにつれ小さくなっている。

以上の結果から、真川の流向制御の効果及び護岸沿いの水位は、 0° 及び左岸側へ 10° 振った場合でもあまり大きな変化がなく、また、背割堤自身の被災を防ぐためにも背割堤沿いの水深は小さいほうが望ましいので、昭和59年度の実験結果と同じ方向である 0° に設置することとした。

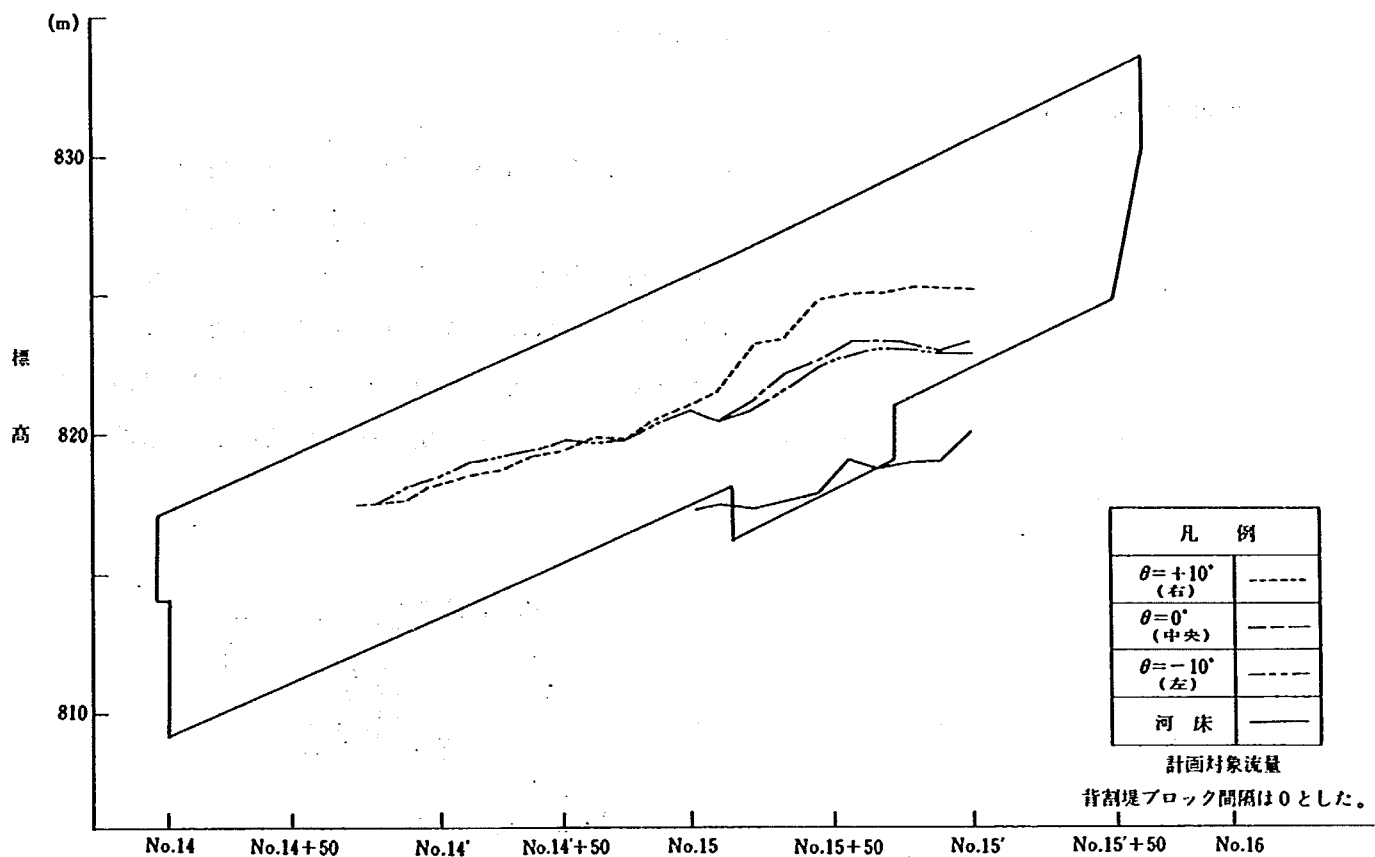


図-14 背割堤の方向による護岸沿いの水位の変化

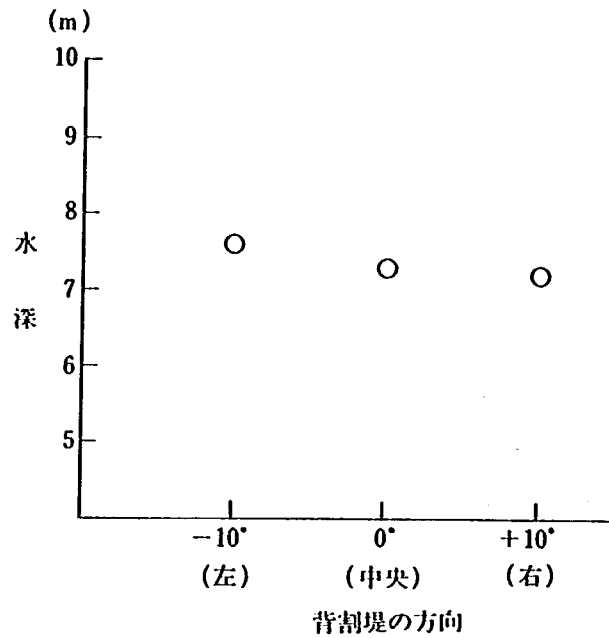


図 - 15 背割堤沿いの水深

3.4 背割堤の長さの検討

背割堤の長さの検討は、真川の現況河道から考えると、この流路を遮断するように背割堤を設置することが望ましいと思われる。しかし、近い将来発生と思われる小規模な流量である計画対象流量の $1/5$ 流量でも図-16に示すように大きく河岸侵食を受けるため、背割堤を設置してもこの河岸侵食が生じて、真川の流水が背割堤の背後を回り護岸が被災する恐れがある。また、背割堤の上流端に当たった真川の流水がさらにこの侵食を大きくすることが予想されるため、背割堤の上流端を計画対象流量時に侵食される位置までとした。背割堤の長さを変化させた場合の、護岸沿いの流速の変化を図-17, 18に示す。

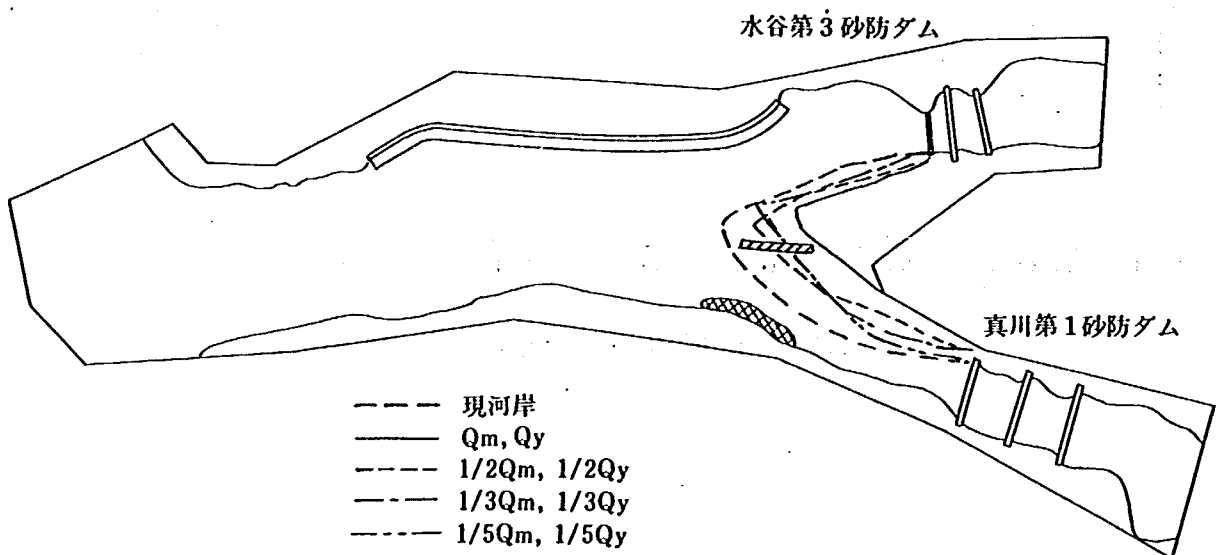


図 - 16 通水後の尾根部河岸の侵食範囲 (現況実験結果)

