

土 木 研 究 所 資 料

流木対策を考慮した透過型砂防ダム 水理模型実験報告書

昭和63年3月

建設省土木研究所
砂防部砂防研究室

Copyright ©(1988)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、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

流木対策を考慮した透過型砂防ダム 水理模型実験報告書

砂防研究室 室 長 水 山 高 久
主任研究員 石 川 芳 治
矢 島 重 美

要 旨

土石流とともに流下してくる多量の流木により下流域での被害が増大した例は多く、このような流木による被害の増加を防止・軽減するために、近畿地方建設局六甲砂防工事事務所では流木止付の砂防ダムを昭和45年から少しではあるが設置して来ている。本実験は近畿地方建設局からの依頼により、土石流とともに流下してくる流木を効率的に捕捉できる透過型砂防ダムの設計条件を明らかにし、流木対策を考慮した透過型砂防ダムの設計手法を確立することを目的として、室内模型水路を用いて土石流・流木を発生させて計428ケースの実験を行い、得られたデータを解析・考察したものである。本研究により流木止スクリーンによる流木の捕捉率を算定する実験式が得られた。

キーワード：流木，土石流，透過型砂防ダム，模型実験，流木捕捉率

An Experimental Study on Permeable Sediment- Control Dams as a Countermeasure of Floating Logs

Sabo Division, Sabo Department

Head of Division : Takahisa MIZUYAMA

Senior Researcher : Yoshiharu ISHIKAWA

Shigemi YAJIMA

Synopsis

On the lower reaches, increasing damages incurred by the large quantity of floating logs which run down along with debris flows have been reported. In order to prevent and mitigate this kind of damages, a few sabo dams against the floating logs have been built by the Rokko Sabo Work Office, Kinki District Bureau, the Ministry of Construction since 1970. This study was commissioned by the above-mentioned Bureau with the aim of clarifying the design conditions and the arrangement method of the permeable sabo dams to trap the floating logs effectively. With the use of laboratory test channels, 428 experimental cases of artificial debris flows carrying floating logs were conducted. An experimental formula for calculating the trap efficiency of floating logs was proposed by basing on the analysis and calculation of the data obtained.

KEY WORDS : Floating log, debris flow, permeable sabo dam, model test, trap efficiency of floating logs.

目 次

は じ め に	1
1. 概 要	2
1.1 流木による災害と流木対策	2
1.2 実験目的	2
1.3 実験施設と模型概要	2
1.4 相 似 則	15
2. 実 験	19
2.1 実験ケース	19
2.2 実験方法	21
2.3 計測項目	23
3. 実験結果と考察	25
3.1 流木の停止, 堆積形態	25
3.2 砂防ダム形状, 流木の種類と流木捕捉率	27
3.3 流量, 土砂量と流木捕捉率	30
3.4 オーストリア型砂防ダムでの横桁の有無と流木捕捉率	30
3.5 建設省六甲型流木止付砂防ダムにおける流木止スクリーンの形状と流木捕捉率	34
3.6 建設省六甲型流木止付砂防ダムでの流量別の流木捕捉効果と土砂捕捉効果	43
3.7 各種タイプのオーストリア型砂防ダムでの流木捕捉効果と土砂捕捉効果	43
3.8 沈砂地における流木止スクリーン, スリットの流木捕捉効果	56
4. ま と め	58
5. 今後の検討課題	60
参 考 文 献	61

は　じ　め　に

土石流とともに出てくる流木によって被害が増大する例は本文中にも述べるように非常に多く、土石流対策とともに流木対策も重要であると考えられる。しかしながら、流木対策を考慮した砂防ダムを設置している箇所は全国的には極めて少ない。この理由としては流木による被害に対する認識が一般的に低いこともその一因であるが、もう一つの大きな原因は流木の生産、流下、堆積機構が明らかになっていないことと、流木対策施設の設計手法が未だ一般化されていないことにあると考えられる。

本実験および研究は、建設省近畿地方建設局六甲砂防工事事務所からの依頼により、六甲砂防工事事務所で現在用いられている流木止スクリーン付砂防ダムの効果を明らかにし、設計手法を確立するとともに、より効率的な透過型砂防ダムを開発することを目的として行った。

今年度は本研究の初年度に当るため、まず、建設省六甲型流木止付砂防ダムとオーストリア型透過型砂防ダムについて、透過型砂防ダムと流木の基礎的な水理現象について明らかにするため、室内模型水路を用いて実験を行いその結果をまとめ考察したものである。本研究の成果が今後の流木対策の参考となれば幸いである。

本研究を実施するに当って、現地調査に同行して頂き、貴重な資料等を提供して頂いた近畿地方建設局六甲砂防工事事務所の皆様方に感謝の意を表します。

1. 概 要

1.1 流木による災害と流木対策

土石流とともに多量の流木が流下して、下流の橋梁や流路を塞ぎ、被害を増大させると言った現象は昭和13年および昭和42年の六甲山系における災害において顕著であり、特に下流部で流路が暗渠となっていた宇治川では大きな被害を出し、その後宇治川を始めとして流木止スクリーンを備えた砂防ダムが建設される契機となった。また近年では、昭和51年の台風17号により、香川県小豆島の橘川に発生した土石流では、土石流は砂防ダムにより捕捉されたが、流木が流路工を閉塞し、流水、土砂が流路工より氾濫して被害を大きくした。昭和57年7月に発生した長崎豪雨災害では、長崎市東樋口の長龍寺川、上戸石町陣ノ内の陣ノ内川、芒塚町の芒塚川の溪流で合計4,040本の流木が流下して、土砂、礫とともに73家屋に被害を与えた¹⁾。

このように土石流と共に流下する流木は、流下途中及び土石流堆積域下流で災害を激化させる原因となりうるので、このような流木による災害の恐れのある溪流では、土石流対策と並行して流木の流下を阻止する対策を考える必要がある。六甲砂防工事事務所では昭和45～46年および昭和53～56年頃に計6ヶ所の流木止スクリーン付の砂防ダムを流木対策として設置している。また同じく六甲砂防工事事務所管内の宇治川の下流部では、流木等による暗渠部流路の閉塞を防ぐ目的で暗渠入口部にある調整池には流木止用のスクリーンを設置している。一方、これとは逆にオーストラリアでは透過型スリットダムの目詰りを防止する目的でスリットの形状を工夫している²⁾。また建設省中部地方建設局越美山系砂防工事事務所が建設した能郷谷第3砂防ダムはコンクリートピアの鋼製スクリーンダムであるが、主として流木により通常の流水時にも閉塞が起っており、平常時の流木により目詰りを起こさないようなスクリーン間隔の検討が必要とされている³⁾。

1.2 実験目的

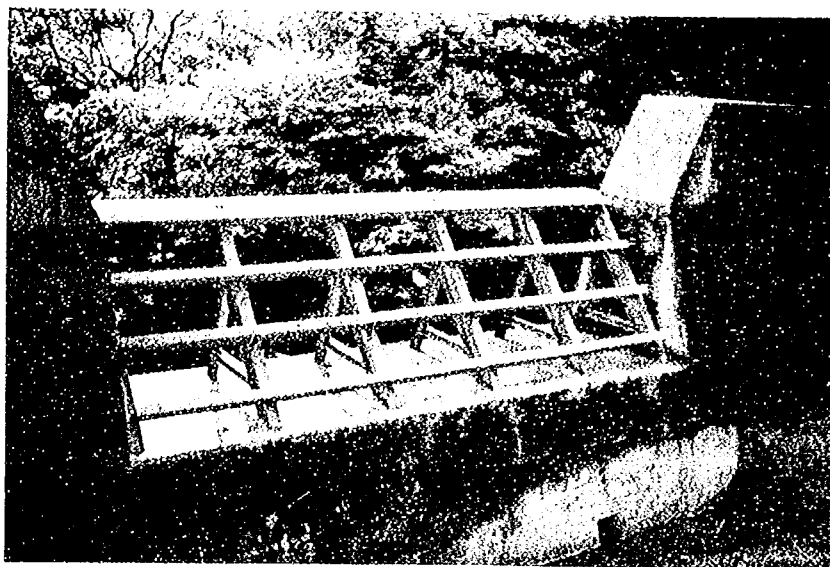
建設省近畿地方建設局六甲砂防工事事務所で設置している流木対策を考慮した流木止付砂防ダム（写真－1.1，1.2）の特性を調べるとともに、他の方式の流木対策を考慮した透過型砂防ダムの特性も調べ、流木対策を考慮した透過型砂防ダムの調査、計画、設計のための基礎資料を得ることを目的として室内模型流路における実験を行った。

本実験において検討した主な項目は以下のものである。

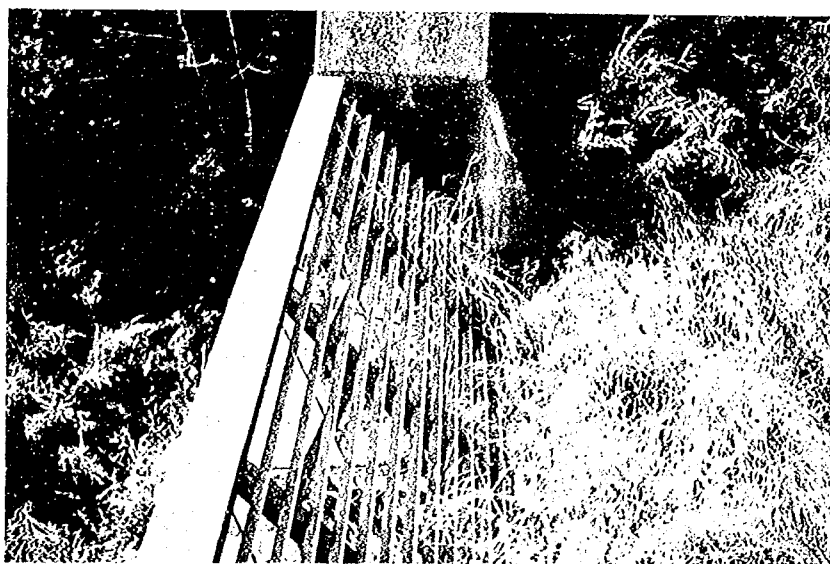
- ① 六甲砂防工事事務所で用いられている流木止スクリーンの最適な縦横間隔と設置位置および流木捕捉率の算定。
- ② オーストラリアで流木による目詰りを防止するために用いられている透過型砂防ダムの効果（図－1.1参照）と最適なスリット間隔およびダム形状。

1.3 実験施設と模型概要

本実験に使用した模型水路は図－1.2，写真－1.3，1.4に示すような、水路部全長5.0m，水路部幅0.2m，水路部側壁高さ0.4mの木製水路であり、水路部側壁はアクリル樹脂製である。また水路は上流をチェー



写真－ 1.1 諏訪山第二堰堤
(スクリーン, 全高 3 m, 全幅 10 m)



写真－ 1.2 鉢伏堰堤
(スクリーン, 全高 2.8 m, 全幅 8 m)

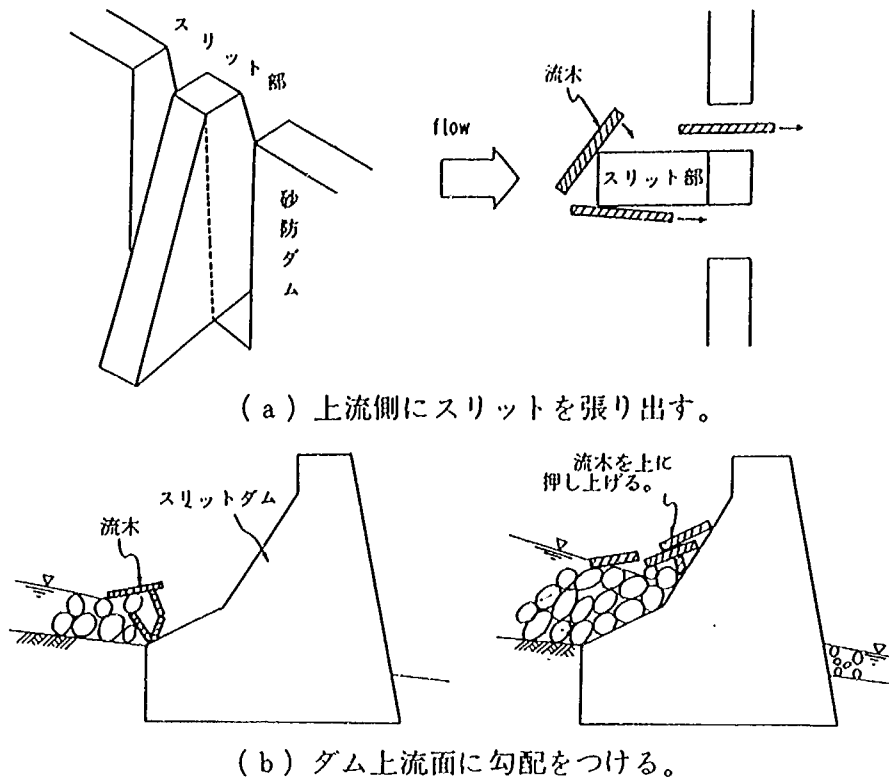


図- 1.1 スリットダムの流木による目詰り対策（オーストリア型）

ンブロックで吊り上げることににより、 $0^{\circ} \sim 20^{\circ}$ の範囲で水路勾配の調整が可能である。

本実験に使用した模型は、六甲砂防工事事務所で用いられている流木止スクリーン付砂防ダム（以下これと類似するものを建設省六甲型流木止付砂防ダムと呼ぶ）とオーストリアで用いられている流木対策用の砂防ダム（以下これと類似するものをオーストリア型砂防ダムと呼ぶ）であり、さらに補足的な実験として沈砂池模型を用いた。これらの模型の概略を図- 1.3～1.17に示す。これらの模型の縮尺は $1/50$ であり、ダム部は木製、スクリーン部は鉄製である。図- 1.3, 1.4は建設省六甲型流木止付砂防ダムを水路勾配 17° と 5° の2種類に設置した場合の模型である。図- 1.5～1.16はオーストリア型砂防ダムを(a)～(f)の6種類の形状に設定して、それぞれ、河床勾配 17° と 5° の2種類に設置した場合の模型である。図- 1.17は沈砂池の模型であり、これは河床勾配 5° の箇所を設置した。流木止スクリーンとしては、建設省六甲型流木止付砂防ダムでは図- 1.18に示すように水平梁の間隔を変えたA, B 2種類を用いた。またオーストリア型砂防ダムでは、横桁として模型で1 cmの純間隔をとるように木製の円柱状の桁を用いた。沈砂池下流には図- 1.19に示すような横桁のない純間隔2 cmのスリットをCタイプのスリットとして用いた。建設省六甲型流木止付砂防ダムおよびオーストリア型砂防ダムの模型の設置位置は河床勾配 17° の場合は水路上流端より4.2 m, 河床勾配 5° の場合は水路上流端より6.2 mの位置である。また沈砂池模型は勾配 17° の水路の下流端に勾配 5° で接続させた。