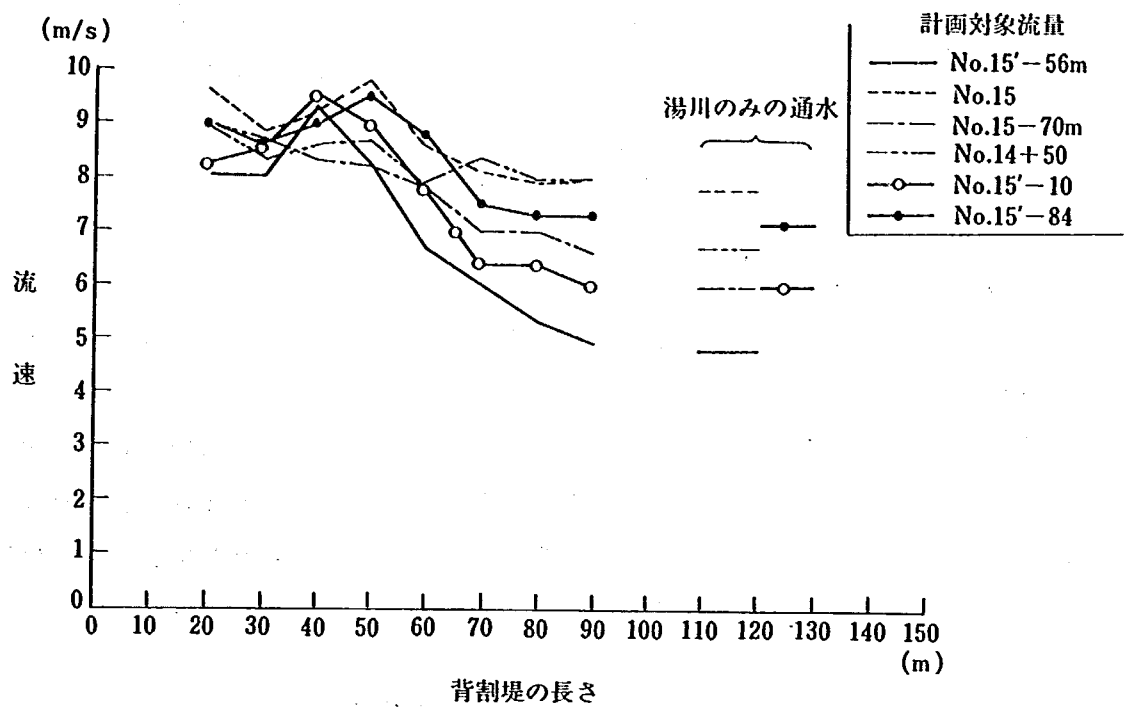


図 - 17 背割堤の延長の変化に伴う護岸沿いの流速の変化

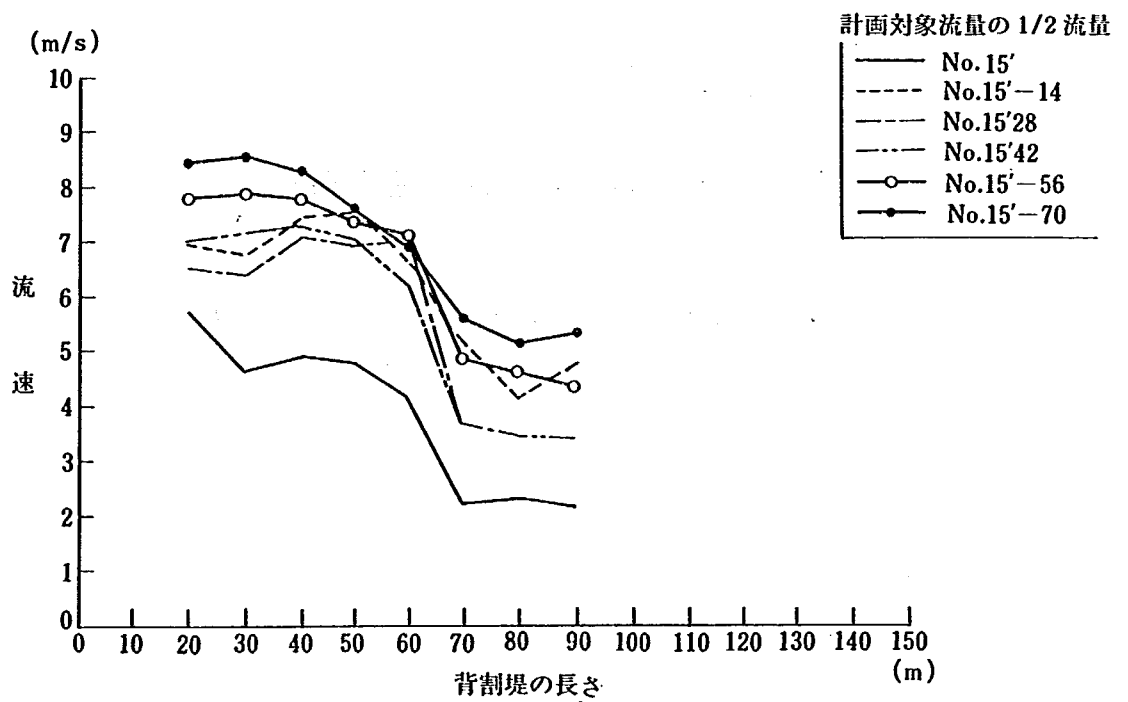


図 - 18 背割堤の延長の変化に伴う護岸沿いの流速の変化

図-17及び18から護岸沿いの流速の変化を見ると、背割堤の延長が20m～70mの間では長くなるにつれて低下するが、それ以降の70m～90mの間ではほとんど変化が見られない。また、背割堤の長さが70mの時と湯川のみ通水を行なった時の護岸沿いの流速を比較しても、ほぼ同様な値となっている。

以上の結果から、背割堤の延長は、最小限70mが必要であると判断される。

3.5 背割堤の設置高の検討

背割堤の設置高を検討するために、昭和59年度の現況河道における実験時の真川筋No 1+50m地点の流量と水深の関係について調べた。(図-19)

図-19から、計画対象流量時の水深は、3.54mと高いが、この流量時はNo 1+50m地点の河床低下が著しく、それに伴い水位も低下し、計画対象流量が発生する頻度も少なく、通常はそれより小さい流量しか流れないと思われる。また、昭和59年度の実験結果も総合して、設置高は現況河床から2m上がった高さをブロック天端高として設置する。

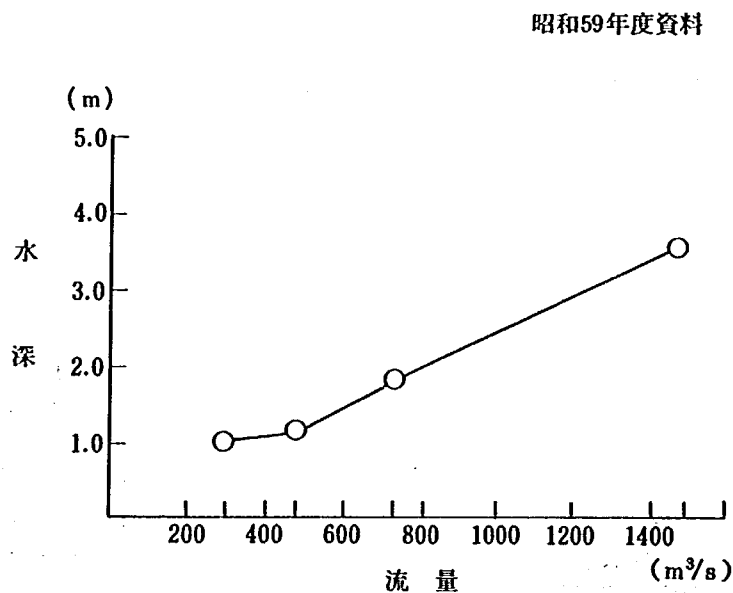


図-19 真川筋No 1+50m地点の流量と水深の関係

4. 移動床実験の結果

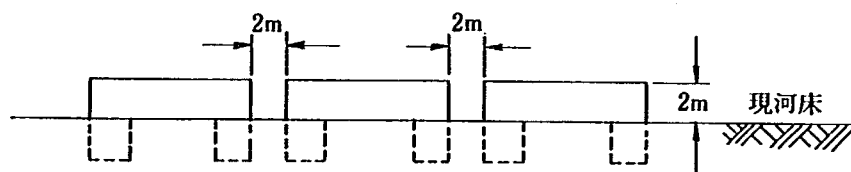
4.1 対策工の諸元

前節までの固定床の実験結果と昭和59年度の結果を総合して、対策工の諸元を以下の様に決定し、移動床の実験で効果及び安全性の確認を行なった。

- ① 対策工の工種は、脚付き平型ブロックを列状に設置した背割堤とする。
- ② 背割堤の設置位置及び方向は、図-20に示すとおりとする。
- ③ 背割堤の長さは、70mとする。
- ④ 背割堤の設置高さは、ブロック天端高を現河床から2m上の高さとする。
- ⑤ ブロックの間隔は、2mとする。
- ⑥ 背割堤の上流端及び下流端に設置するブロックは、昭和59年度の実験結果から真川の流水の影響を強く受け流失する恐れがあるため、重量484tonのブロックを設置する。



背割堤の設置位置平面図



ブロックの設置間隔及び設置高

図-20 背割堤の設置諸元

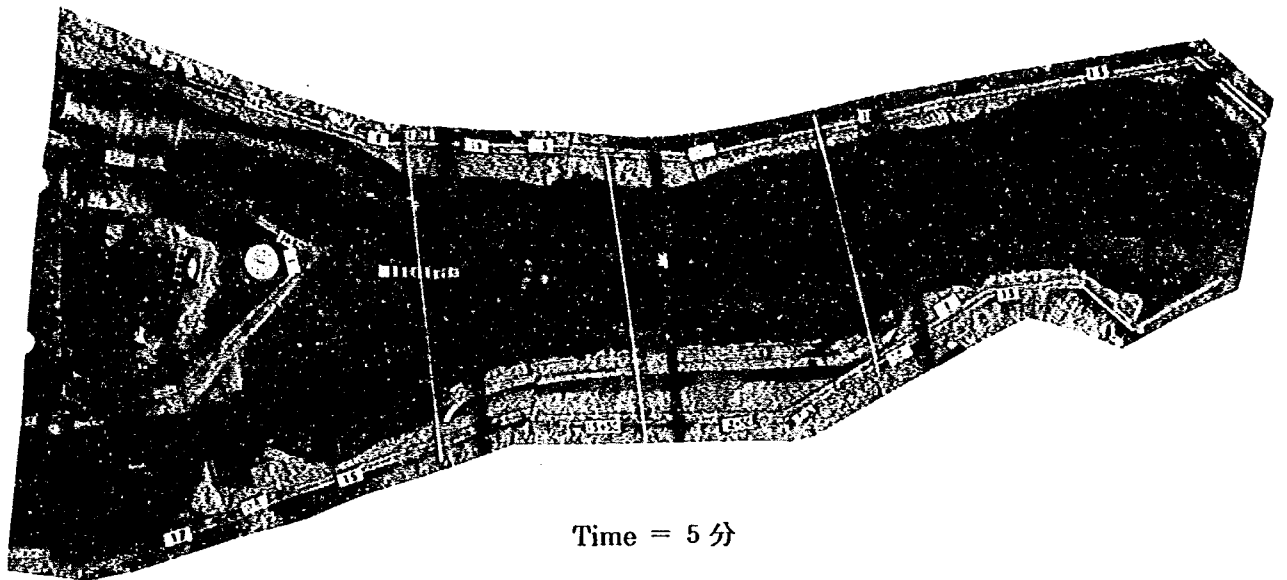
4.2 計画対象流量の 1/5 の流量による実験結果

計画対象流量の 1/5 の流量に対して行なった実験において観察された真川筋の流向変化を写真－3 に、河床横断形状の時間的な変化を図－21 に、護岸沿いの河床高の時間的な変化を図－22 に、通水後の河床の洗掘、堆積状況を図－23 に示す。

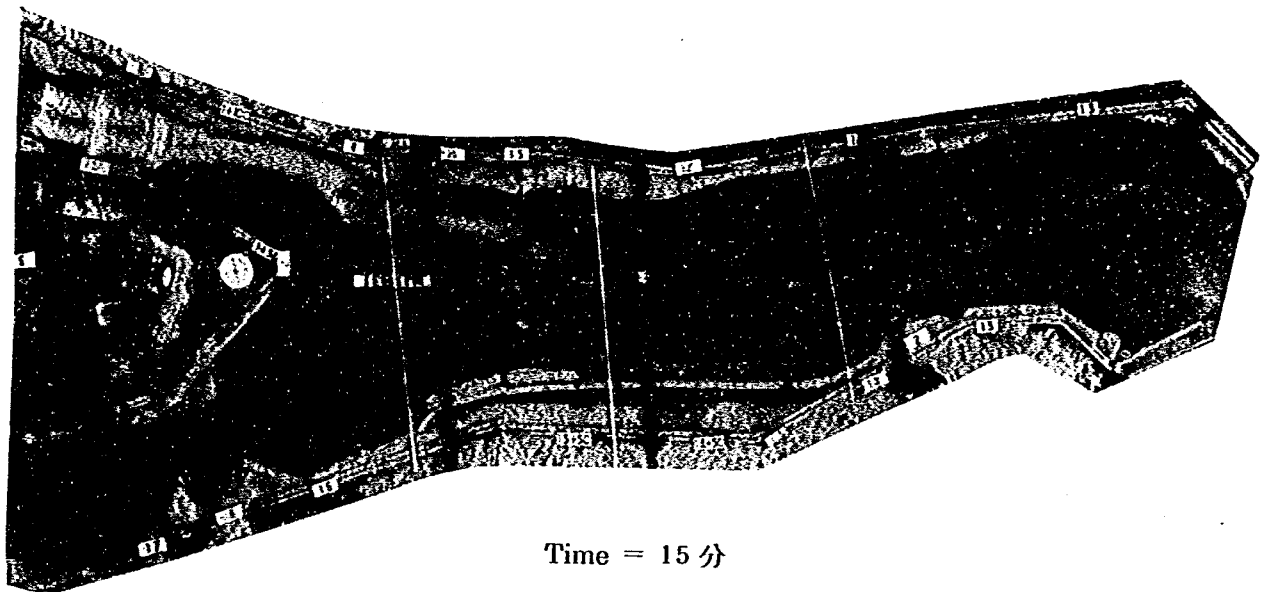
写真－3 で、真川の流向の時間的な変化は、通水開始より 5 分頃までは現況河道にそって流れ、右護岸の Na 15 付近が水衝部となる。その後、真川の流水は背割堤により流向を制御され徐々にその流向を左岸側に変え、通水開始より 15 分では護岸沿いに真川の流水が当たることは無くなる。しかし、30 分頃より真川の流水は河道中央部にある大転石によって左右に二分され、その一方の流れは右護岸の Na 15 付近に衝突する。この状態は、通水開始より 90 分まで続き、その後は背割堤により真川の流向が制御され、その流れは護岸施工部のほぼ全区間で河道中央部を流れるようになる。

次に、図－21、22 より護岸沿いの河床の時間的な変化を見ると、通水開始から 5 分頃までの間は真川の流水が右護岸に当たるが、護岸沿いでは大きな局所洗掘や河床低下が生じていない。しかし、河道中央部の大転石により真川の流水が二分され、その一方が護岸に当たるようになると、水衝部となる Na 15 及び Na 14 + 50 m 付近の河床は急激に下がり始める。その後、背割堤により真川の流水が完全に流向を制御され、河道中央部を流れるようになると、護岸沿いの河床低下の速度は遅くなる。このことから、Na 15～Na 14 + 50 m 区間の護岸沿いの大きな河床低下は、河道中央部にある大転石が背割堤により左岸側へ流向を変えようとしていた真川の流れを、再び右護岸側に向けてするために生じたものと考えられる。これを防止するためには、この大転石を細かく破砕するか移動する必要がある。

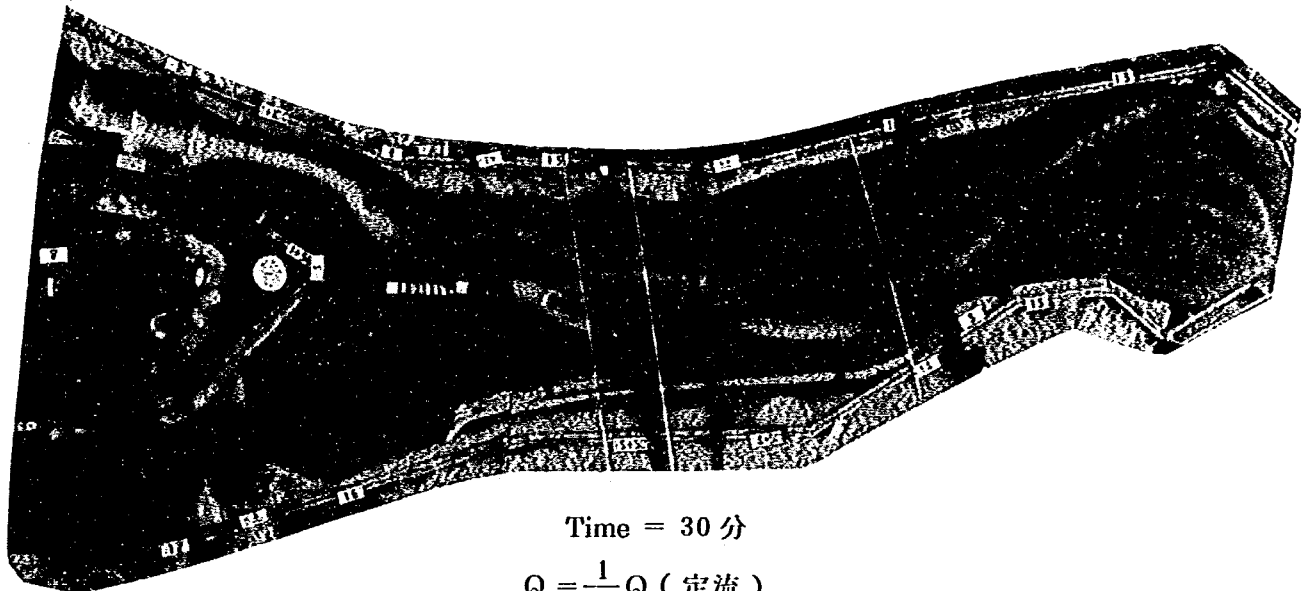
背割堤を構成する脚付き平型ブロックは、写真－4、5 から背割堤設置部の大きな河床変動に追従し、河床低下後も真川の流向制御の効果を十分発揮していると判断される。また、図－21、23 より、河床の横断的な変化は、河道中央部の河床低下が最も大きく、護岸沿いでも極端な河床低下が見られないので、計画対象流量の 1/5 の流量に対してこの背割堤は真川の流向制御の効果を十分発揮していると考えられる。