実験の記録のために、上方より35mmモータドライブカメラとビデオカメラ、側方からビデオカメラを用いて土石流、流木の流況を観測、撮影した。

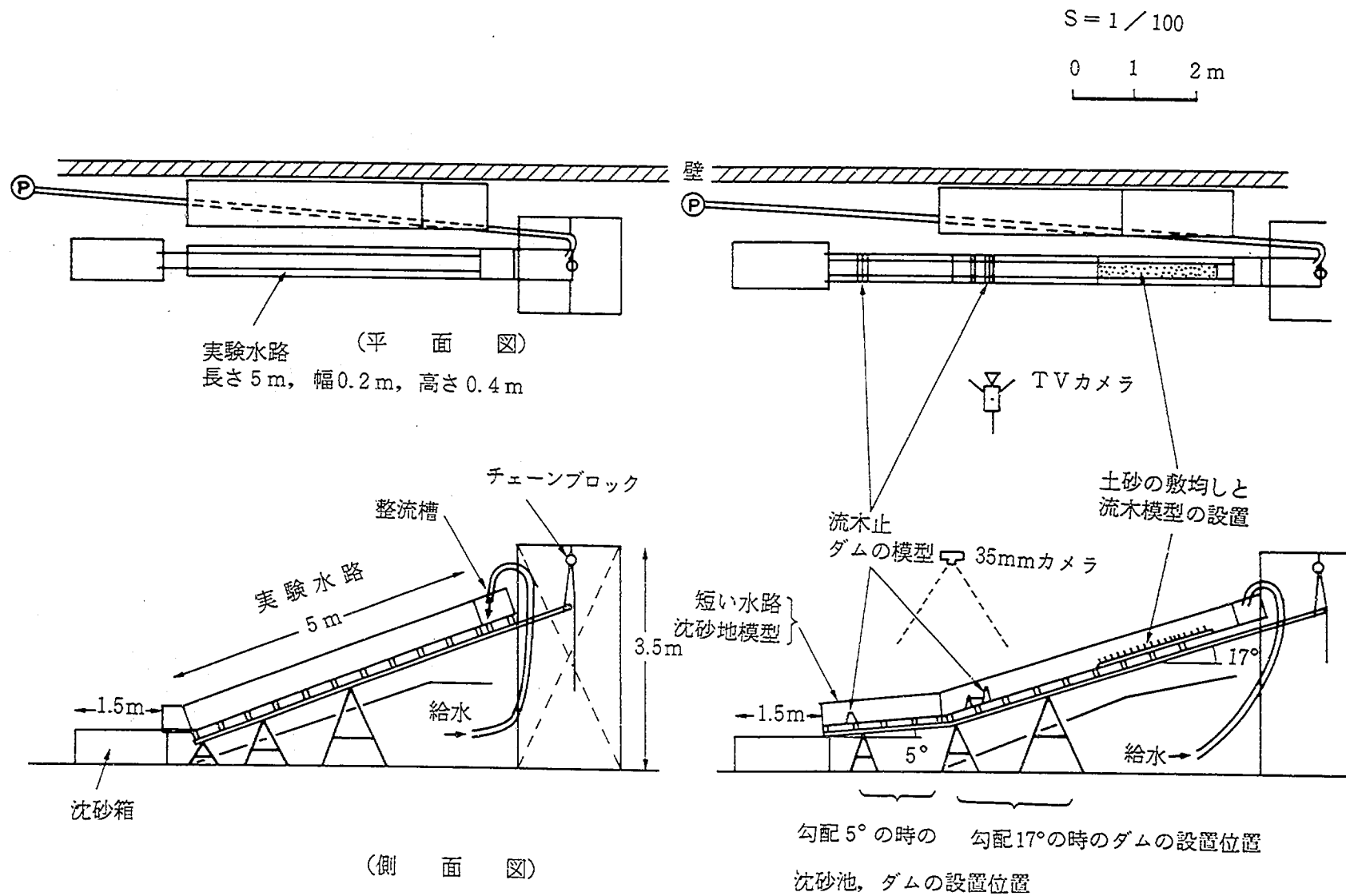
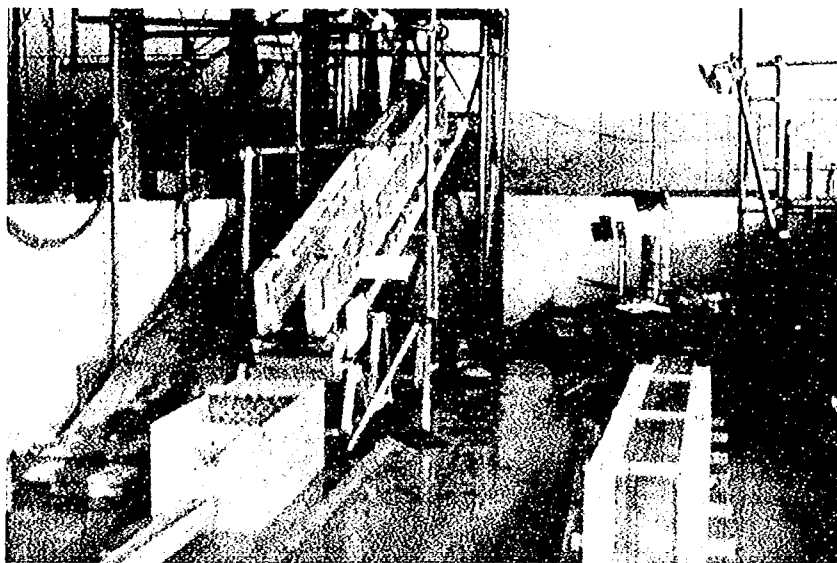
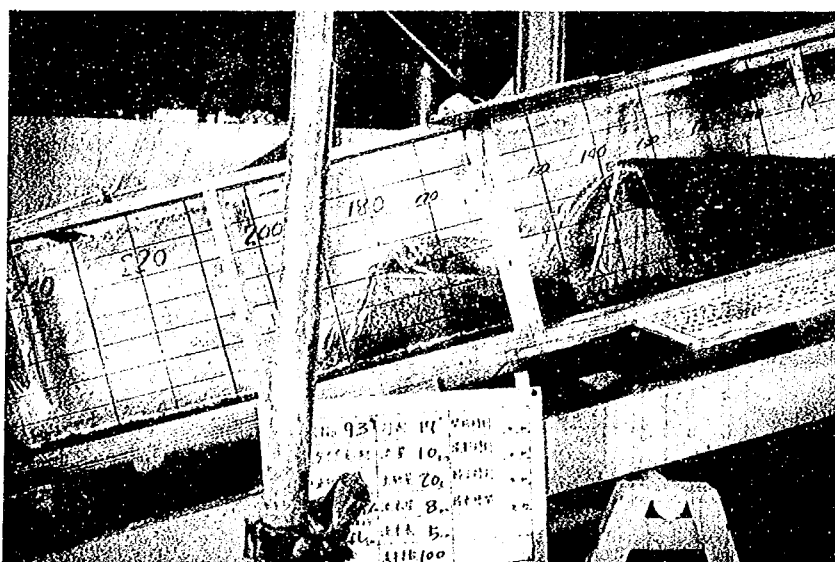


図-1.2 流木を考慮した透過型砂防ダム水理模型実験全体図



写真－1.3 実験施設全景



写真－1.4 建設省六甲型流木止付砂防
ダム模型（水路勾配17°）

(側 面 図)

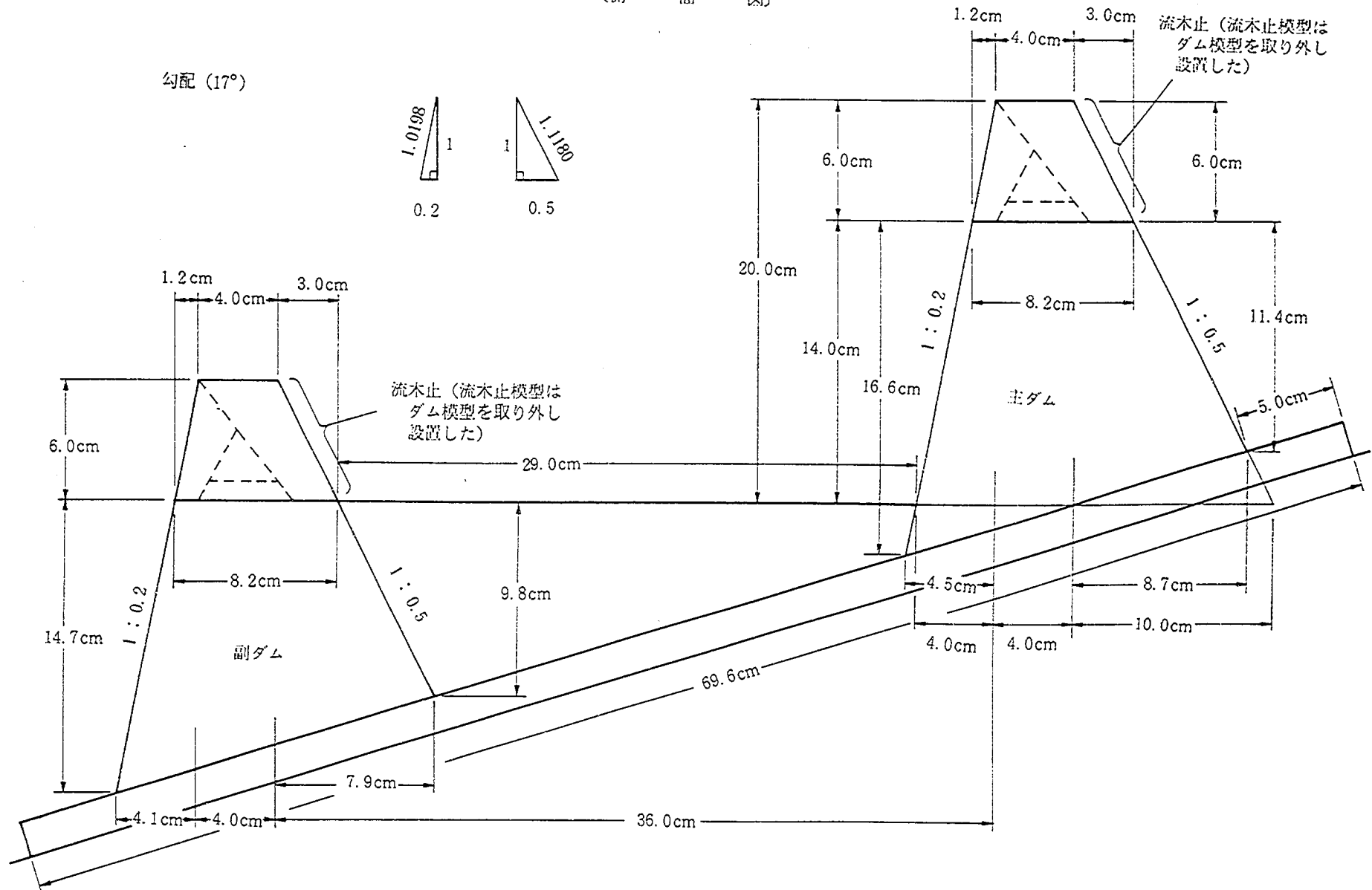


図 - 1.3 建設省六甲型流木止付砂防ダム模型図

〔側 面 図〕

勾配 (5°)