Time = 5 分



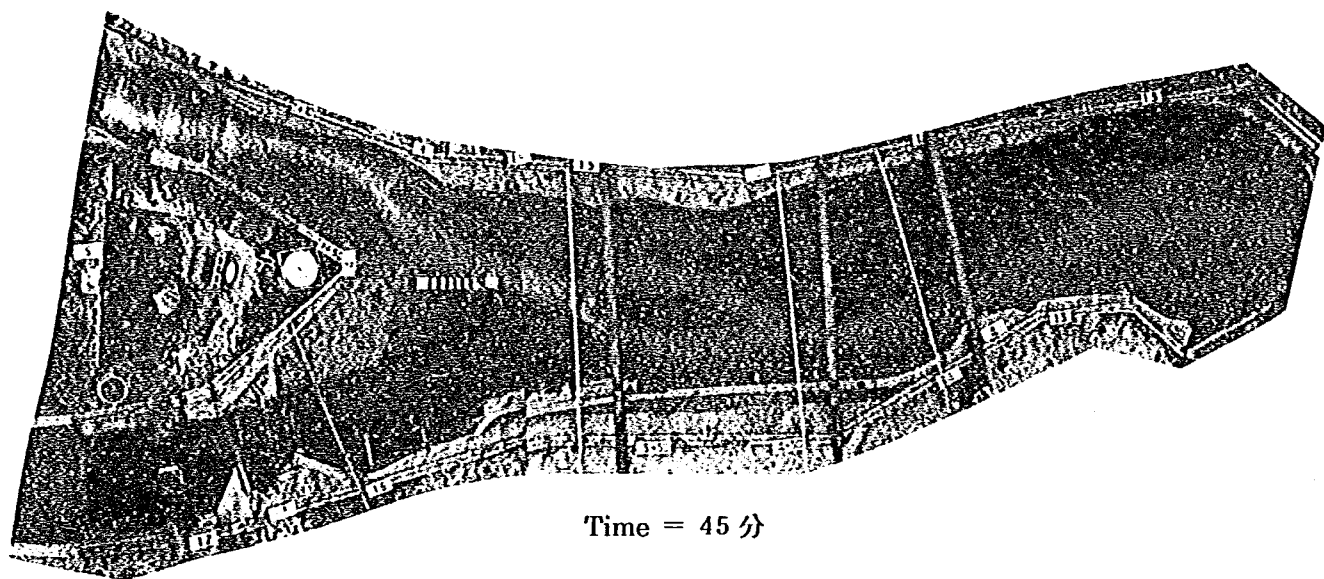
Time = 15 分



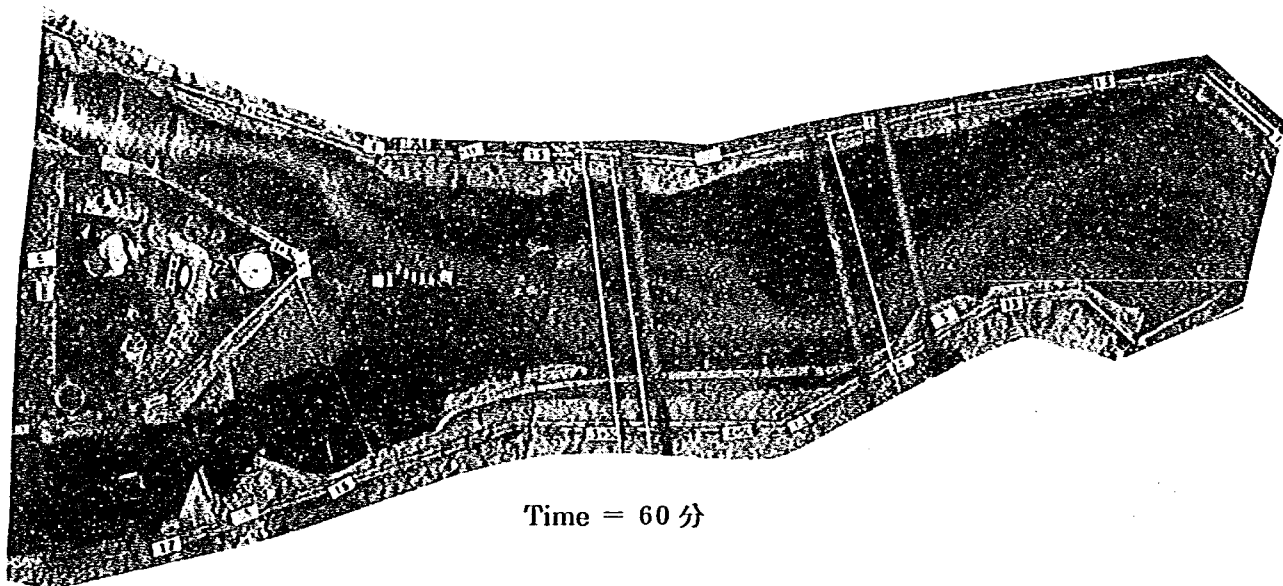
Time = 30 分

$$Q = \frac{1}{5} Q \text{ (定流)}$$

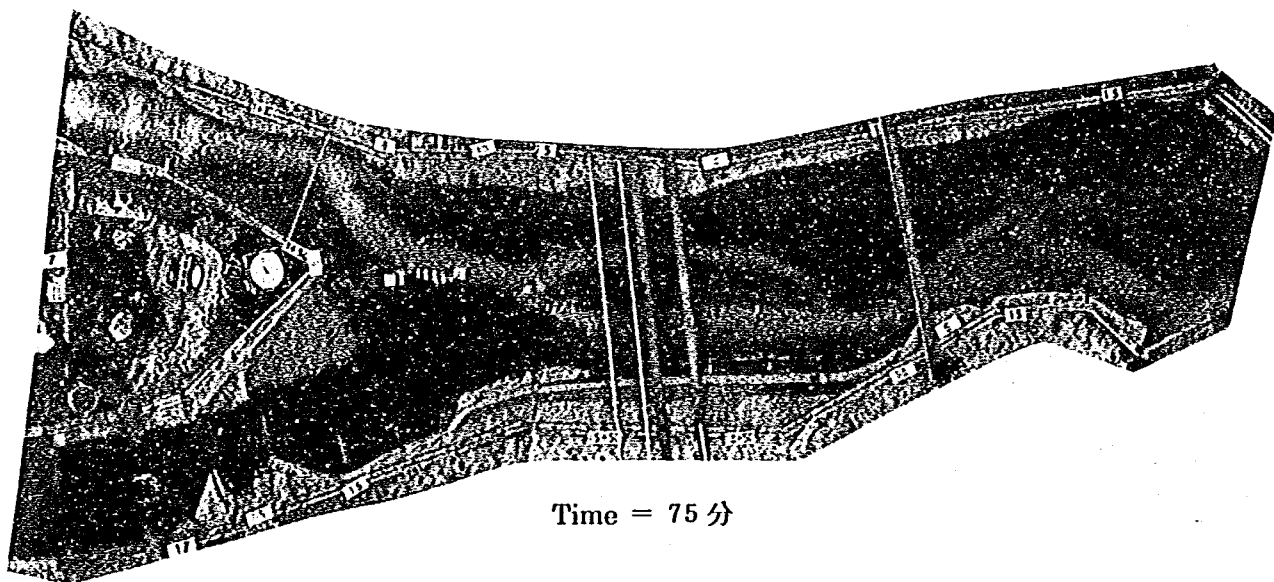
写真 - 3 - (1) 背割堤 (延長 70 m) 設置後の流況状況



Time = 45 分

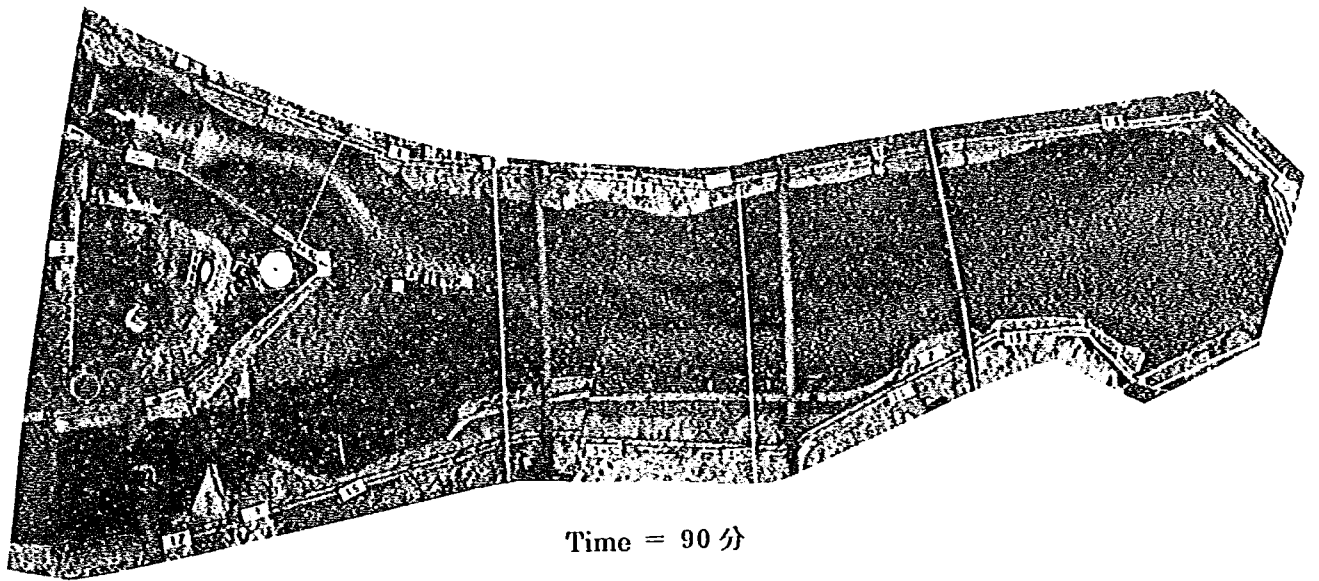


Time = 60 分

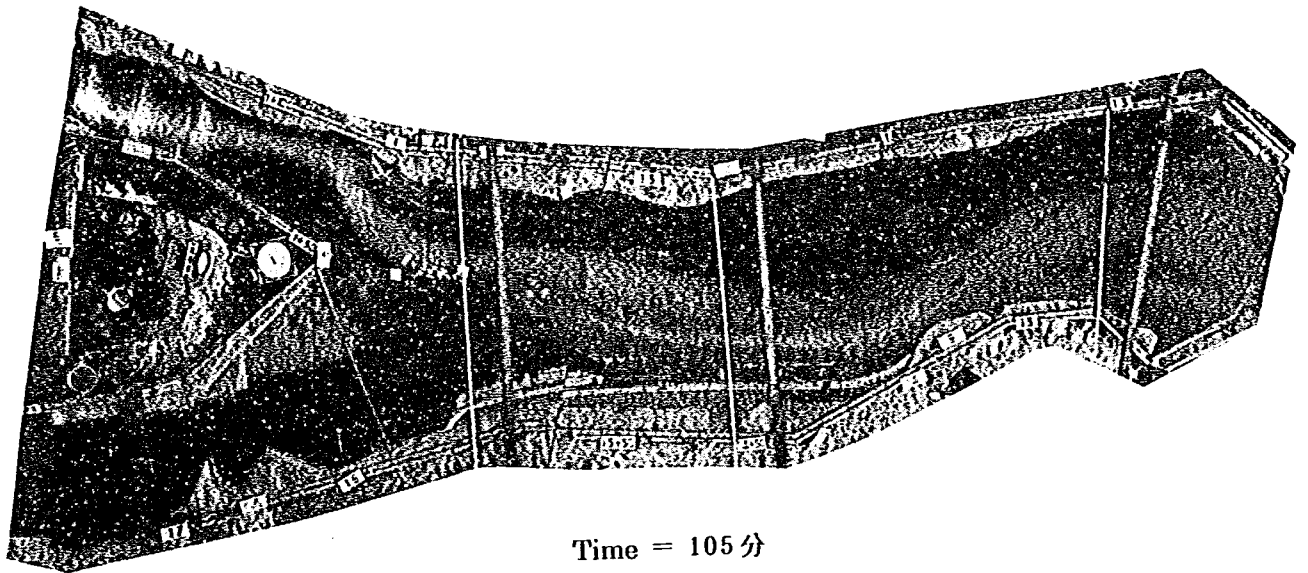


Time = 75 分

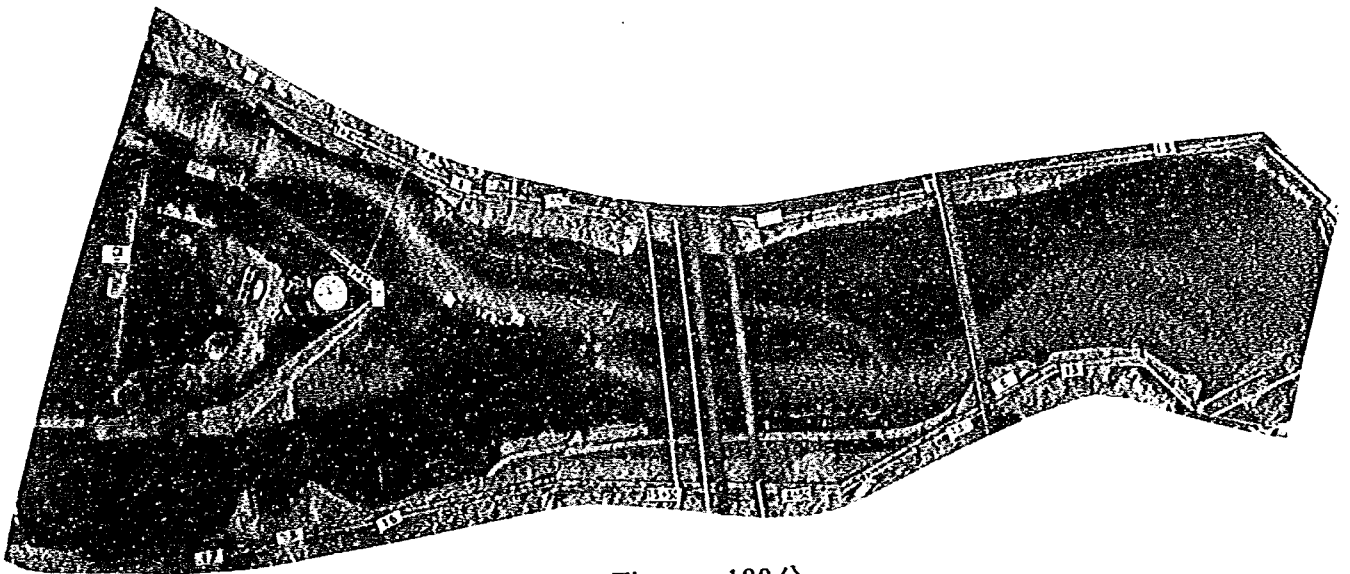
写真-3-(2) 背割堤(延長70 m)設置後の流況状況



Time = 90 分



Time = 105 分



Time = 120 分

写真 - 3 - (3) 背割堤 (延長 70 m) 設置後の流況状況

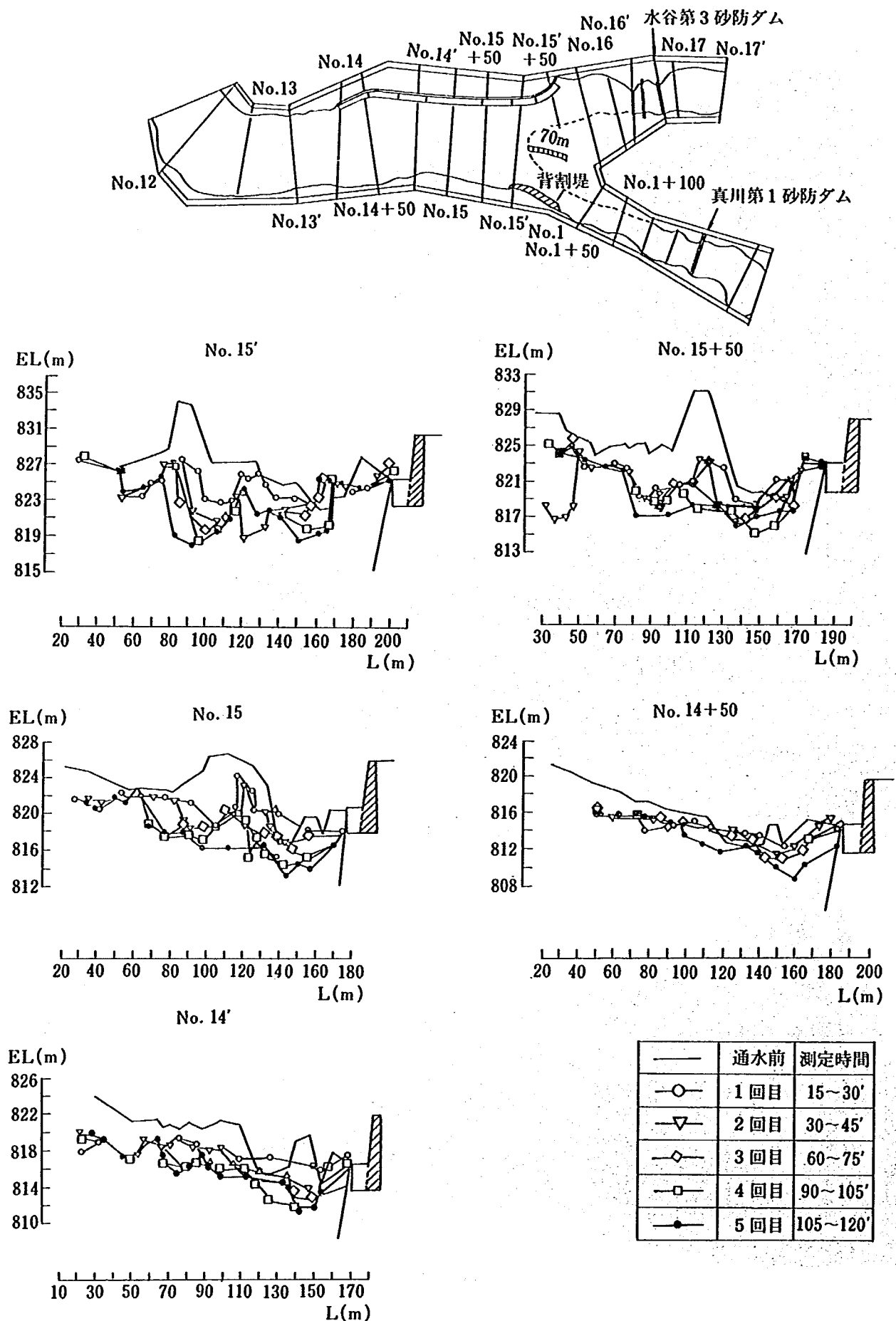


図 - 21 河床高横断図 (CASE - 4)