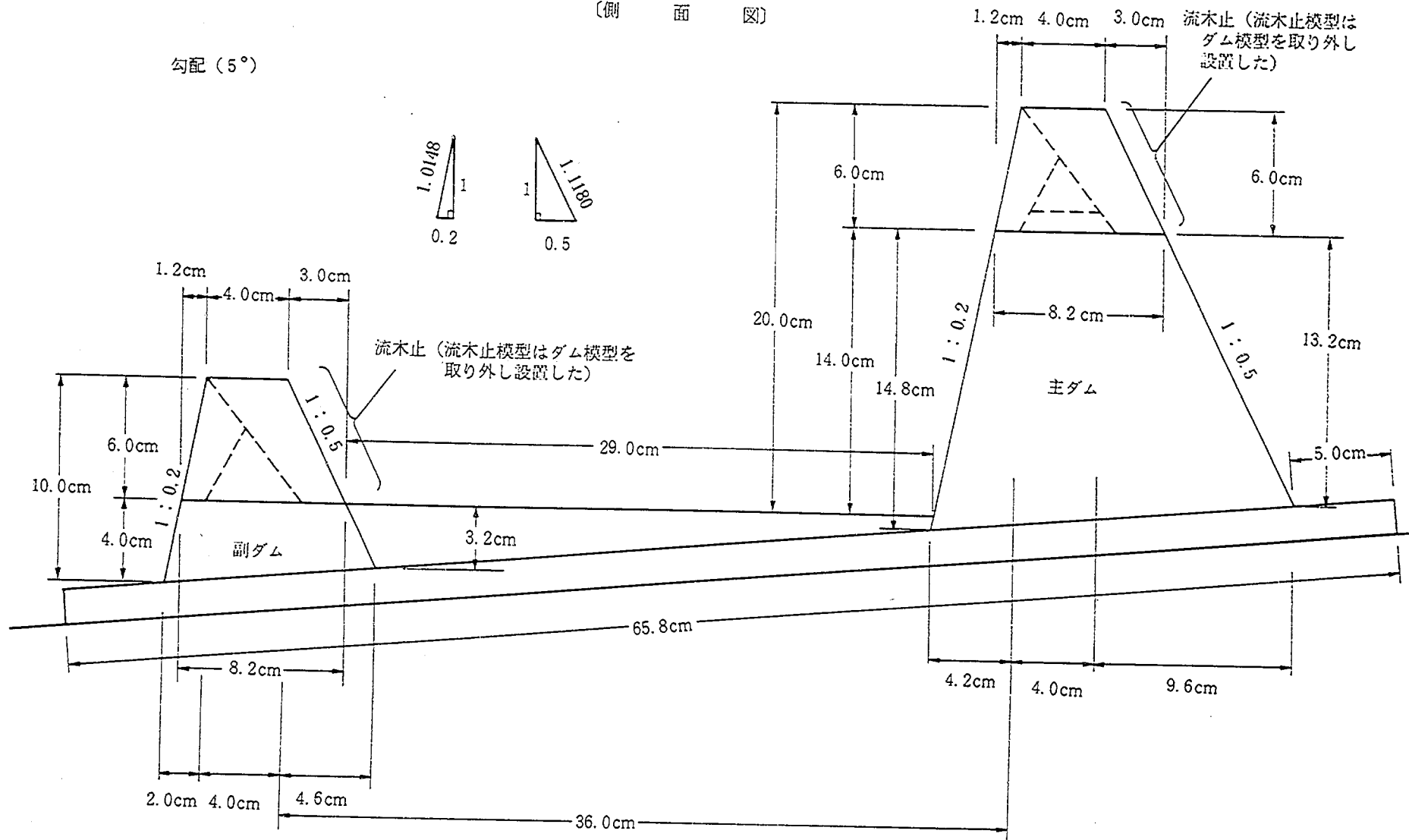


図-1.4 建設省六甲型流木止付砂防ダム模型図

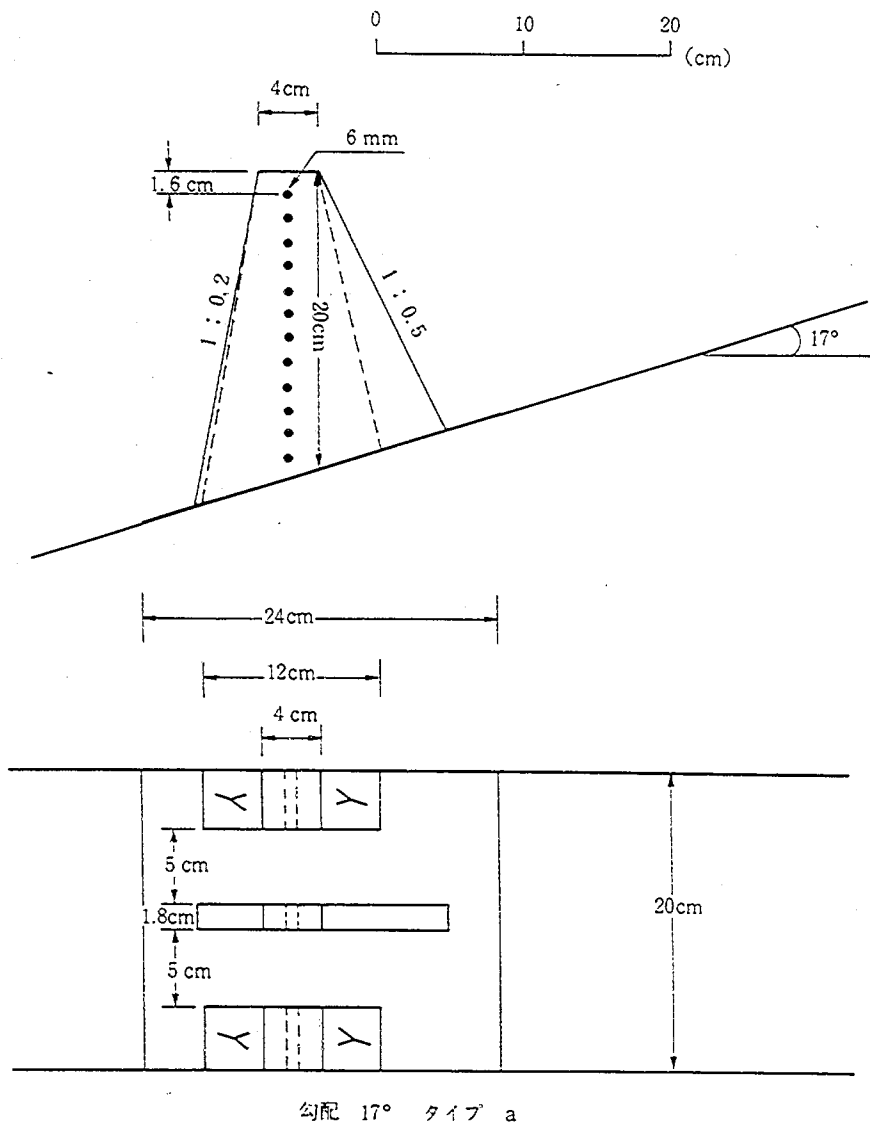


図-1.5 オーストリア型砂防ダム(a)模型図

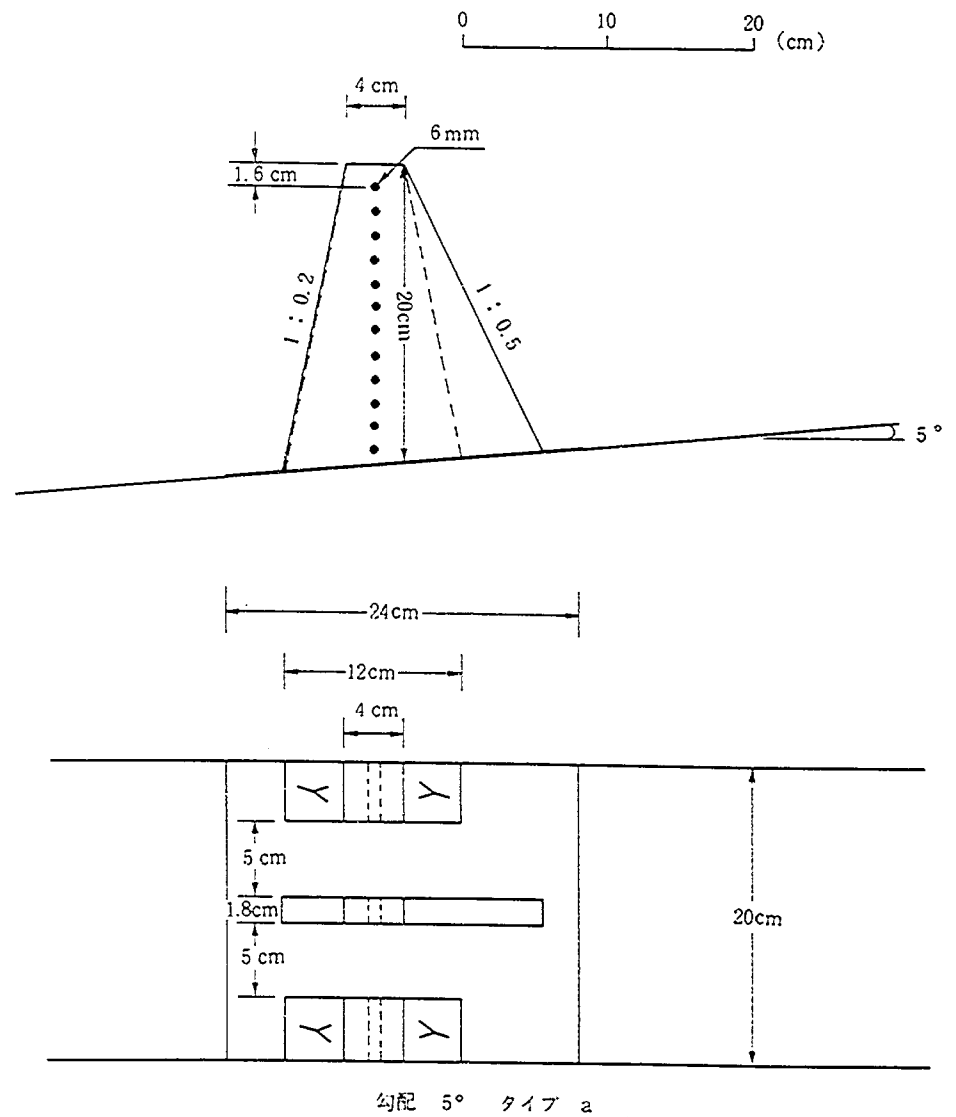


図-1.6 オーストリア型砂防ダム(a)模型図

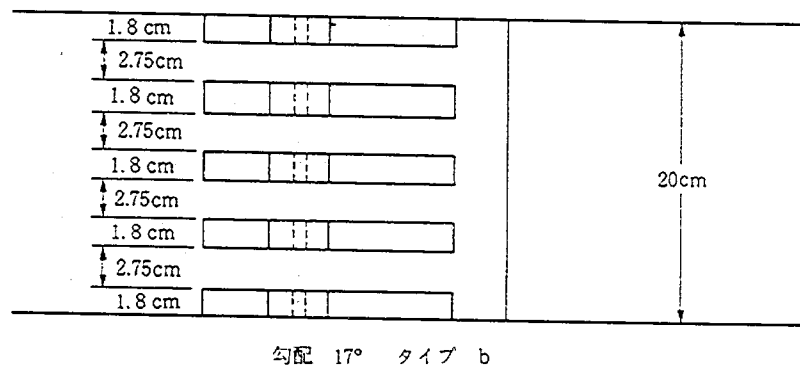
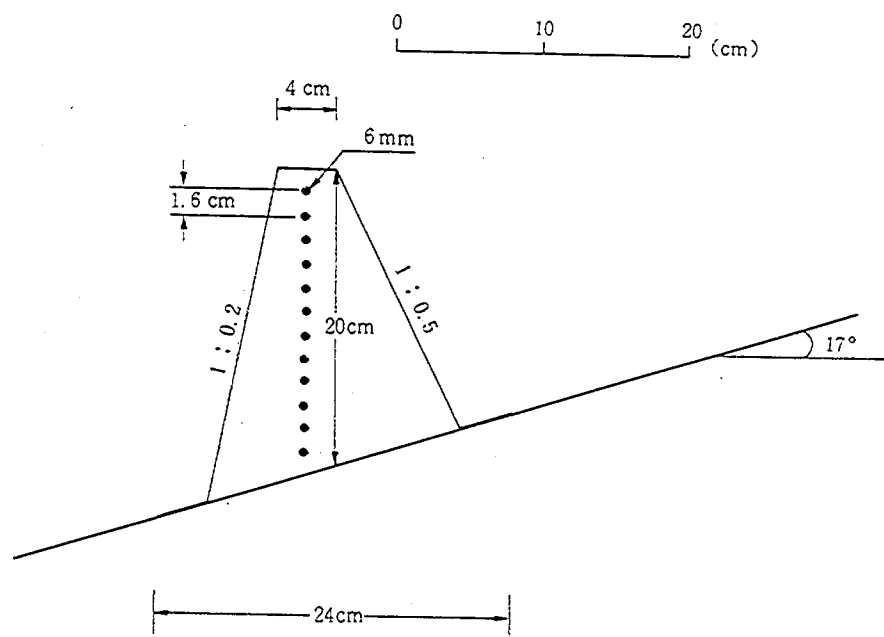


図-1.7 オーストリア型砂防ダム(b)模型図

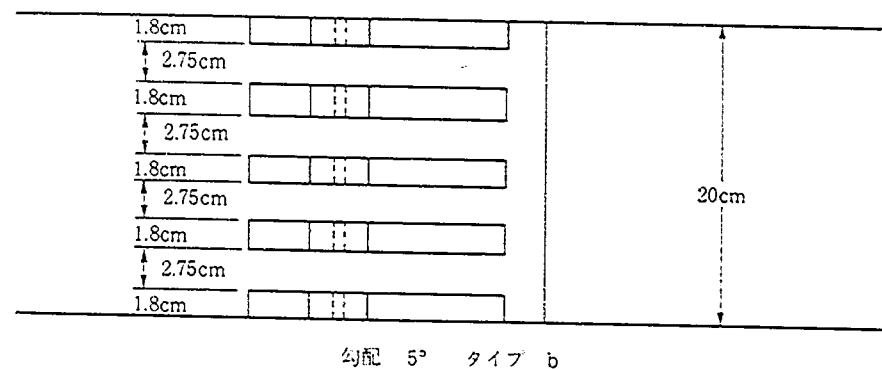
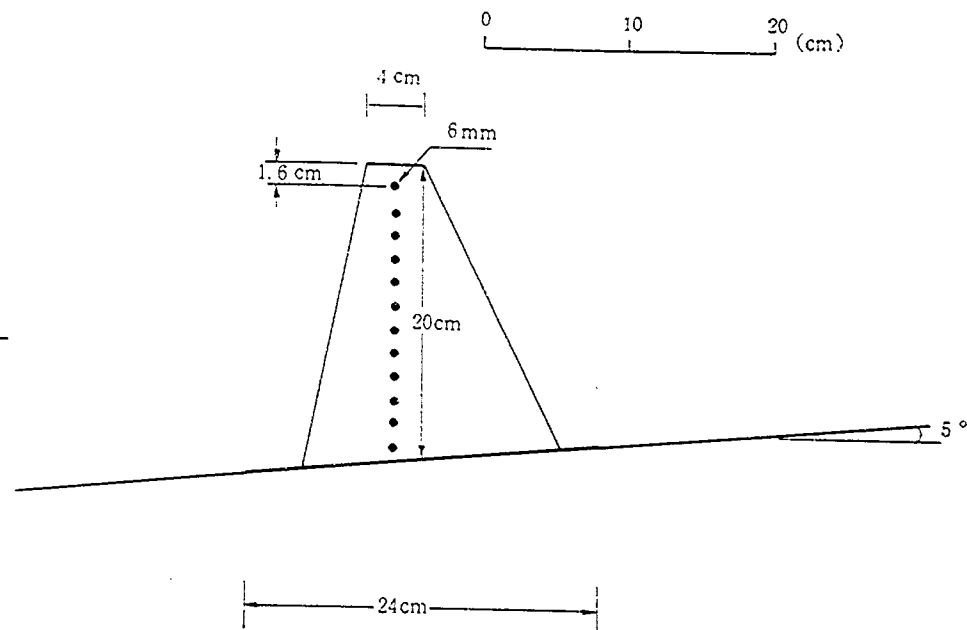


図-1.8 オーストリア型砂防ダム(b)模型図

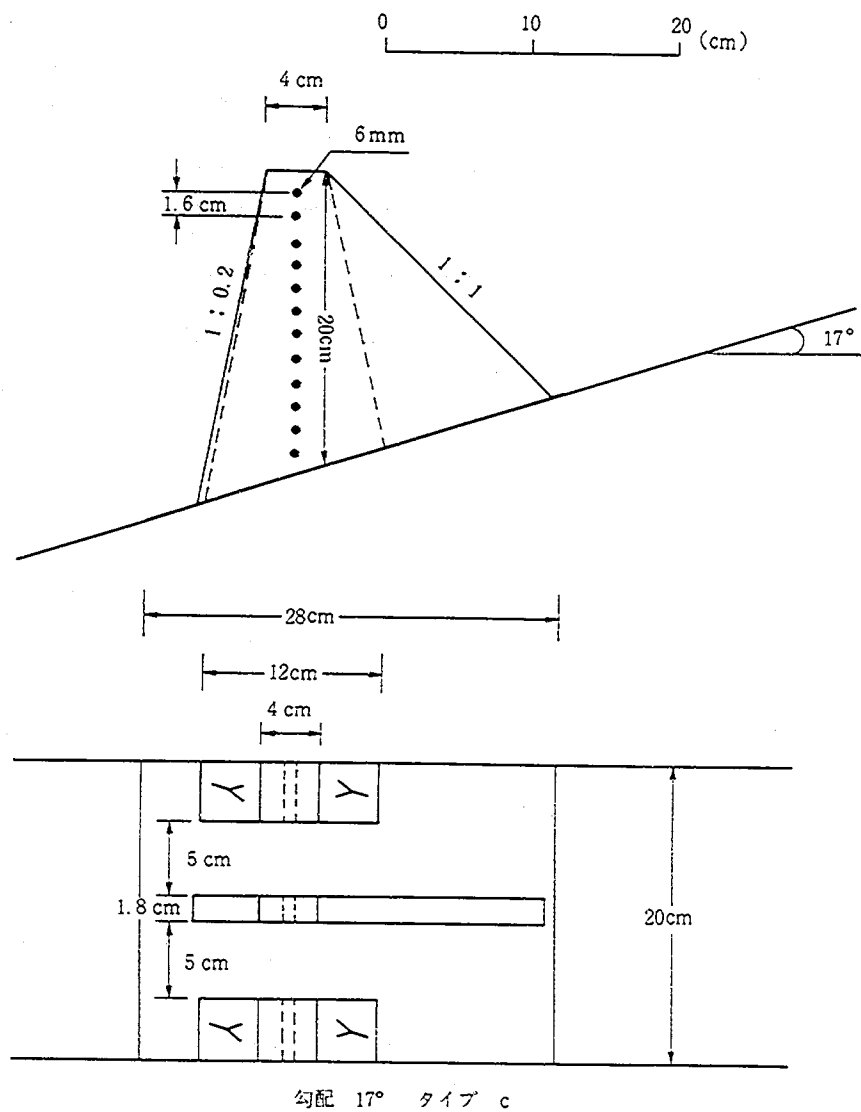


図 - 1.9 オーストリア型砂防ダム(c)模型図

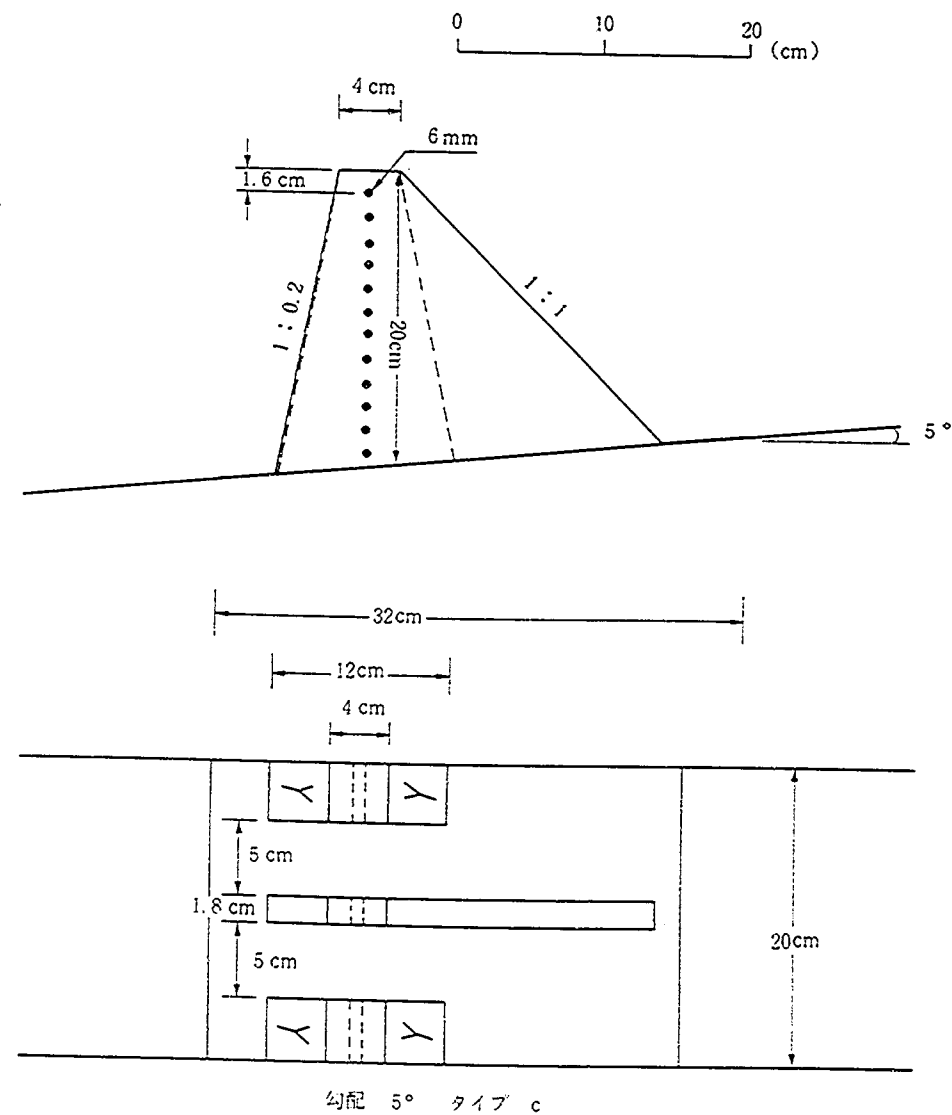


図 - 1.10 オーストリア型砂防ダム(c)模型図

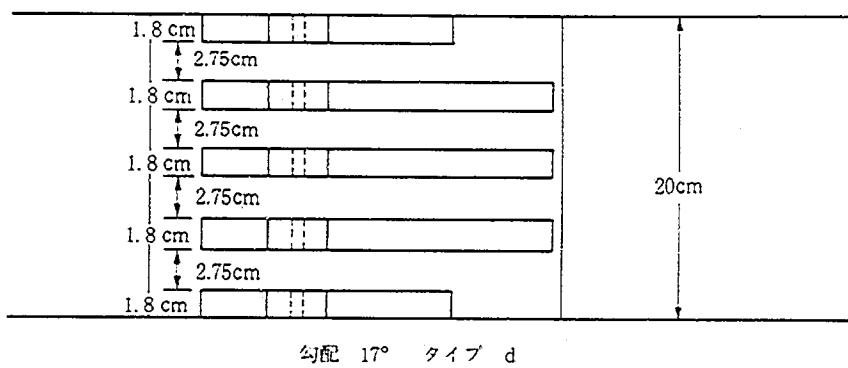
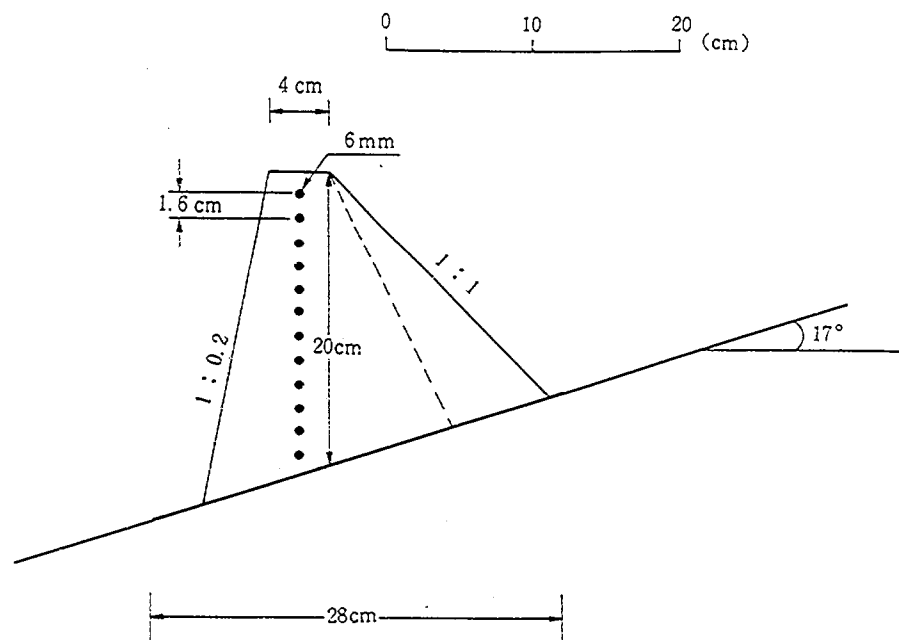


図-1.11 オーストリア型砂防ダム(d)模型図

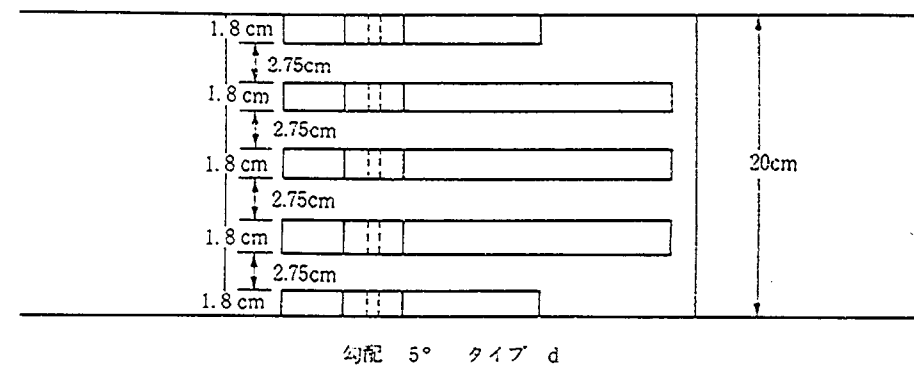
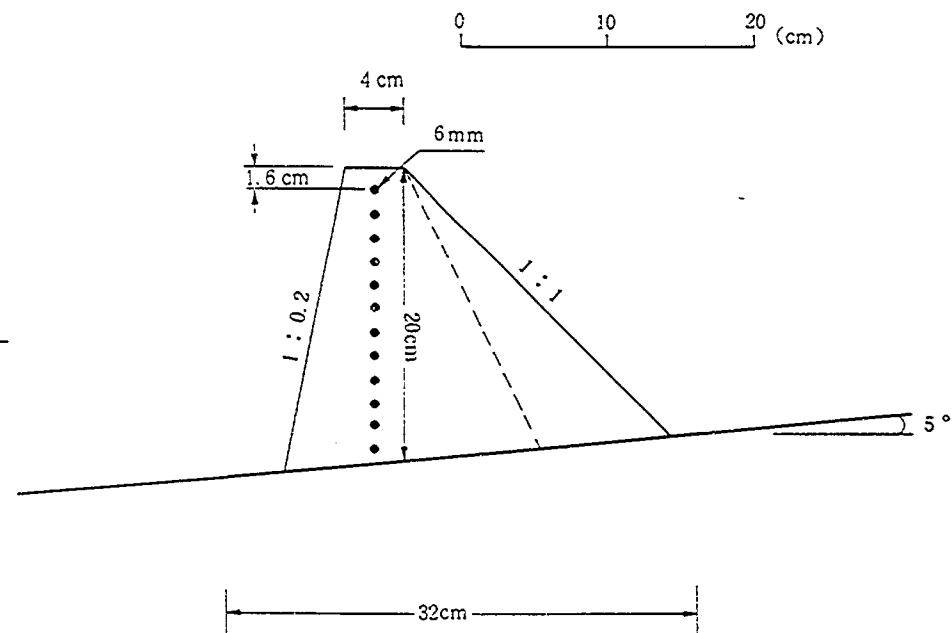