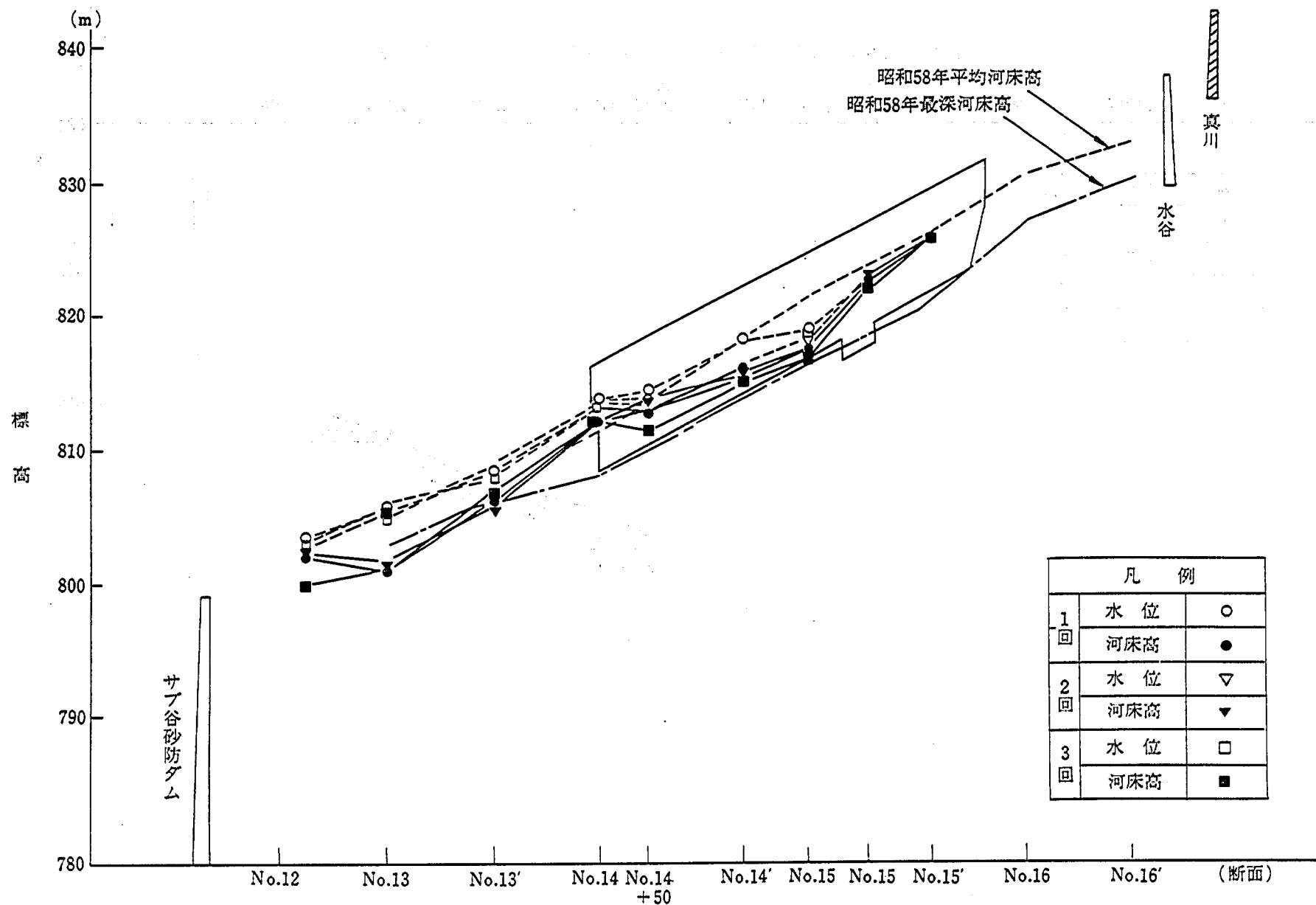


図 - 22 - (1) 護岸沿いの水位河床高縦断図 (CASE - 4)

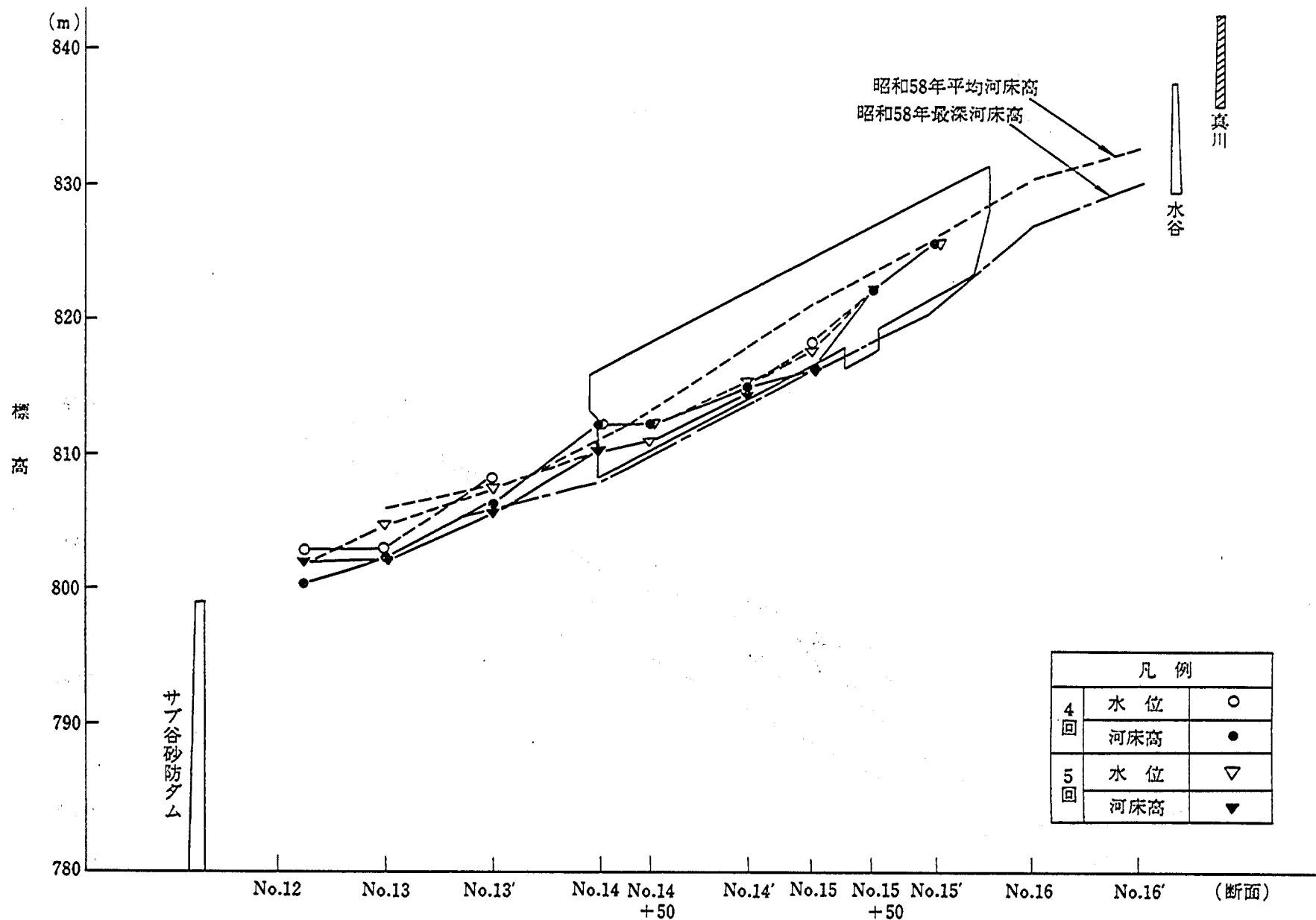
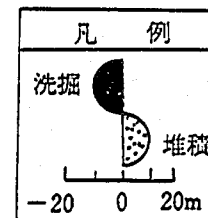
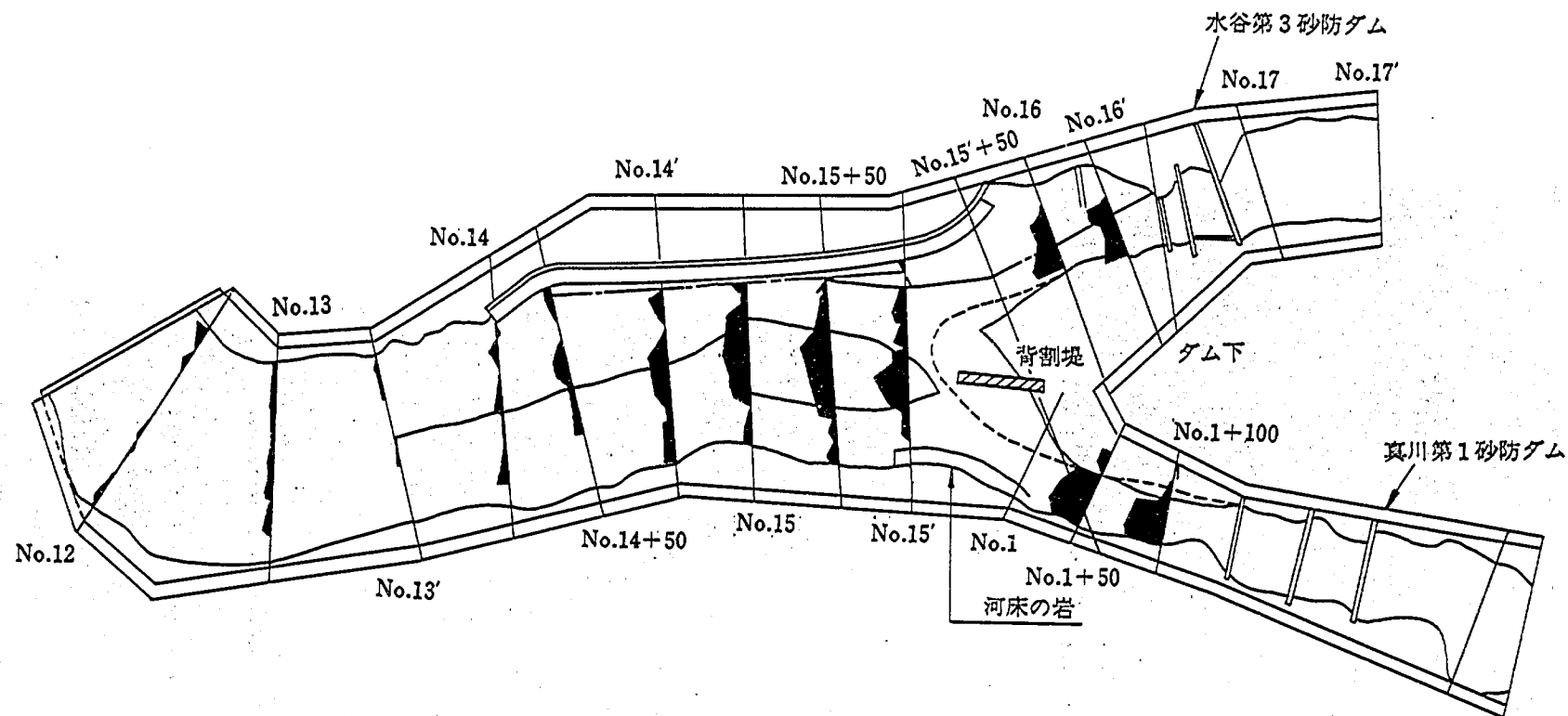
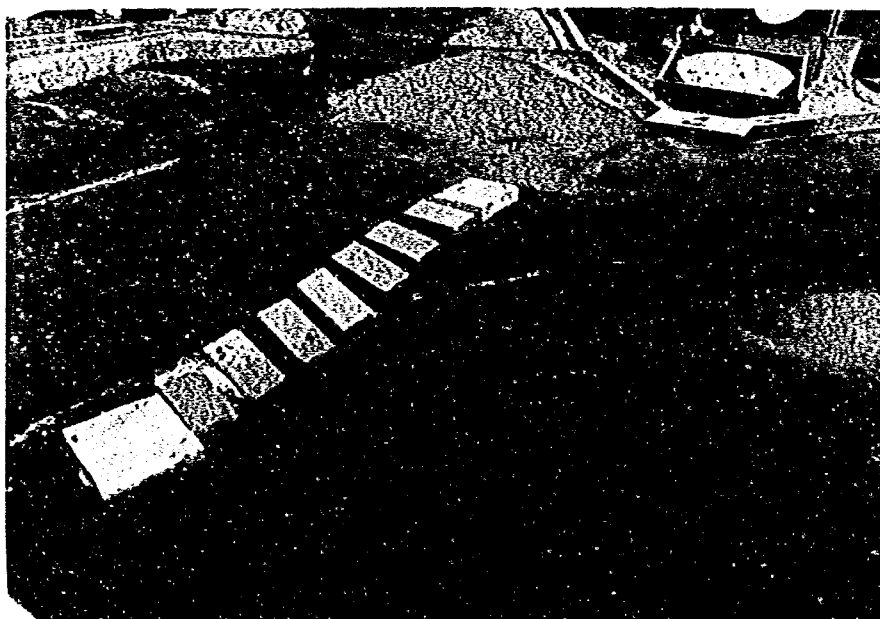


図 - 22 - (2) 護岸沿いの水位河床高縦断図 (CASE - 4)



背割堤 70m
計画対象流量の 1/5 流量

図 - 23 洗掘・堆積平面図 (CASE - 4)



写真－４ 背割堤ブロックが河床変動に追従している
状況（通水開始より４０分後）



写真－５ 背割堤ブロックが河床変動に追従している
状況（通水開始より１２０分後）

4.3 計画対象流量による実験結果

計画対象流量に対して行なった実験の真川筋の流向変化を写真-6に、河床の横断形状の時間的变化を図-24に、護岸沿いの河床の時間的变化を図-25に、通水後の河床の洗掘、堆積平面状況を図-26に、昭和59年度に実施した現況実験における通水後の河床の洗掘、堆積平面状況を図-27に示す。