図-1.12 オーストリア型砂防ダム(d)模型図

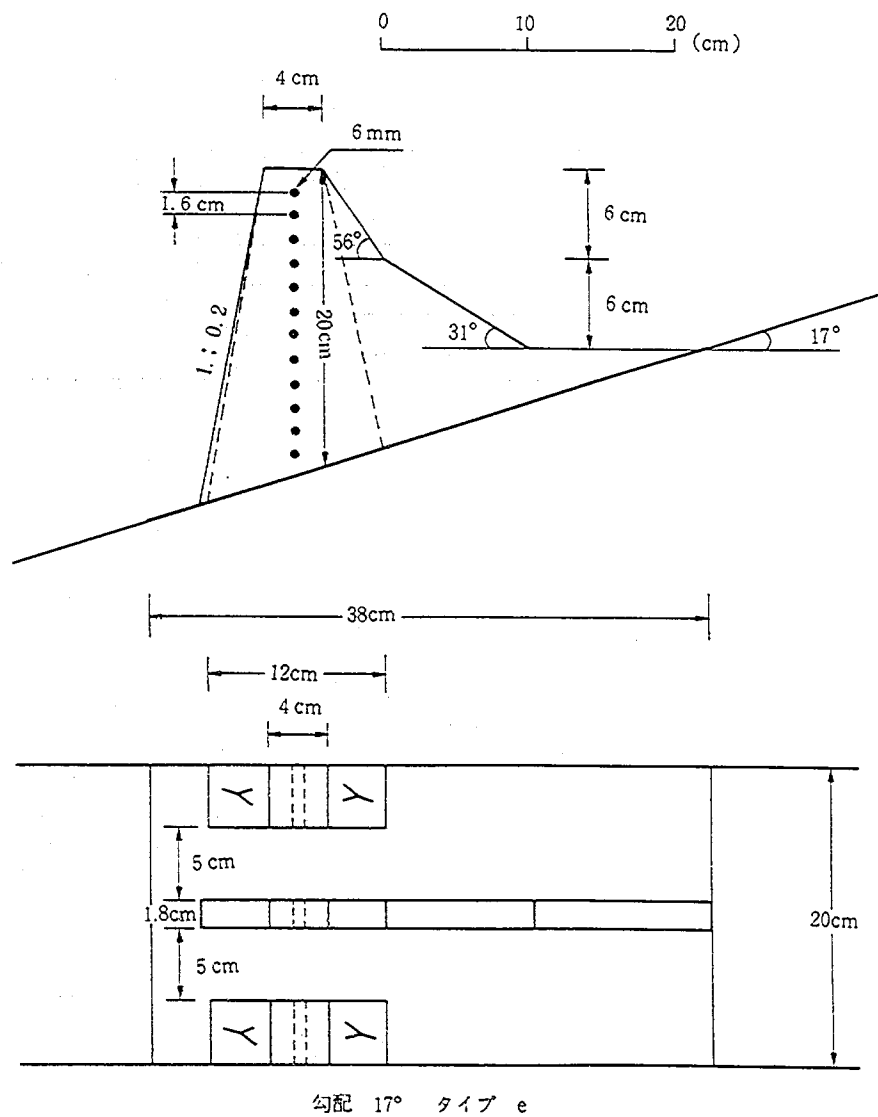


図-1.13 オーストリア型砂防ダム(e)模型図

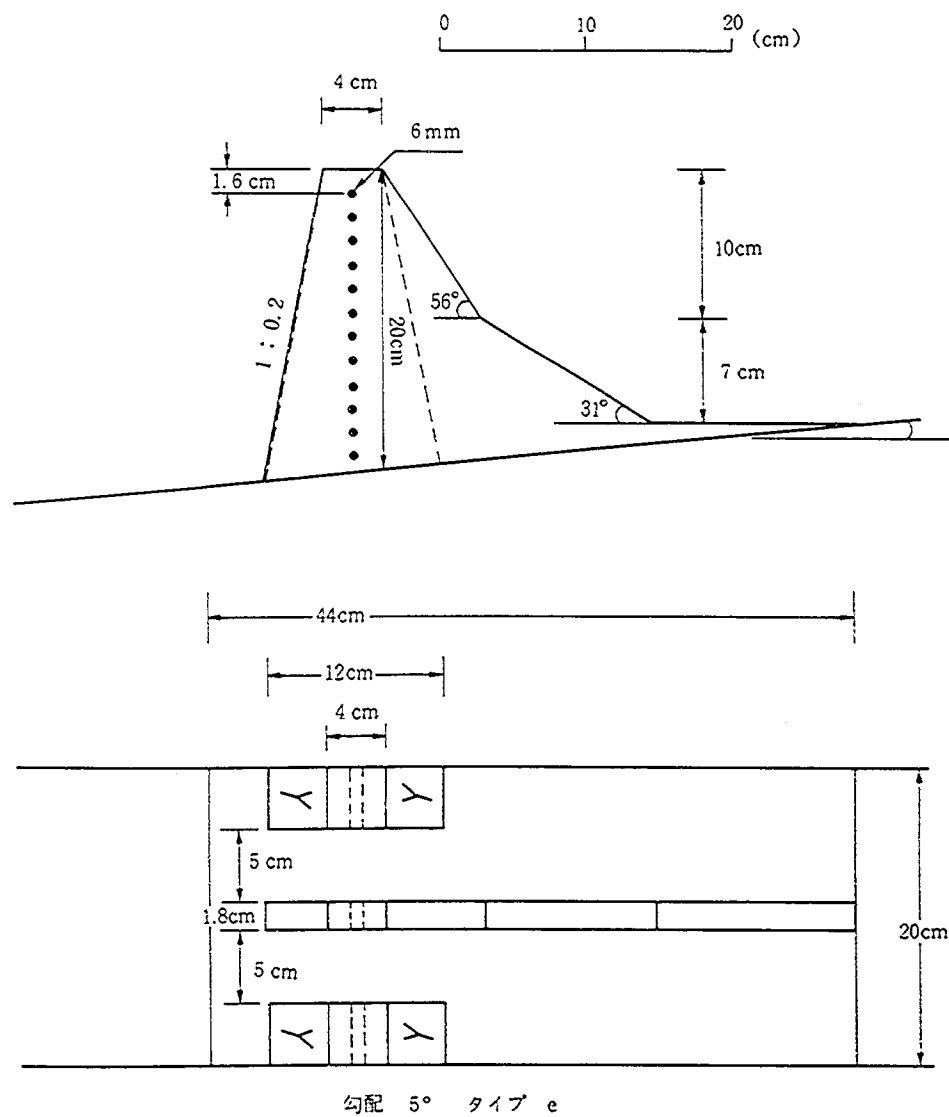


図-1.14 オーストリア型砂防ダム(e)模型図

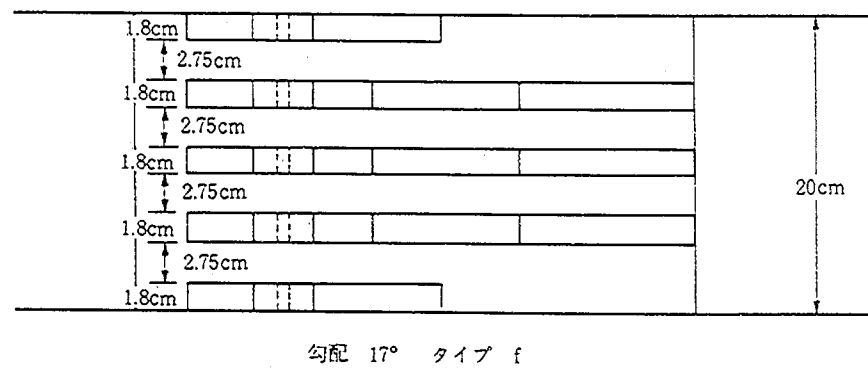
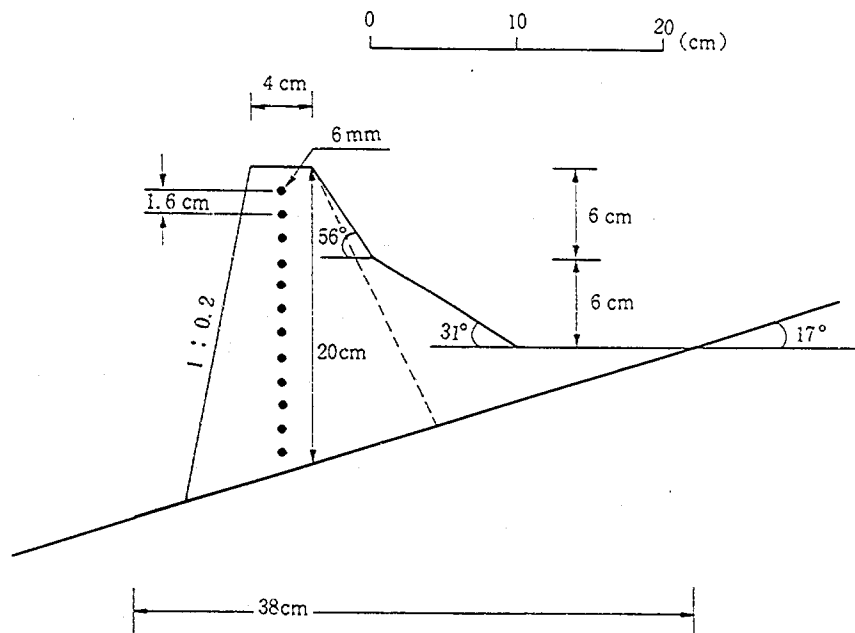


図-1.15 オーストリア型砂防ダム(f)模型図

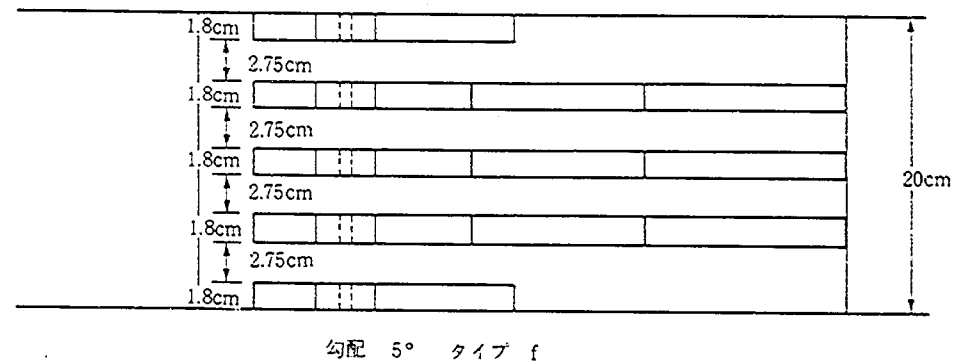
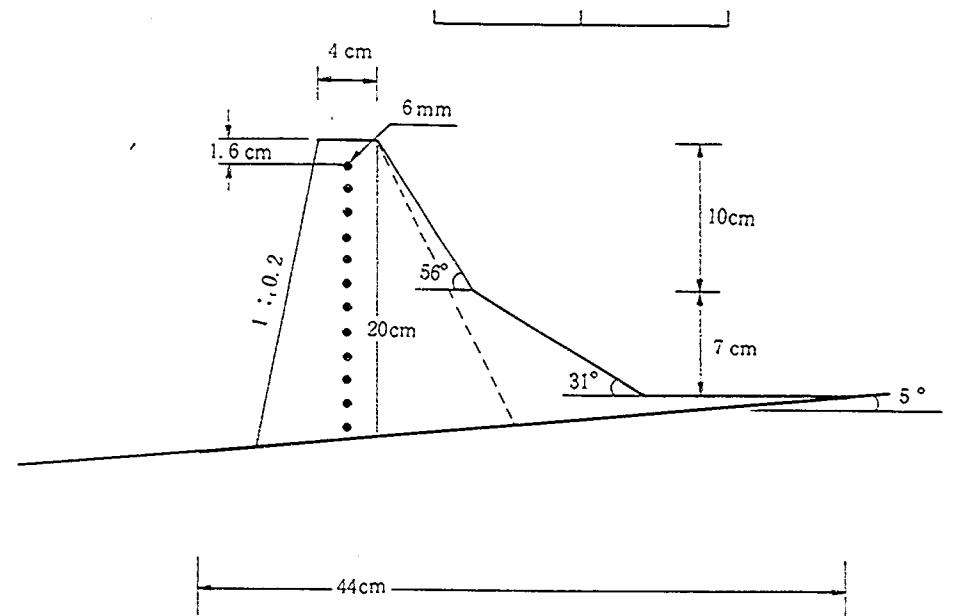


図-1.16 オーストリア型砂防ダム(f)模型図

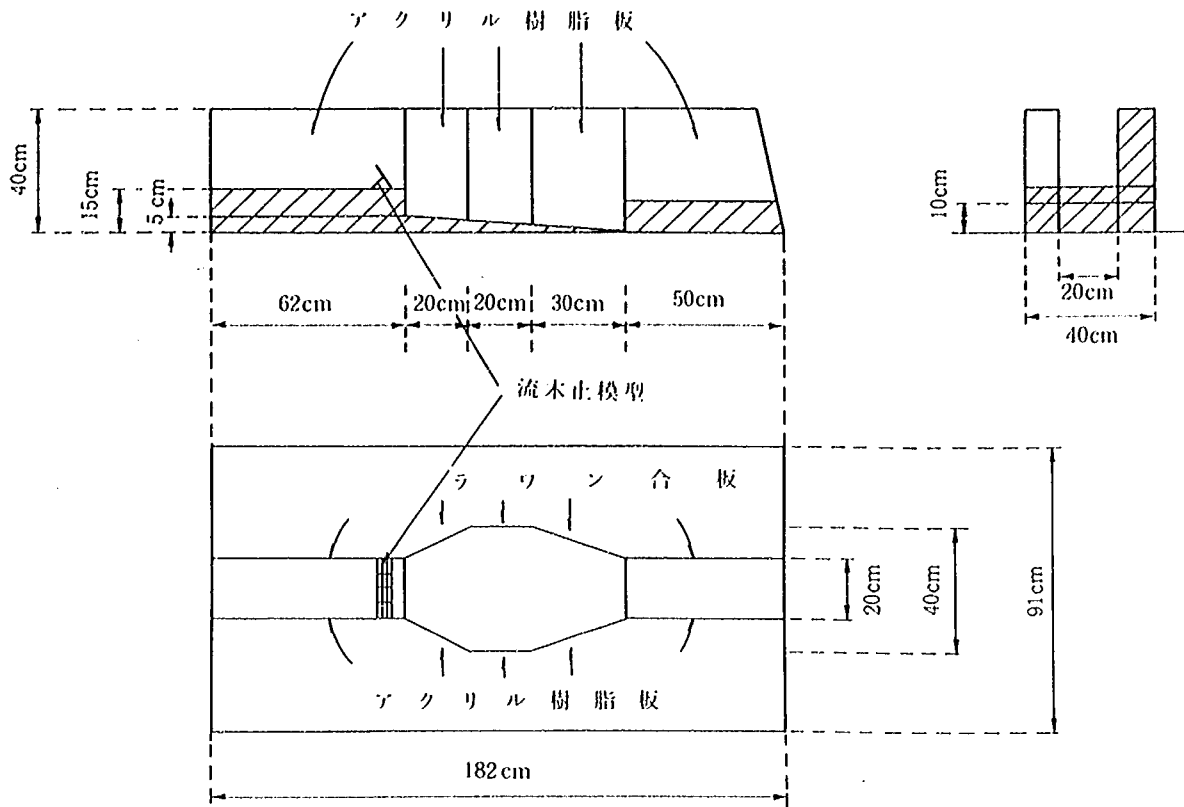


図-1.17 沈砂池模型図

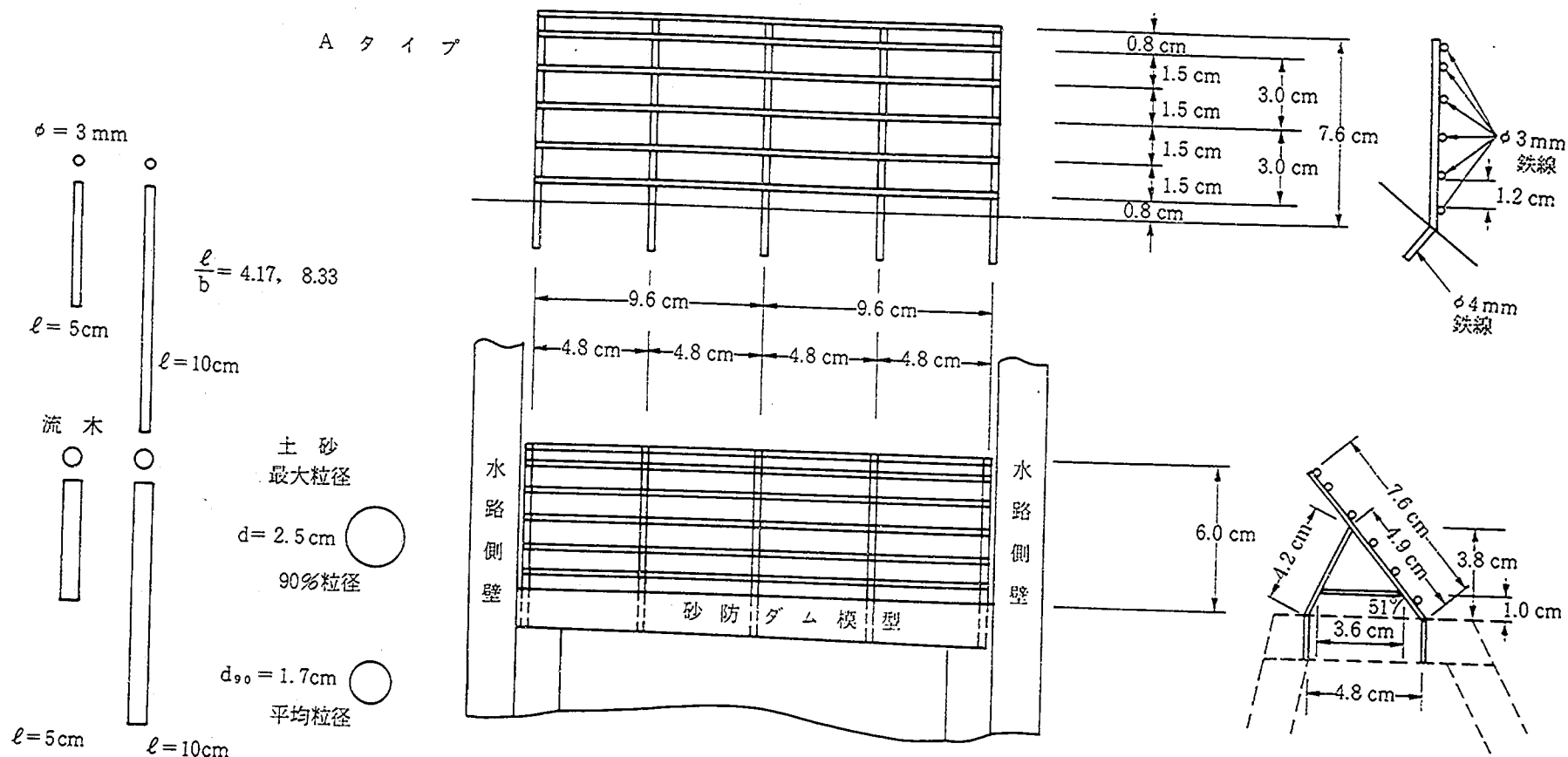
なお、実験に用いた流木は、縮尺 $1/50$ として、図-1.20、表-1.1 に示すように直径 3 mm と 8 mm、長さ 5 cm と 10 cm の組み合わせで、計 4 種類の木製の模型を用いた。なお使用した流木模型の自然乾燥時の比重は 0.625 であり実験を通しての比重は 0.91 ~ 0.98 であった。