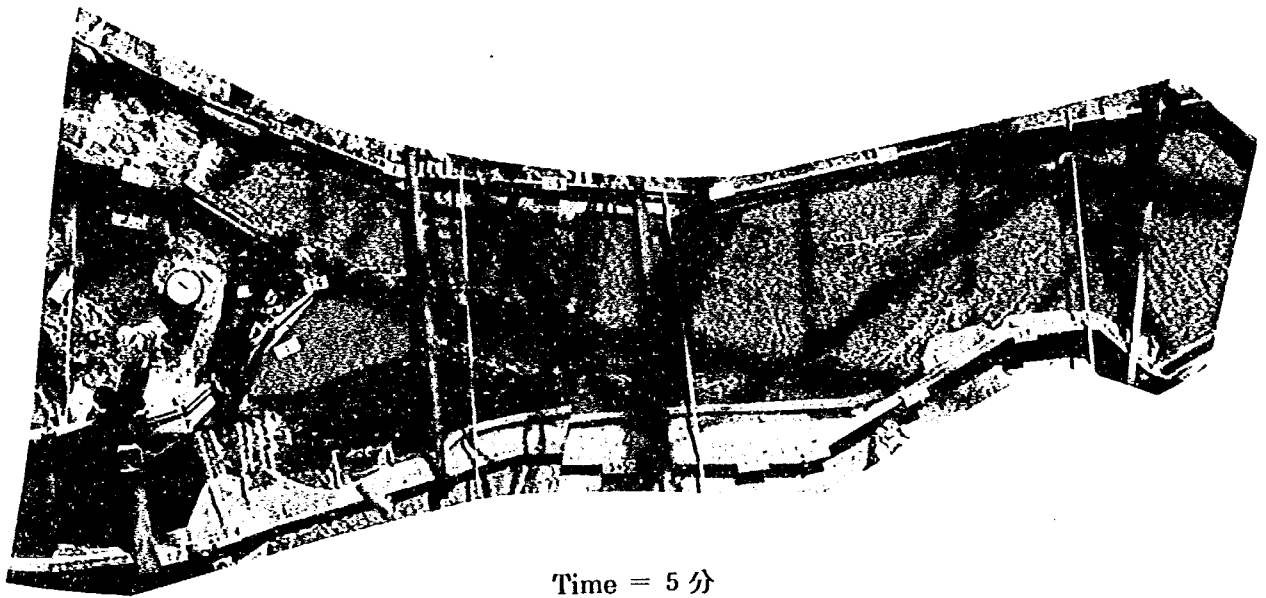
写真-6より、真川の流水は通水開始直後は直進し、右護岸のNo.14付近に衝突する。その後は、背割堤により真川の流向が制御され水衝部は徐々に下流へ移動し、10分では右護岸の下流端部付近が水衝部となり、15分では護岸に真川の流水が当たることは無くなる。

図-24及び25より護岸沿いの河床の時間的变化を見ると、通水開始10分から20分の間では河床はほぼ平坦であり、右護岸沿いでは大きな局所洗掘や河床低下は生じていないが、20分から30分の間ではNo.15'及びNo.15+50m付近の護岸沿いの河床低下が大きく、部分的に護岸基礎高以下まで洗掘されている。このNo.15'及びNo.15+50m間で生じている護岸沿いの局所洗掘は、通水開始より10分頃から背割堤の上流側を回り流下し始めた真川の流水によるものである。(写真-7)

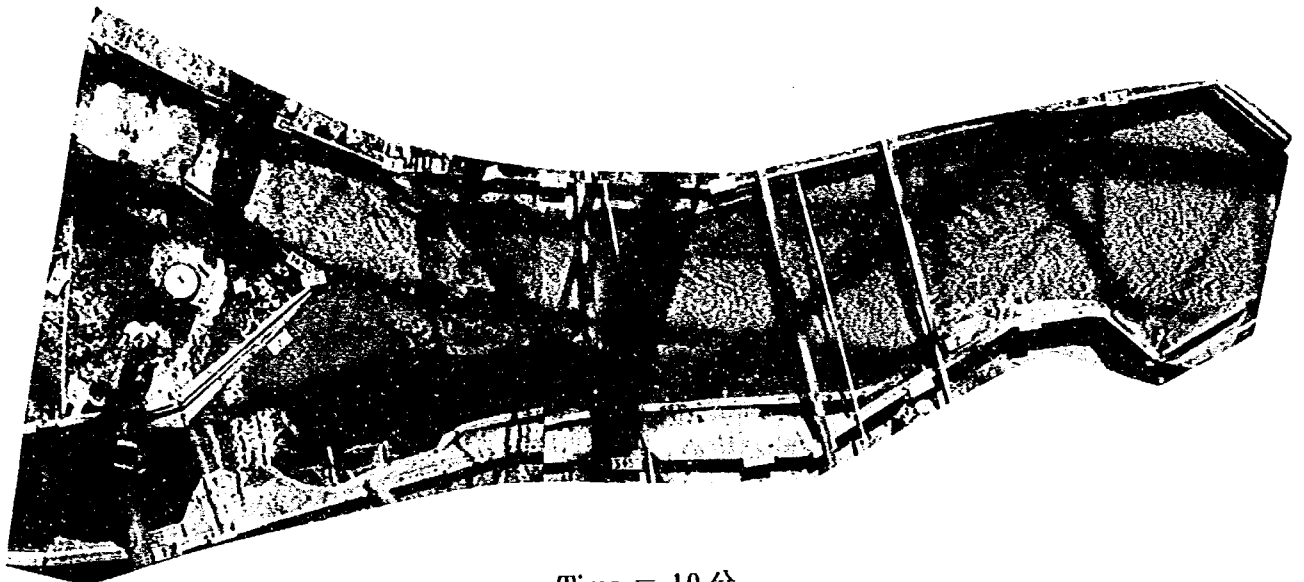
この背割堤の背後を回る真川の流れは、背割堤を設置した位置が本来設置されるべき位置から約5m真川側に寄っていたために生じたものであり、本来の位置に背割堤を設置した昭和59年度の実験では、No.15'からNo.15+50m間の局所洗掘は生じていないことから、計画通りの位置に背割堤を設置すればこの局所洗掘は生じないと判断できる。

次に、背割堤を構成する脚付き平型ブロックの河床変動に伴う変形状況を見ると、写真-6及び8から背割堤ブロックは、真川筋のNo.1+50m付近にある岩に当たった流れが直接ブロックに当たり始める通水開始より5分頃から列が乱れ始め、通水開始より30分後には写真-7に示すように、一部のブロックが転倒してしまうなどかなり列が乱れた。しかし、背割堤ブロックの列が乱れても真川の流水の流向制御の効果は持続する。

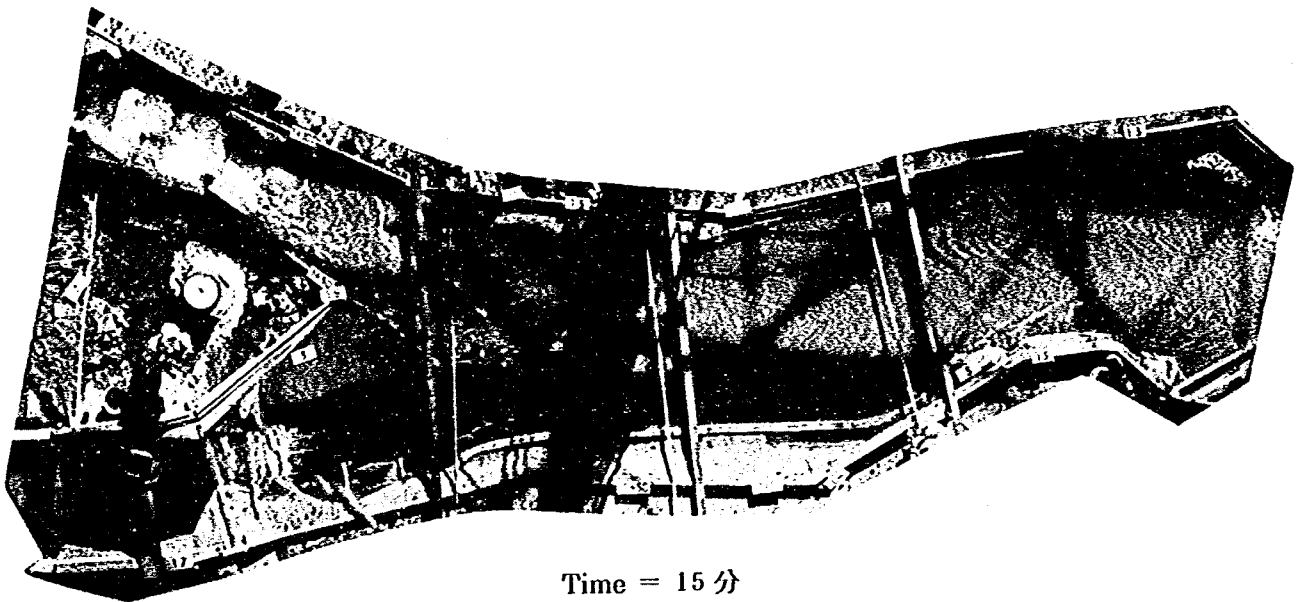
また、図-24及び26と図-27を比較すると、無施設時の通水後の河床では、護岸沿いの河床低下が激しかったのに対して、このケースでは河道中央部の河床が大きく低下しており、図-25からも護岸沿いの極端な河床低下が見られないことから、計画対象流量に対してもこの背割堤は流向制御効果を十分発揮していると考えられる。



Time = 5 分

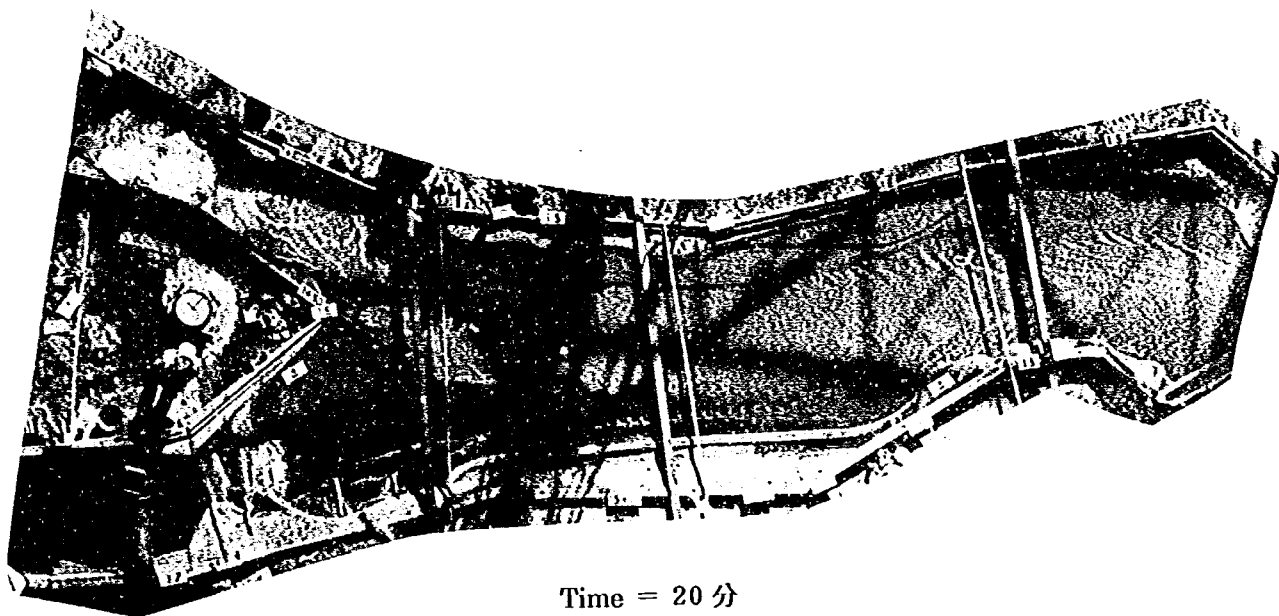


Time = 10 分

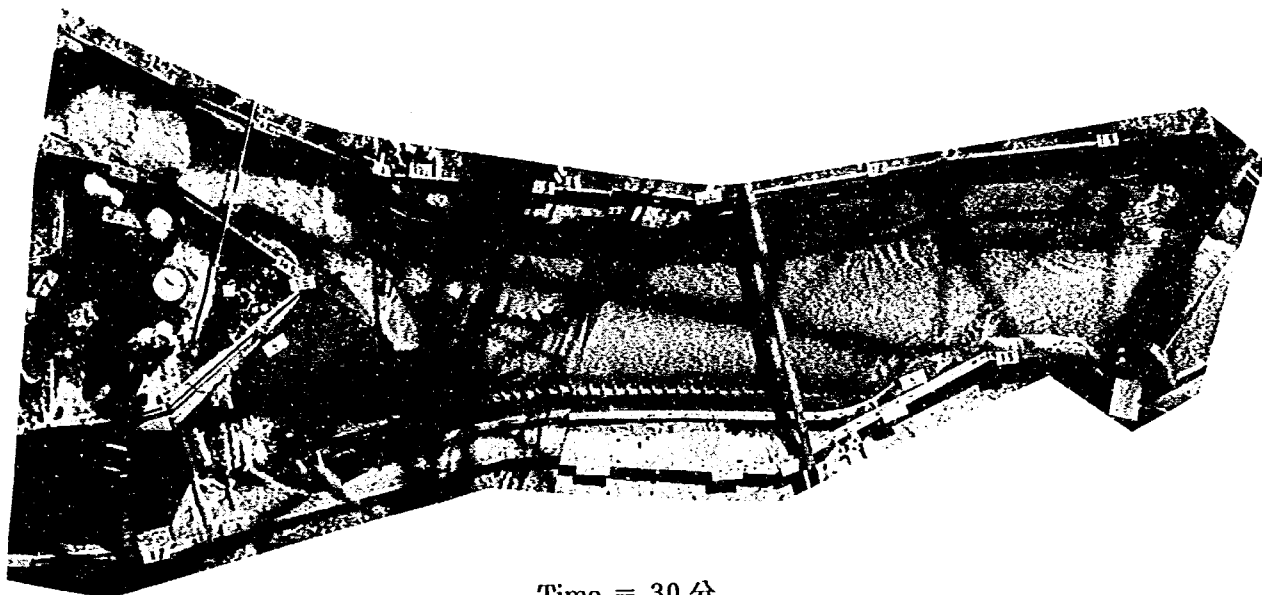


Time = 15 分

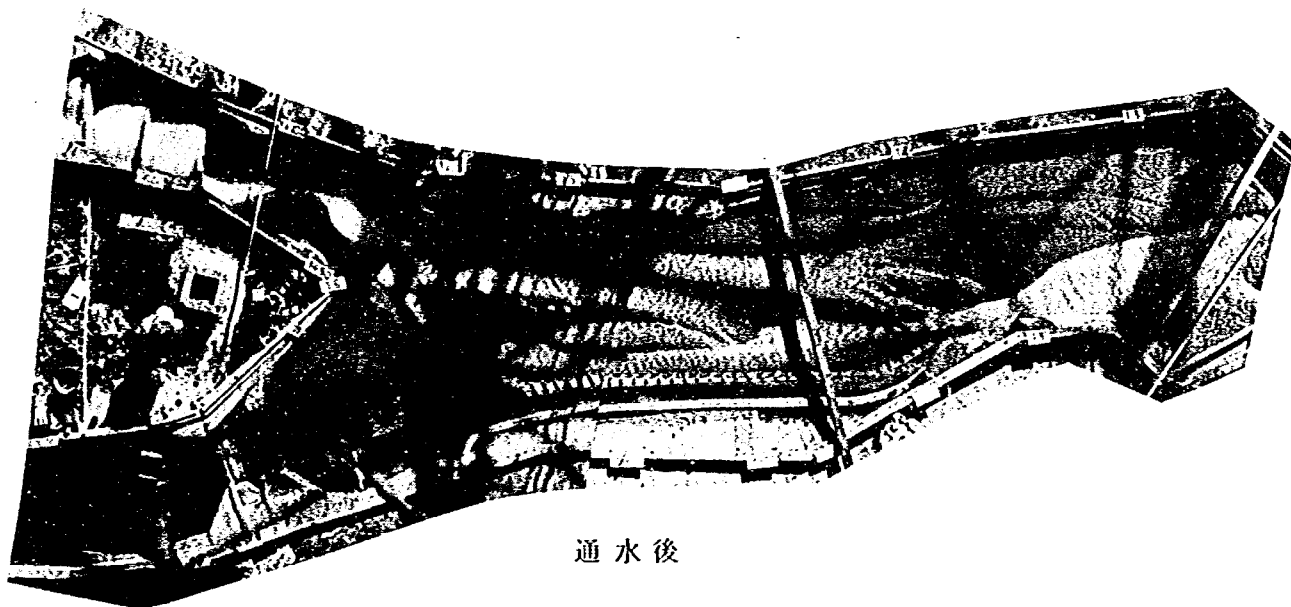
写真 - 6 - (1) 背割堤 (延長 70 m) 設置後の流向状況



Time = 20 分



Time = 30 分



通水後

写真 - 6 - (2) 背割堤 (延長 70 m) 設置後の流向状況

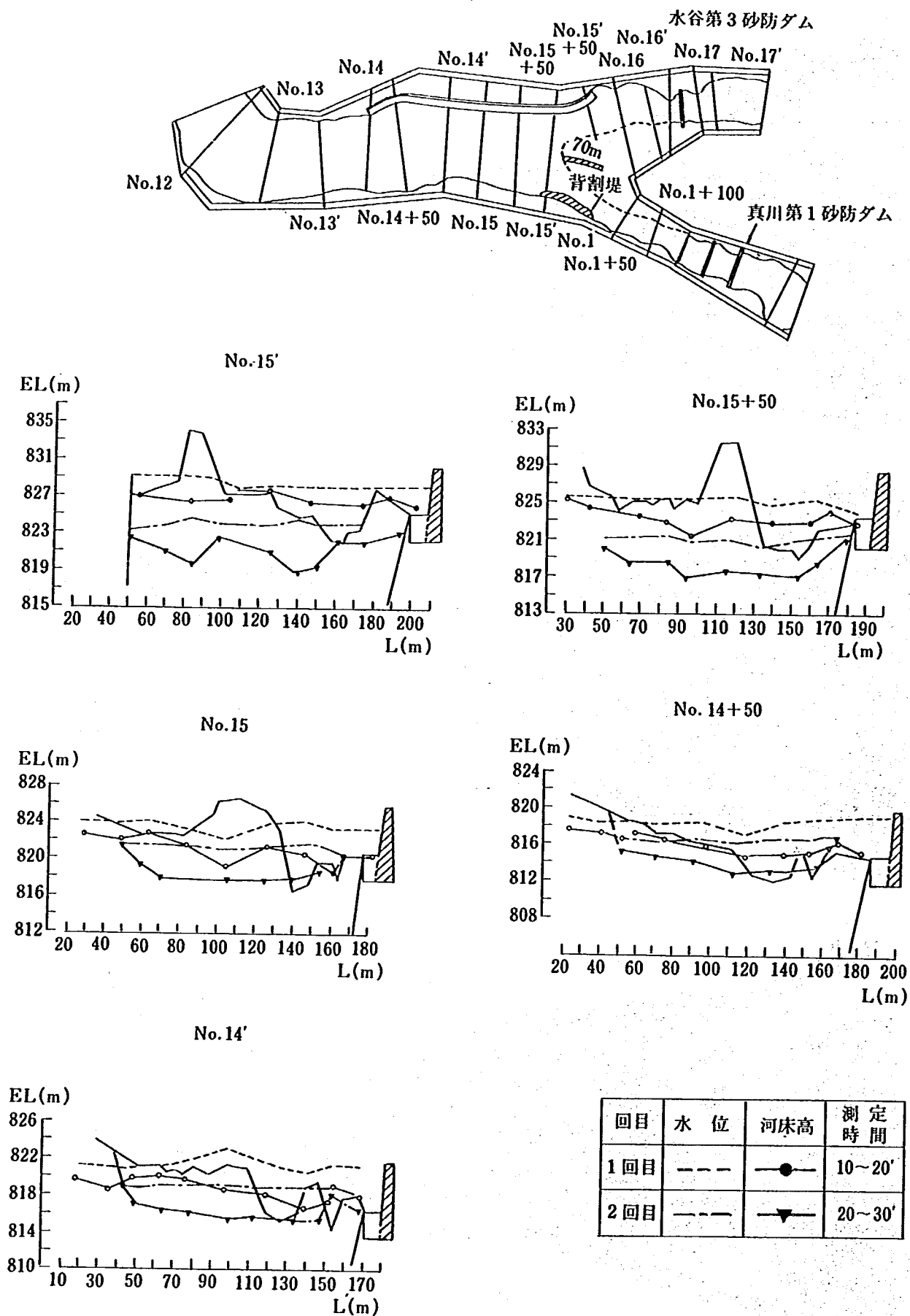


図-24 水位・河床高横断図 (CASE-5)

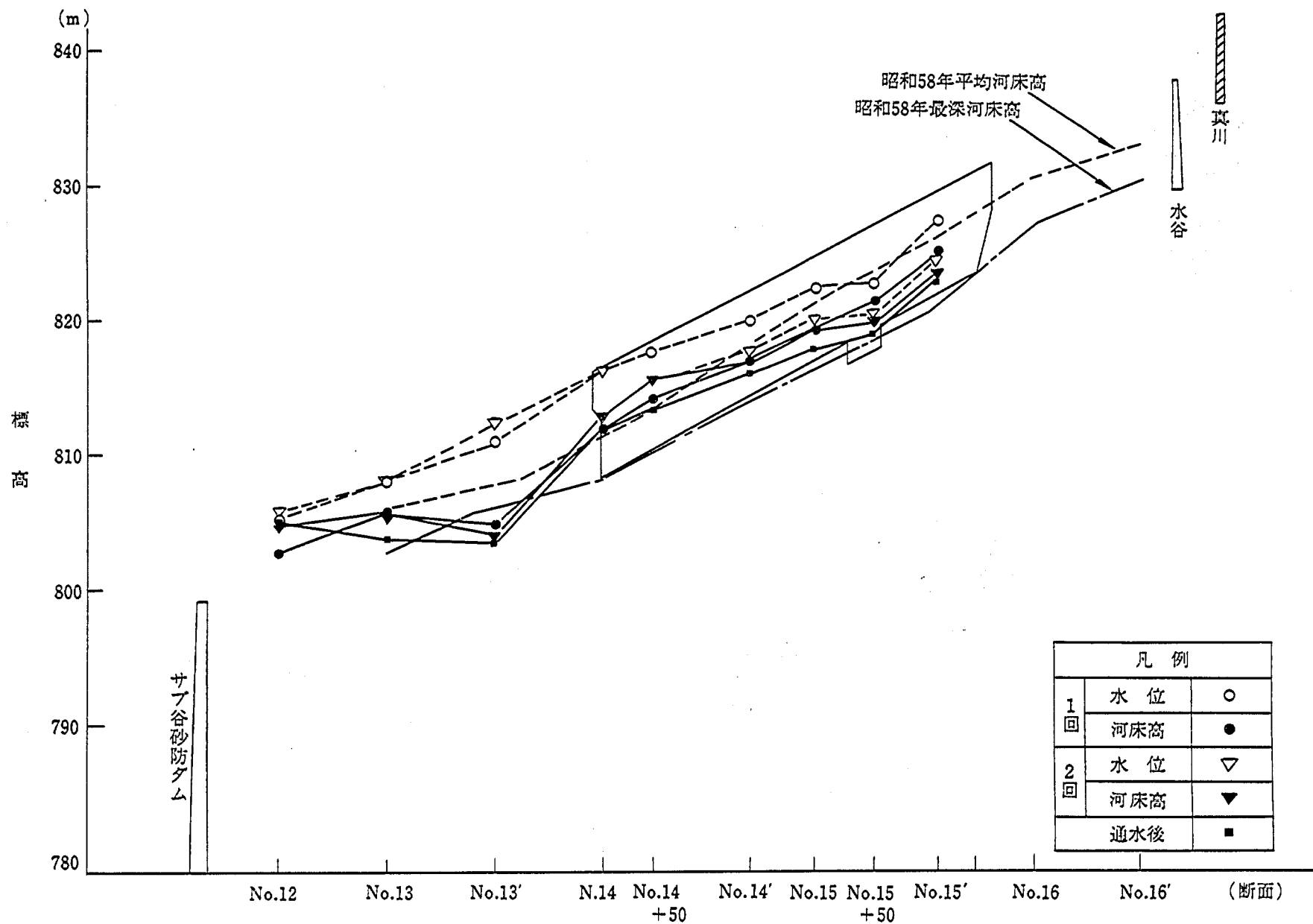


図 - 25 護岸沿いの水位・河床高縦断図 (CASE - 5)