実験に用いた土砂は、六甲山系住吉川において昭和42年の土石流による堆積土砂を 1ヶ所当り約 30m^3 (深さ 3 ~ 4 m) 計 2ヶ所掘削して巨石も含めて粒径分布を測定した結果⁴⁾ を基として、 $1/50$ に縮小した粒度で調整した砂礫を用いた。住吉川における実際の粒径分布と実験に用いた砂礫の粒径分布を図-1.21に示す。なお実験に用いた土砂量は実物では約 $2,400\text{m}^3$ に当る 20ℓ を基準として、その 0.5 倍および 1.5 倍の 10ℓ 、 30ℓ の 3 種類とした。

1.4 相似則

実験に用いた模型の縮尺は、鉛直方向、水平方向とも $1/50$ とし、その他の諸量の縮尺は、フルードの相似則を適用して表-1.2 のように決めた。なお流量は、六甲山系にある流域面積約 0.2km^2 の境川の計画洪水流量である $Q=11.7\text{m}^3/\text{sec}$ を基準として、流域面積の大きな溪流の場合も考慮して、その約 1.5 倍、3 倍の場合の流量も用いた。通水時間は、実際に約 30 分に当たる 4 分とした。

A タイプ



B タイプ

越美山系砂防、能郷谷第3号砂防ダムの土砂・流木堆積調査によれば流木の閉塞条件は、スクリーンの水平間隔に支配される。

閉塞条件 $\frac{\ell}{b} > 1.8$ ℓ : 流木長 b : 水平スクリーン間隔

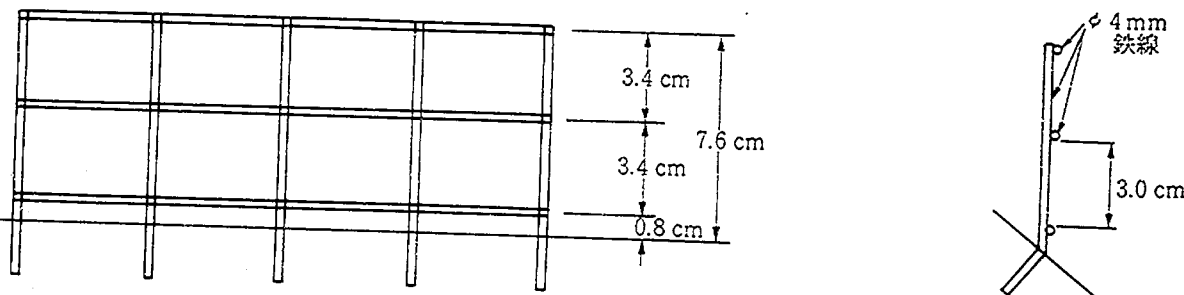


図-1.18 流木止スクリーン模型図

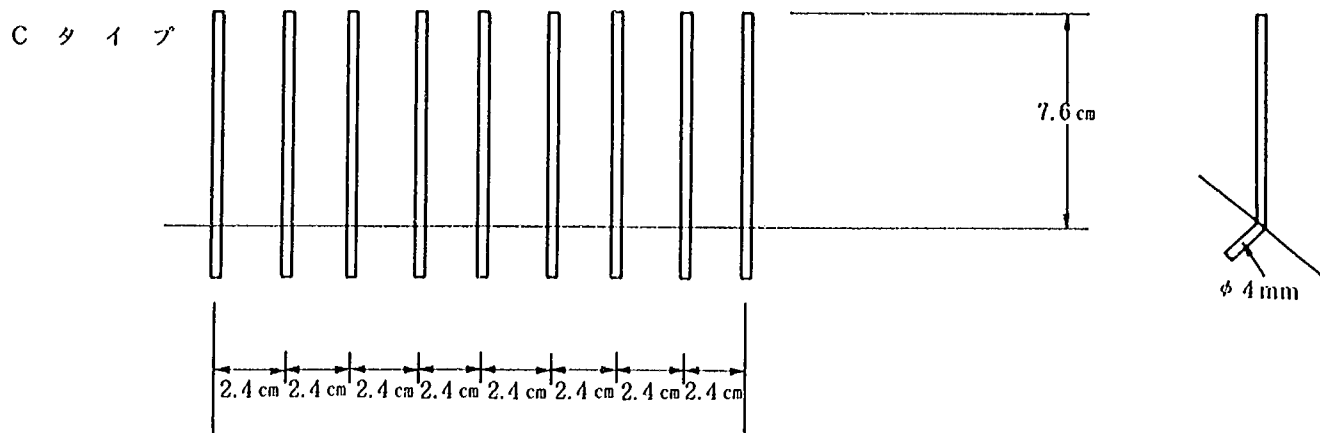


図-1.19 流木止スリット模型図

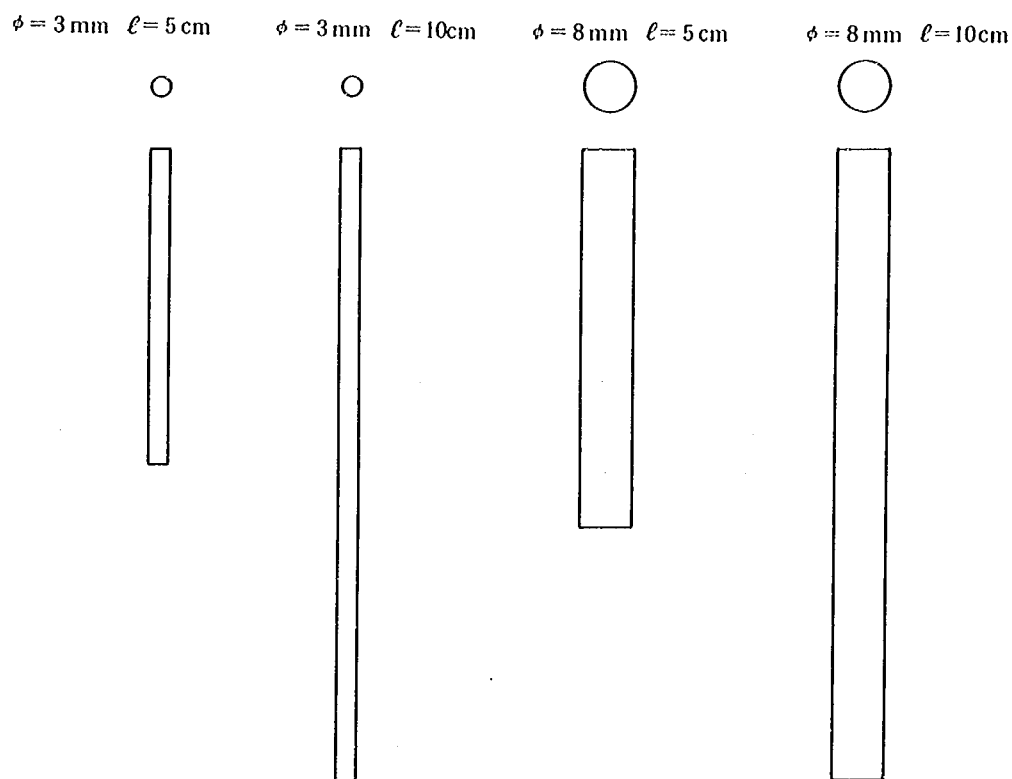


図-1.20 流木模型図

表-1.1 実験に用いた流木模型と実物の大きさ

		実 物	模 型
細い流木	短	$\phi = 15 \text{ cm} \quad \ell = 2.5 \text{ m}$	$\phi = 3 \text{ mm} \quad \ell = 5 \text{ cm}$
	長	$\phi = 15 \text{ cm} \quad \ell = 5 \text{ m}$	$\phi = 3 \text{ mm} \quad \ell = 10 \text{ cm}$
太い流木	短	$\phi = 40 \text{ cm} \quad \ell = 2.5 \text{ m}$	$\phi = 8 \text{ mm} \quad \ell = 5 \text{ cm}$
	長	$\phi = 40 \text{ cm} \quad \ell = 5 \text{ m}$	$\phi = 8 \text{ mm} \quad \ell = 10 \text{ cm}$

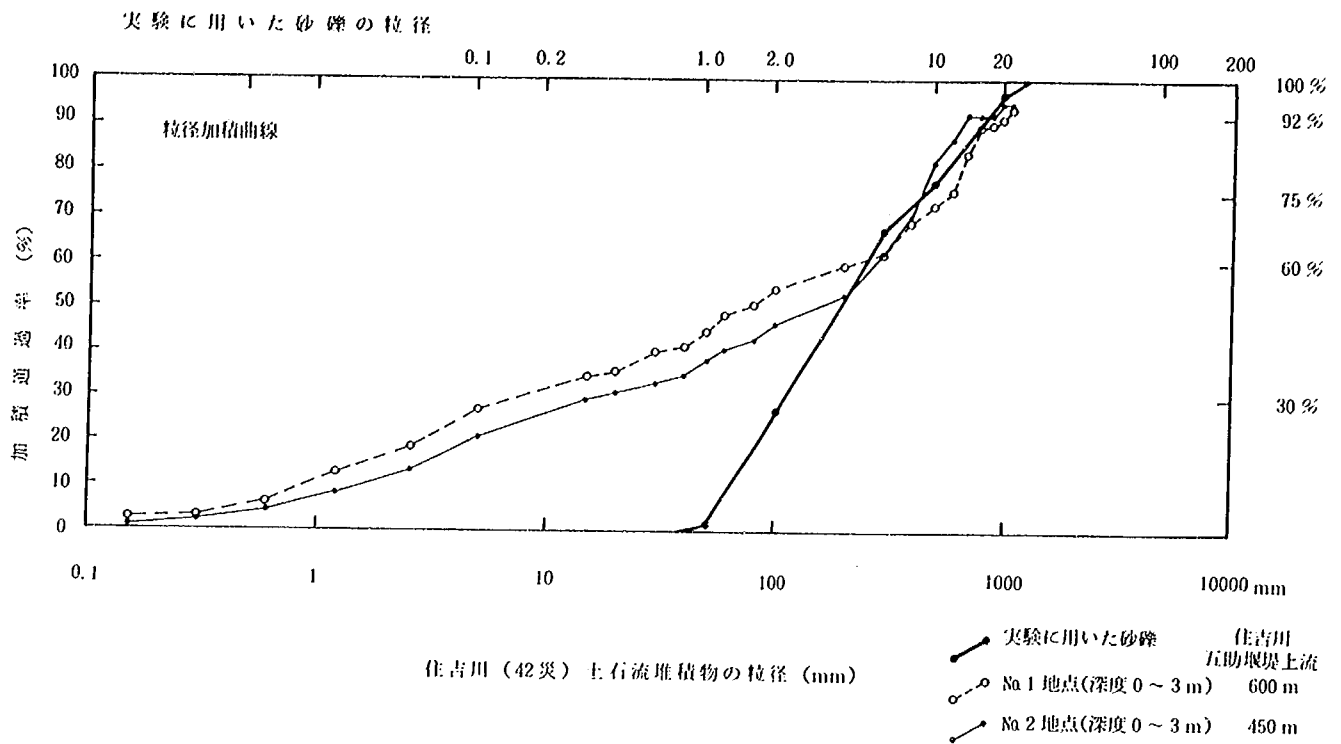


図-1.21 住吉川における土石流堆積物の粒径分布と実験に用いた砂礫の粒径分布

表-1.2 実験に用いた諸量の縮尺比一覧表

諸 量	次 元 (L-F-T)	縮 率		実 物	模 型
		比	縮 尺		
水平成分(X)	L	X_r	1 : 50	5 m, 10m	10cm, 20cm
鉛直成分(h)	L	H_r	1 : 50	3 m, 10m	6 cm, 20cm
勾配 (h/X)	—	$H_r \cdot X_r^{-1}$	1 : 1	$5^\circ (1/3.3) 17^\circ (1/1.4)$	$5^\circ, 17^\circ$
面 積 (A)	L^2	$H_r \cdot X_r$	1 : 2,500	0.2 km ²	80m ²
体 積 (V _o)	L^3	$H_r \cdot X_r^2$	1 : 125,000	2,400 m ³	19.2 ℓ ≒ 20 ℓ
流 速 (V)	$L \cdot T^{-1}$	$H_r^{1/2}$	1 : 7.07		
流 量 (Q)	$L^3 \cdot T^{-1}$	$X_r \cdot H_r^{3/2}$	1 : 17,677.7	11.7, 17.7, 35.3 m ³ /s	0.66, 1.0, 2.0 ℓ/s
時 間 (T)	T	$X_r \cdot H_r^{-1/2}$	1 : 7.07	30 分	255 sec
粗度係数(n)	$L^{1/3} \cdot T$	$H_r^{2/3} X_r^{-1/2}$	1 : 1.92	0.040	0.019

2. 実 験

2.1 実験ケース

実験ケースは砂防ダムの形状，流木止のタイプ，位置と有無，流量，土砂量，流木の径，流木の長さ，流木の本数等の条件を変化させて表－2.1 および表－2.2 に示すように組み合わせて，合計 428 ケース実施した。

表－2.1 実験条件一覧表

建設省六甲型流木止付砂防ダム

勾配°	ダムー流木止タイプ	流 量 ℓ / s	土砂量 ℓ	流木の径 mm	流木の長さ cm	流木の本数	ケース
17	1. 流木止なし	0.66	10	3	5	100	320 ケース
5	2. 主ダムーAタイプ	1	20 (30)	8	10	(200)	
	3. 主ダムーBタイプ	2					
	4. 副ダムーAタイプ						
	5. 副ダムーBタイプ						