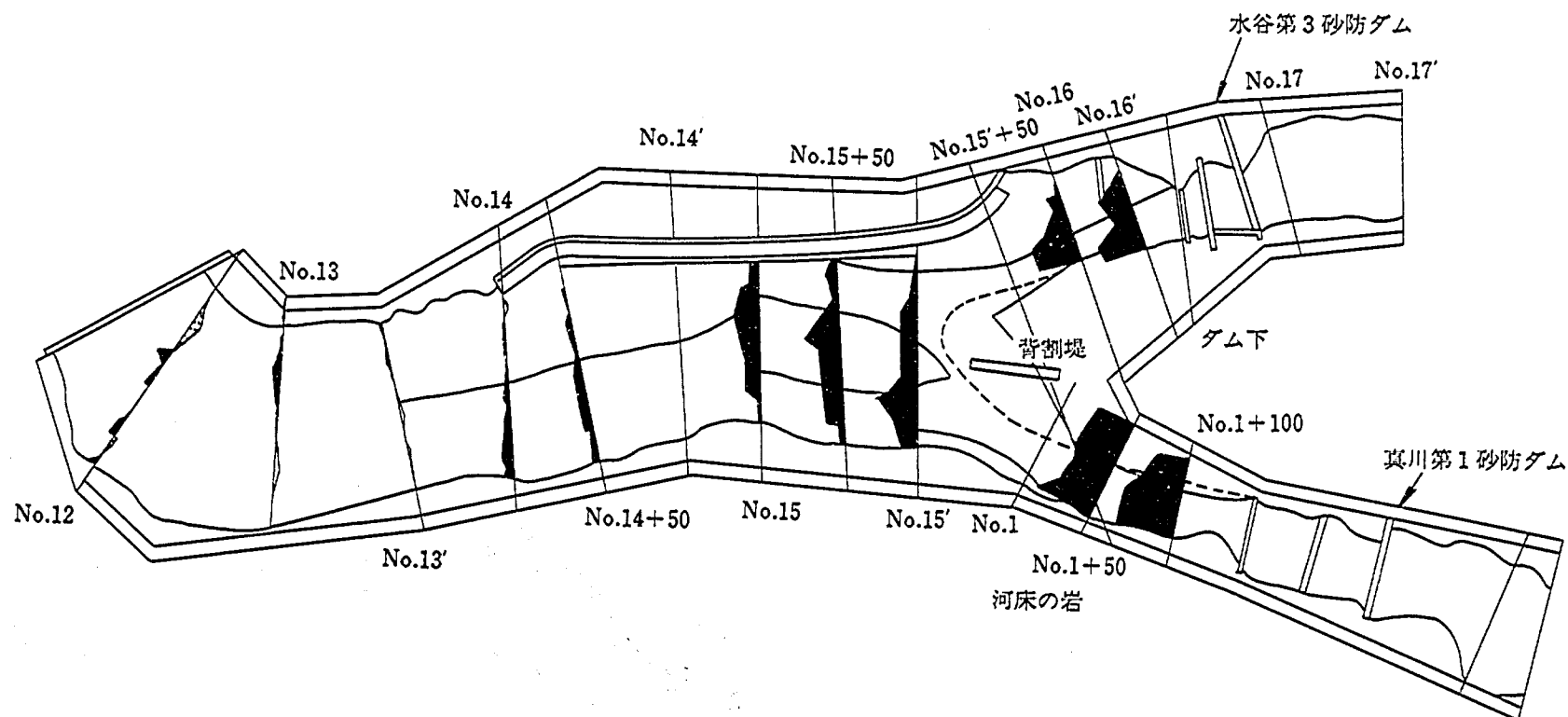
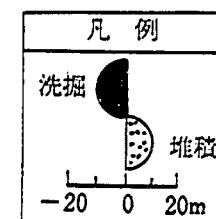


図 - 26 洗掘・堆積平面図 (CASE - 5)



背割堤 70m
計画対象流量

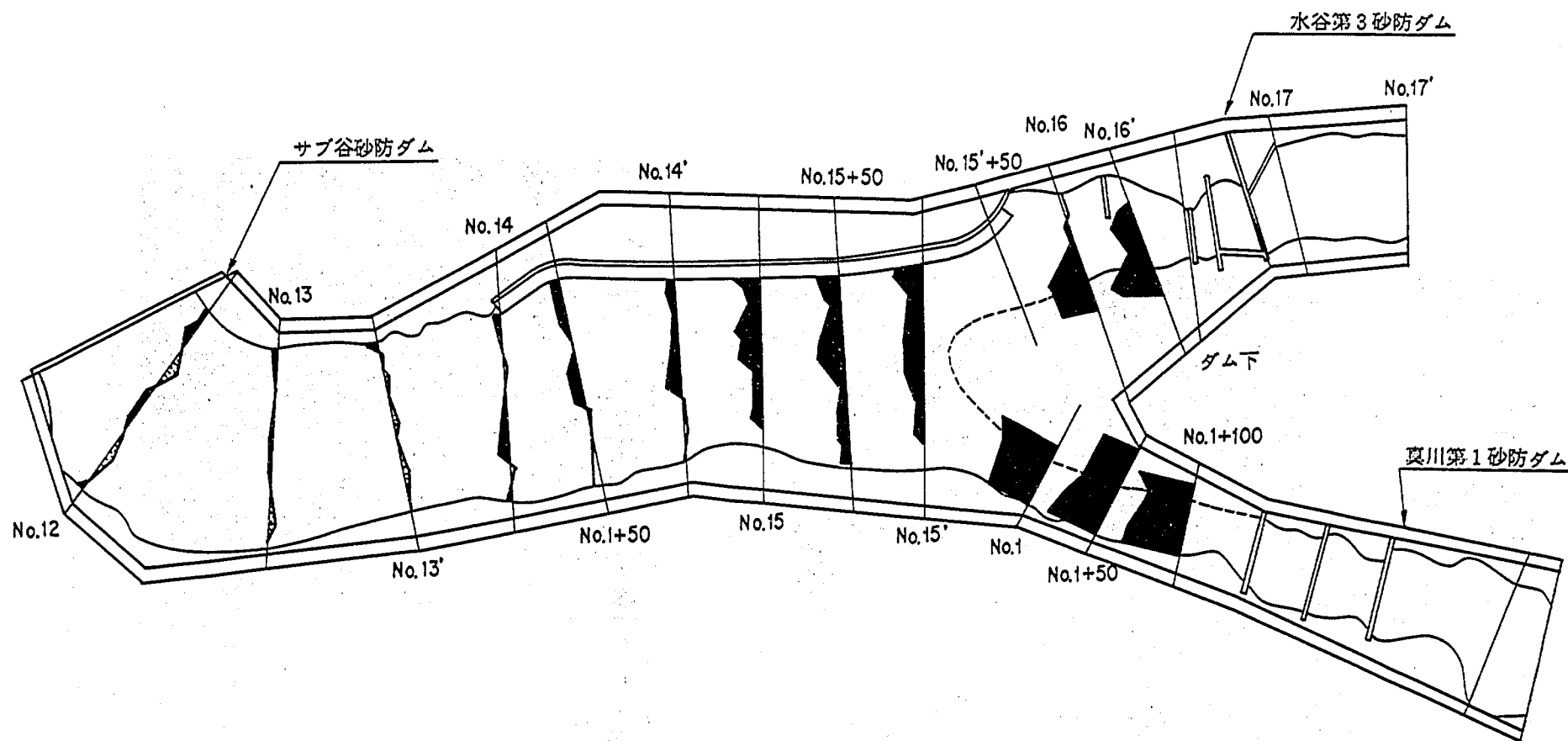
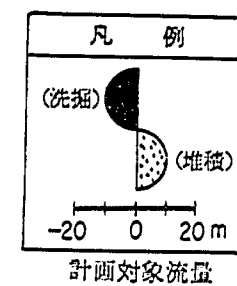


図 - 27 洗掘・堆積平面図（現況実験）





写真－7 背割堤の上流側を回り右護岸に当たる
真川の流水（通水開始より30分後）



写真－8 背割堤ブロックの河床変動に伴う変形状況
（通水開始より15分後）

5. まとめと提言

真川、湯川合流点の右護岸の被災を防止する対策工の諸元を求めるために、真川、湯川合流点の模型を用いて固定床による実験及び移動床の実験を行なった。

脚付き平型ブロック及びポスト水制を列状に配置した構造の2種類について検討した結果、真川の流向を制御する対策工としては、脚付き平型ブロックを列状に並べた構造とした。次に、真川の流向を制御できる必要最小限の背割堤の設計諸元を求め、移動床の実験によりその対策工の検討及び安全性の確認を行なった。実験により得られた背割堤の諸元は、次の通りである。

- ① 対策工の工種は、脚付き平型ブロックを列状に設置した背割堤とする。
- ② 背割堤の設置位置及び方向は、図-20に示すとおりとする。
- ③ 背割堤の長さは、70mとする。
- ④ 背割堤の設置高さは、ブロック天端高を現河床から2m上の高さとする。
- ⑤ ブロックの間隔は、2mとする。
- ⑥ 背割堤の上流端及び下流端に設置するブロックは、昭和59年度の実験結果から真川の流水の影響を強く受け流失する恐れがあるため、重量484tonのブロックを設置する。

また、合流点部の河道中央部にある大転石は、背割堤によって流向が制御された真川の流水を再び右護岸に向ける恐れがあるため、細かく破碎するか移動する必要がある。

お わ り に

真川、湯川合流点の右護岸の被災を防ぐには、最小限延長70mの背割堤が必要であることがわかった。

背割堤に用いた脚付き平型ブロックは、大きな河床低下に追従し、真川の流向を効果的に制御できるので、右護岸沿いの局所洗掘を防止するのに有効な対策工であることが実験的に示された。

しかし、合流点部の河床は今後も低下が続けることが予想され、工事の実施にあたっては実験結果に加えて、今後も現場の河床変動の実態把握を行ない、総合的に判断を下す事が望まれる。

最後に、実験のための基礎資料の提供等御協力を頂いた建設省北陸地方建設局立山砂防工事事務所の方々に厚くお礼申し上げます。

真川，湯川合流点背割堤
水理模型実験報告書

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第2332号
昭和61年2月(1986年)

キーワード：水理模型実験，常願寺川，真川，湯川，局所洗掘，河床低下，
護岸，背割堤

要 旨

建設省茨城地方建設局立山砂防工事事務所管内の真川，湯川合流点の右護岸は，上流の砂防工事を行なう上で重要な構造の中核点が高砂防壁により破壊されることを防ぐ目的で昭和54～57年にかけて施工されたが，昭和58年に護岸基盤部が局所洗掘を受け被災した。
昭和59年度，既往の高砂防壁の砂防と水理模型実験を行なって，その対策を検討し，護岸の固結及び，真川の護岸を制する延長130mの背割堤を提案した。しかし，延長130mの背割堤を短距離に建設することは困難であり，当面は最も効果の大きい位置に必要な最小の長さを施工し，必要に応じてそれを延長することが対策と考えられた。
本年は，真川の流向をある程度制御できる最小限の背割堤の位置，長さ，方向，設置高等の設計断元を水理模型実験によって検討した。その結果，背割堤は，大型ブロックを並べた構造とし，第1段階の必要長さは，70mであること等の結論を得た。

郵便はがき

四十円切手
をはって下
さい

305-□□

建設省土木研究所
砂防研究室

御中

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

No. _____

No. _____

土研資料第2332号
真川，湯川合流点背割堤水理
模型実験報告書

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第2332号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名 印