オーストリア型

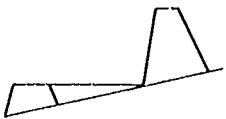
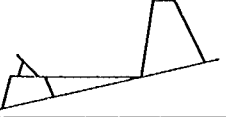
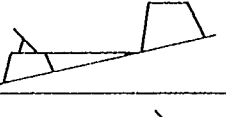
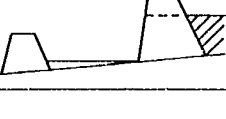
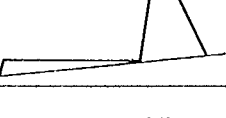
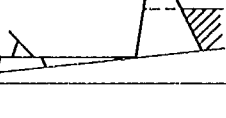
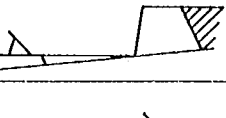
勾配°	ダ ム タイプ	横 桁	流 量 ℓ / s	土砂量 ℓ	流木の径 mm	流木の長さ cm	流木の本数	ケース
17	a	あ り	2	30	3	5	100	96ケース
5	b	な し			8	10		
	c							
	d							
	e							
	f							

沈砂池模型

勾配°	流木止	流 量 ℓ / s	土砂量 ℓ	流木の径 mm	流木の長さ cm	流木の本数	ケ ー ス
5	な し	2	30	3	5	100	12ケース
	Aタイプ			8			
	Bタイプ				10		

合計 428 ケース

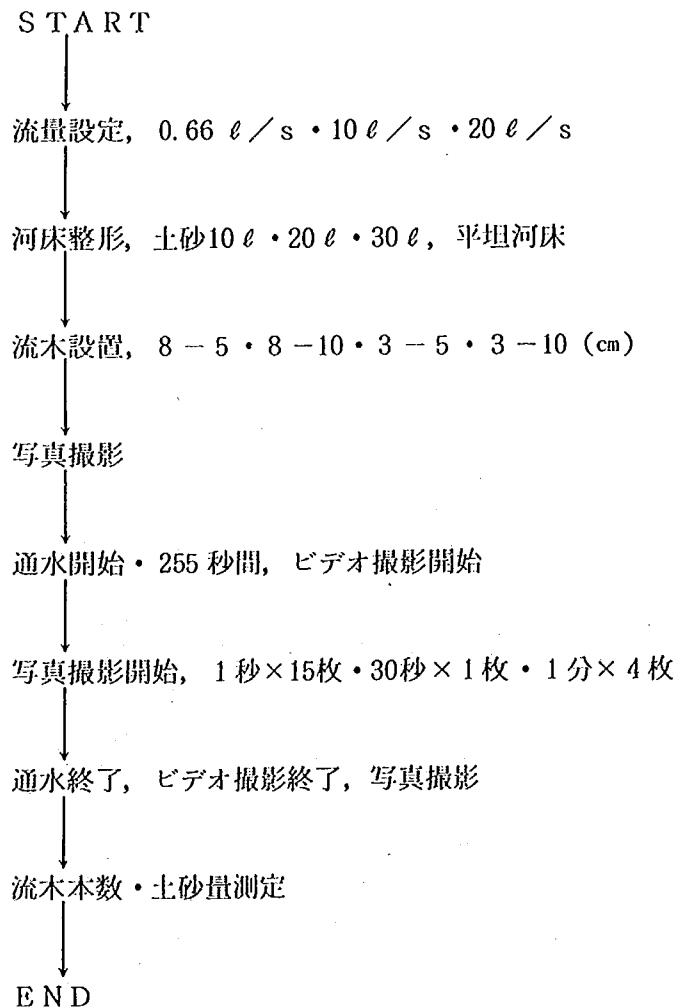
表-2.2 建設省六甲型流木止付砂防ダム実験ケース内訳

勾配 (ケース)	砂防ダム：流木止	流木止 タイプ	ケース (No.)	実験条件	流量 Q_s 土砂量 V 流木本数 n	流木径 ϕ 流木長 ℓ 流木種類 m
17° (232)		なし①	12(1~12) 12(13~24) 24(25~48) 12(49~60)	○流木の流し方(敷砂上に「立てる」と「横に置く」) ○主ダム上流にあらかじめ堆砂しておく ○ $n = 100$ 本と 200 本の比較 $\phi = 8$ ○ $n = 100$ 本で $\phi = 3$ のもの		
		なし②	24(61~84)	○副ダムなし(垂直壁) Q_s V n ϕ ℓ 0.66 10 ℓ 100 8 5 1.0 ℓ/s 20 ℓ 3 $\times$ 10 2.0		
		A③ B④	24 (85~108) 24 (109~132)	○副ダムにA型 (同 上) ○副ダムにB型		
		B⑥ A⑥	24 (133~156) 24 (157~180)	○副ダムにB型 (同 上) ○副ダムにA型		
		副主 A B ⑦ B A ⑧	24(181~204) 2*(205~206) 24(207~230) 2*(231~232)	○副ダム-A, 主ダム-B (同 上) ○副ダム-B, 主ダム-A		
5° (88)		なし①	16	Q_s V ϕ ℓ 0.66 ℓ/s 10 ℓ 8 $\times$ 5 あらかじめ堆砂 2.0 ℓ/s 30 ℓ 3 $\times$ 10		
		—②	—	—		
		A③ B④	16 16	Q_s V ϕ ℓ 0.66 10 ℓ 8 $\times$ 5 あらかじめ堆砂 2.0 30 ℓ 3 $\times$ 10		
		B⑥ A⑤	4 4	Q_s V ϕ ℓ 0.66 10 ℓ 8 $\times$ 5 あらかじめ堆砂 3 $\times$ 10		
		A B ⑦ B A ⑧	16 16	Q_s V ϕ ℓ 0.66 10 ℓ 8 $\times$ 5 あらかじめ堆砂 2.0 30 ℓ 3 $\times$ 10		
計 320 ケース			* 流木 4 種混合 (各25本) を 4 ケース行う			

2.2 実験方法

1 ケース毎の実験フローチャートを図－2.1に示す。

水路土への土砂の敷均しは、水路上流端より、土砂量10ℓの場合は厚さ5cmで長さ約1.0m、土砂量20ℓの場合は厚さ5cmで長さ約2.0m、土砂量30ℓの場合は厚さ7.5cmで長さ2.0mとした。また模型流木は、原則として敷均した土砂の上に河床に対して垂直に、ほぼ等間隔で図－2.2に示すように立てて設置した。ただし、一部のケースでは、立木を敷均した土砂の上に横に並べて設置し、立てた場合との流木の流れ方の比較を行った。立木を敷砂上に立てた場合の立て方と、通水後の流木及び土砂の流下状況の一例を写真－2.1～2.2に示す。



図－2.1 実験フローチャート

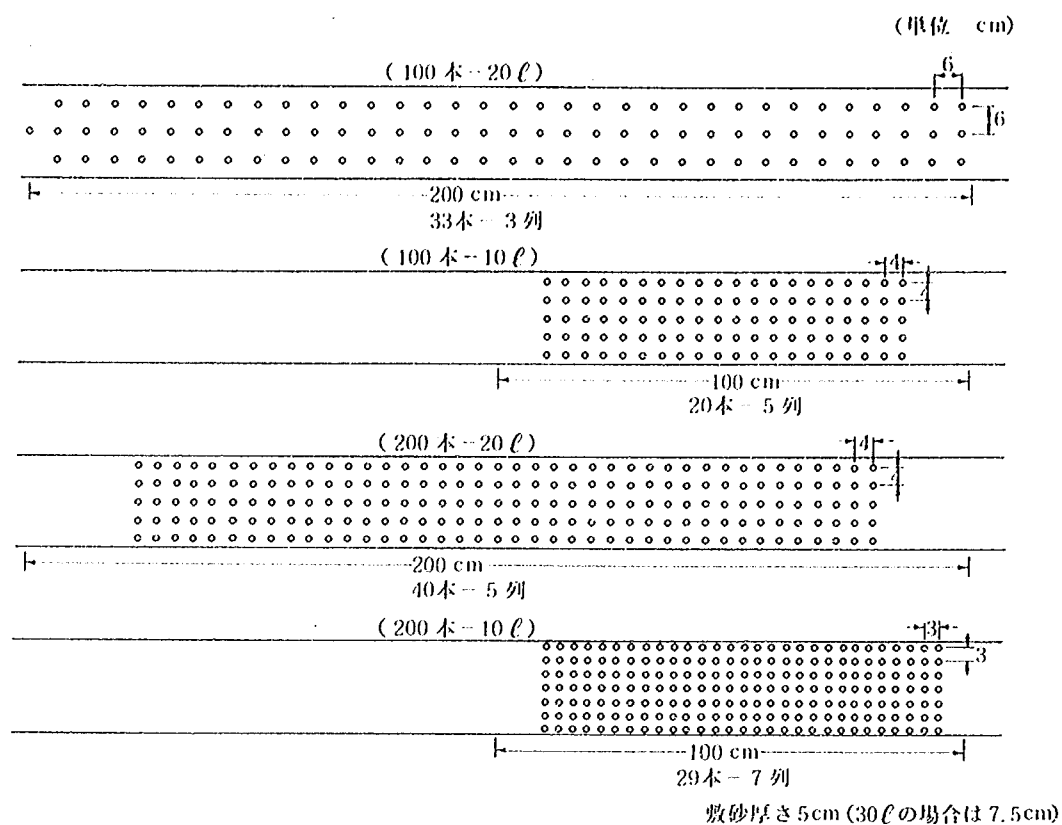


図 - 2.2 流木設置・河床整形位置図

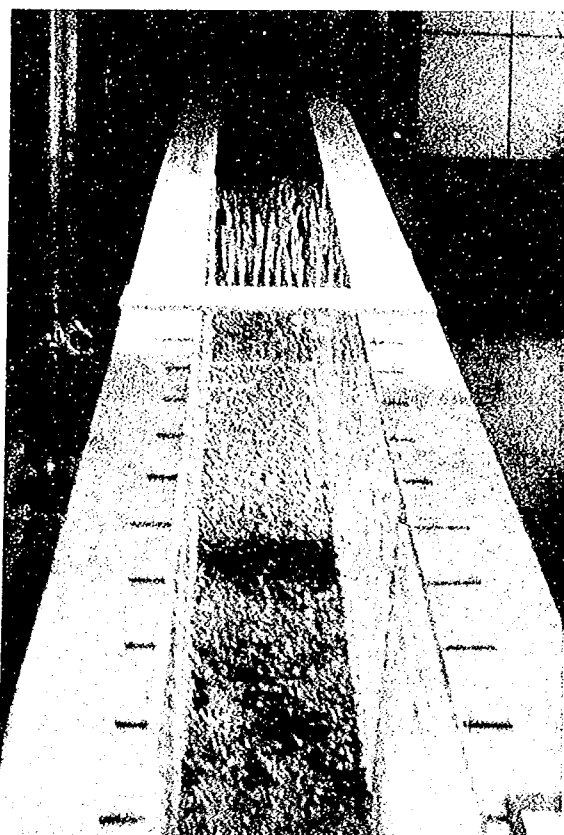
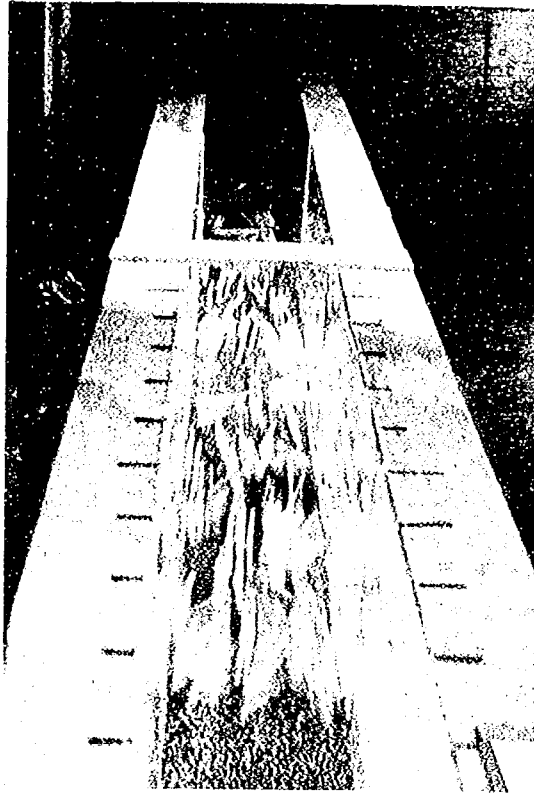


写真 - 2.1 通水前の流木の設置状況



写真－2.2 通水3秒後の流木の流下状況

2.3 計測項目

流木本数の測定は、通水終了後、図－2.3に示すように、 ℓ_s ＝砂防ダム模型到達前に水路上で停止した本数、 ℓ_b ＝土石流堆砂中に埋没した本数、 ℓ_e ＝主ダム（流木止スクリーン）上流で停止あるいは捕捉された本数、 ℓ_w ＝水叩上（流木止スクリーン上流）で停止あるいは捕捉された本数、 ℓ_i ＝副ダム（流木止スクリーン）下流へ流出した本数をそれぞれ測定した。これと同様に流出土砂量の測定も図－2.4に示すように、 d_s ＝砂防ダム模型到達前に水路上で停止した土砂量、 d_r ＝砂防ダム上流側に堆砂した土砂量、 d_e ＝本副間の水叩上に堆砂した土砂量、 d_i ＝副ダム下流へ流出した土砂量をそれぞれ測定した。

また、実験中に主ダムおよび副ダム（水叩下流）を越流（流下）する水深を測定するとともに、実験終了後の流木模型の比重も測定した。

砂防ダム模型（沈砂池模型）付近を流下する時の土石流、流木の流況を記録するために、砂防ダム模型の上方に35mmモータドライブカメラおよびビデオカメラを設置し、さらに側方にビデオカメラを設置して撮影・記録した。

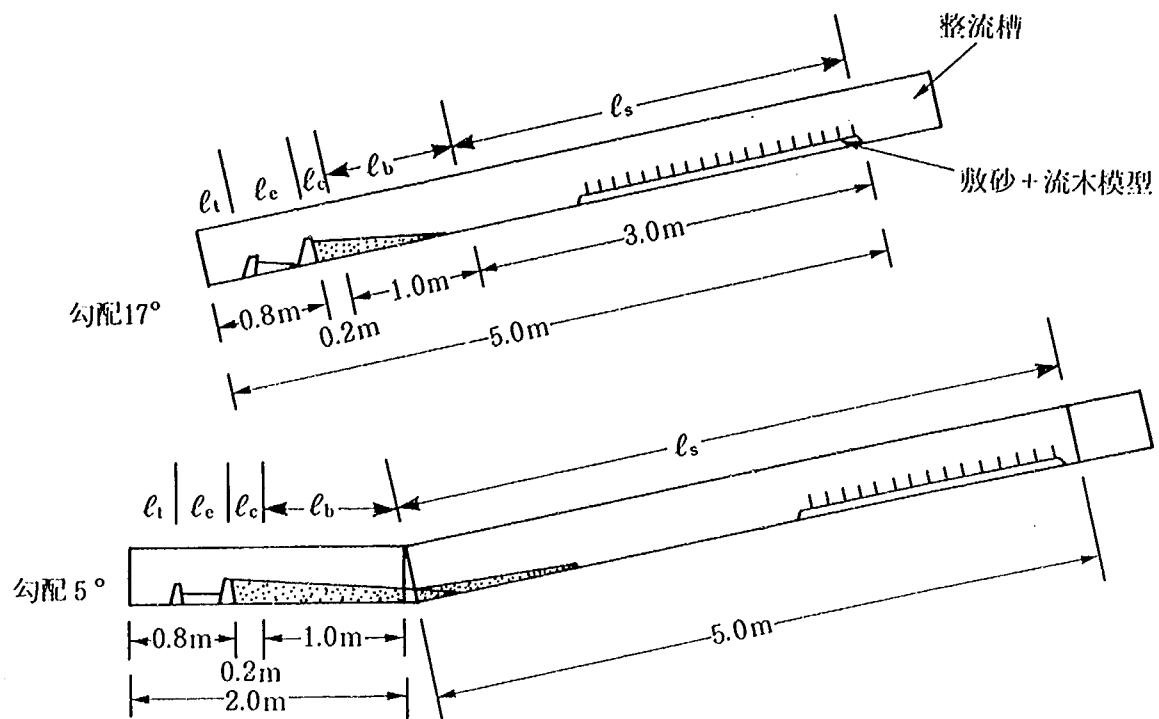


図- 2. 3 流木本数の測定区間

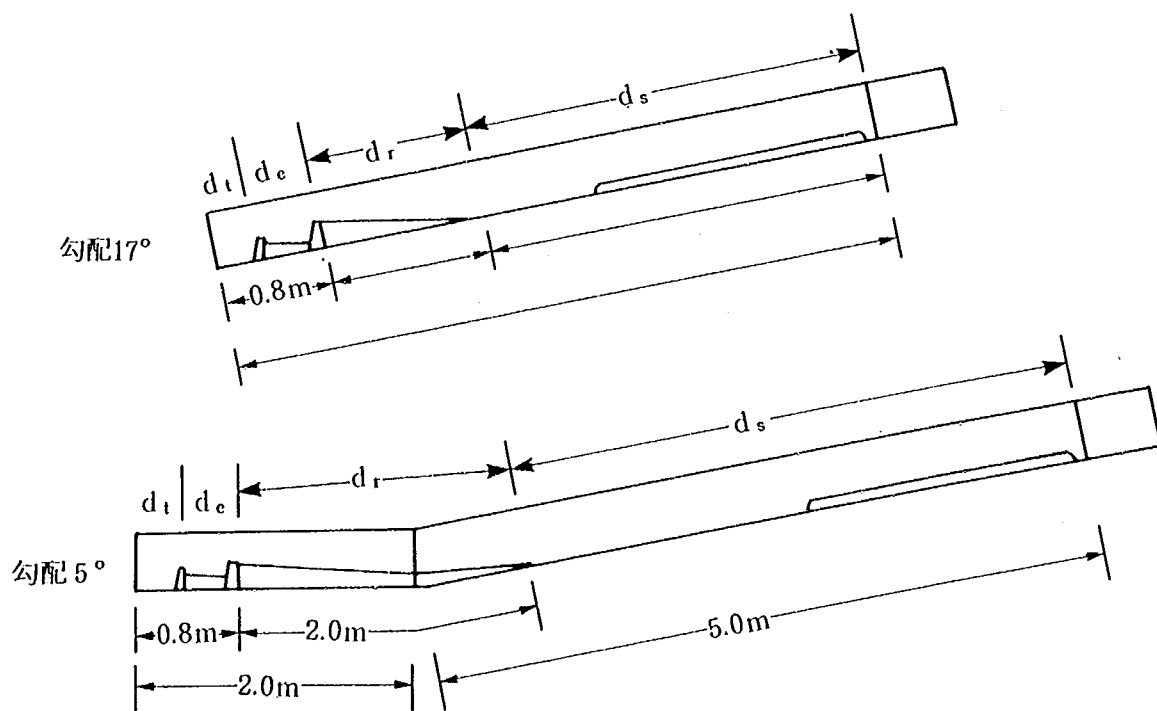
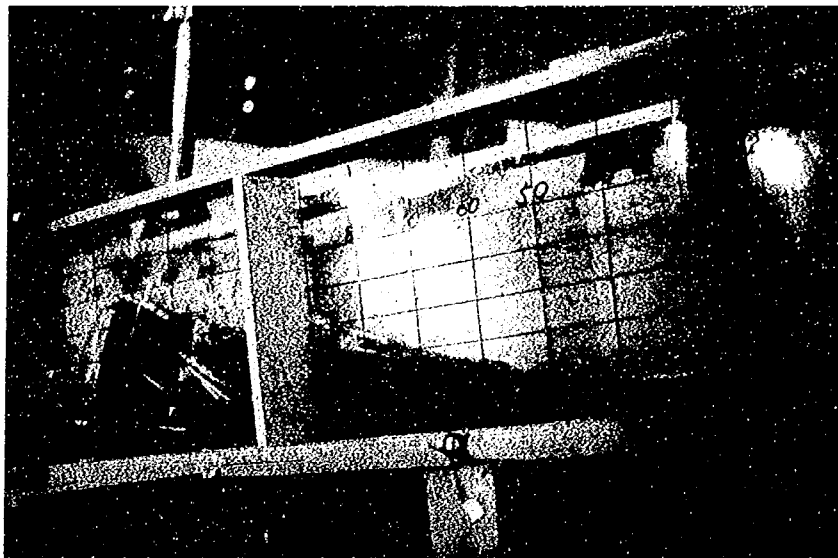


図- 2. 4 土砂量の測定区間

3. 実験結果と考察

3.1 流木の停止・堆積形態

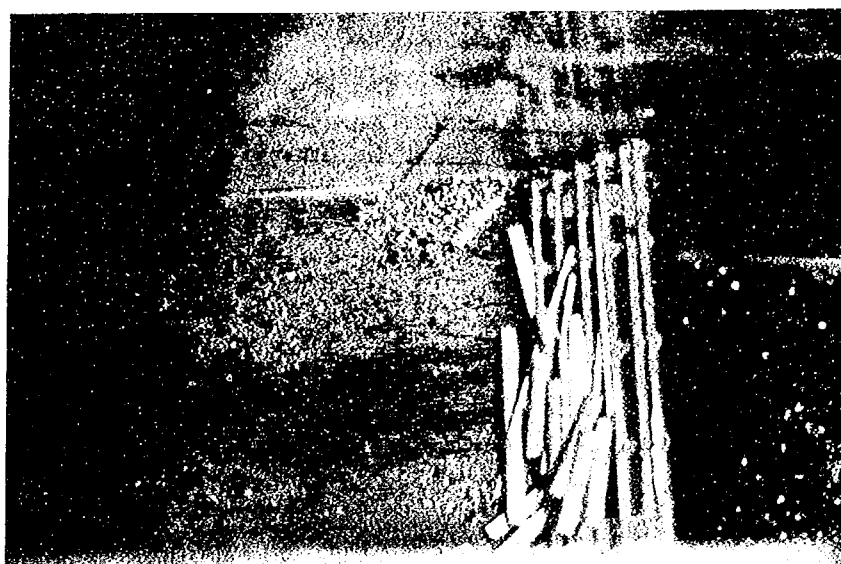
流木を含んだ土石流が砂防ダムの堆砂地内に堆積する時に、土石流内に混じっていた流木の一部は土砂の中に埋没して堆積する（写真－3.1）。土石流の中の土砂の堆積により分離して堆砂地の流水の表面に浮上した流木は砂防ダム水通し部を流水に浮かんで越流する（写真－3.2）。さらに越流した流木は水叩き上を流下して行き、水叩工の下流端に流下止スクリーンがある場合は一部の流木はこの流木止スクリーンに引掛かり捕捉される（写真－3.3）。流木止スクリーンへの流木の捕捉形態は写真－3.3に示すようにはほぼ水平であり、主として流木止スクリーンの縦材により引掛かっている。また、砂防ダムに副ダムがあり、水褥池が形成されて、かつ単位幅流量が比較的少ない場合には短い流木は主ダムからの落下水が水褥地内へ落下するときの流水の動きにより主ダム直下流付近の水褥池内で回転を続け、結果的に主ダムと副ダム間に流木が滞留する（写真－3.4）。しかしながら単位幅流量が増加すると流木は流水とともに順次下流へ流下してしまい水褥池内にはとどまらない。



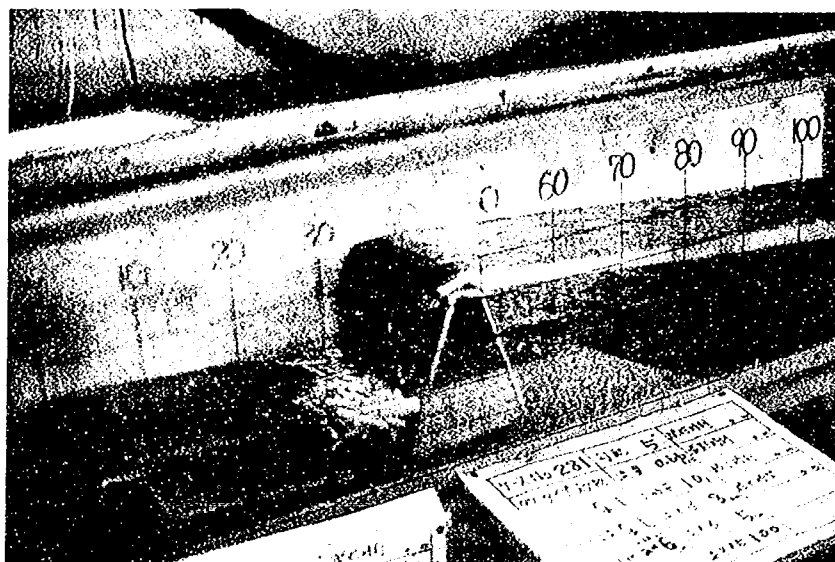
写真－3.1 砂防ダム堆砂地内への土砂の堆積と土砂内への流木の埋没状況



写真－3.2 流木の砂防ダム越流状況



写真－3.3 流木の流木止スクリーンによる捕捉状況



写真－3.4 水褥池内での流木の滞留状況

3.2 砂防ダム形状、流木の種類と流木捕捉率

副ダム及び水叩工を含む砂防ダム全体としての流木の捕捉率Cを次のように定義する。

$$\text{捕捉率：} C = \frac{100 \times (\ell_c + \ell_e + \ell_b) (\text{砂防ダム上及び堆砂地に停止した流木本数})}{\ell_t + \ell_c + \ell_e + \ell_b (\text{砂防ダムへ流入して来た流木本数})} \quad (\%)$$

砂防ダムのダム形状および流木の種類と流木の捕捉率Cの関係を図－3.1～3.4に、また沈砂池での流木種類別の捕捉率を図－3.5に示す。

これらの図より次のことが言える。

- ① 建設省六甲型流木止付砂防ダムは、通常の流木止なしの砂防ダムに比べて流木の捕捉率が高く、流木止の効果がある。すなわち流木止スクリーンは効果がある。
- ② 一般に流木の径が小さいもの程、また長さが短いもの程、(流木止付)砂防ダムでの捕捉率が減少する。逆に言えば、太くて長い流木ほど(流木止付)砂防ダムで捕捉(停止)され易い。
- ③ A型スクリーンとB型スクリーンでは流木の捕捉率に顕著な差がない。すなわち、スクリーンの鉛直方向の間隔は捕捉率に対する影響が少い。

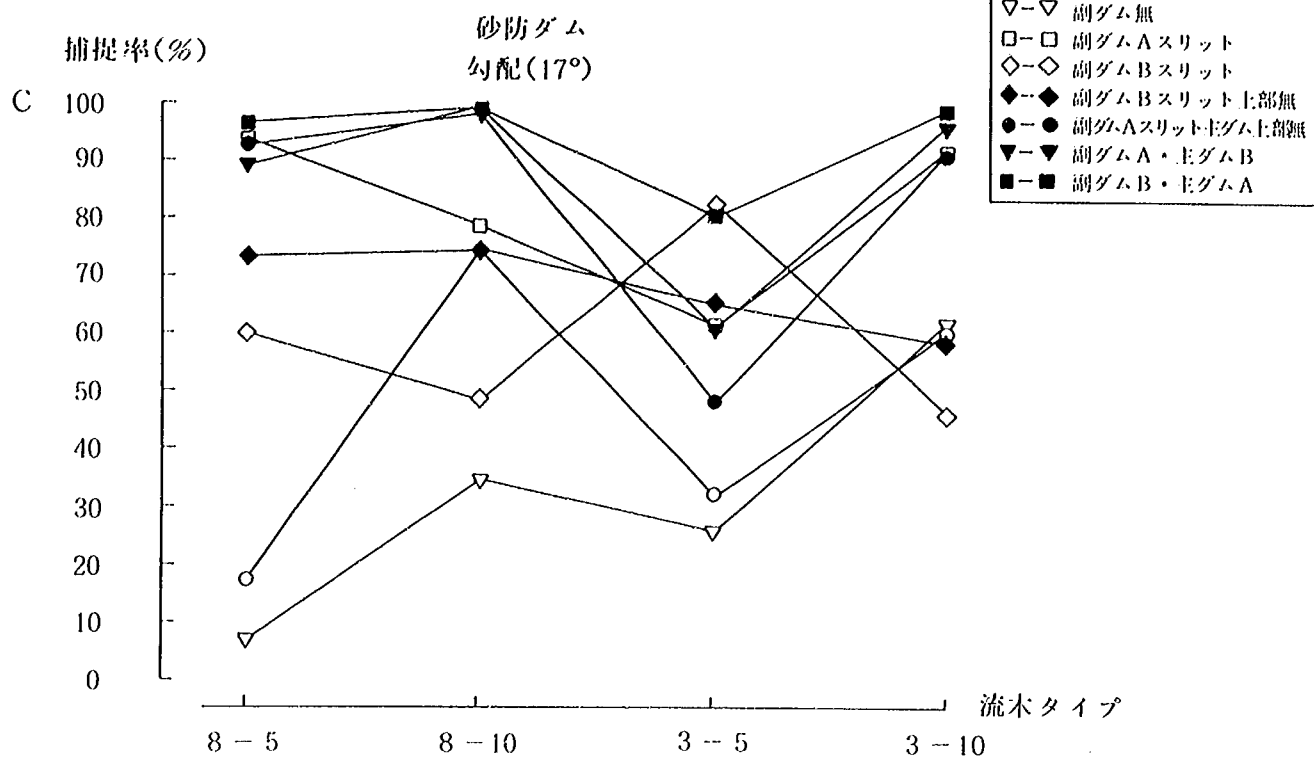


図-3.1 ダム形状における流木の捕捉率

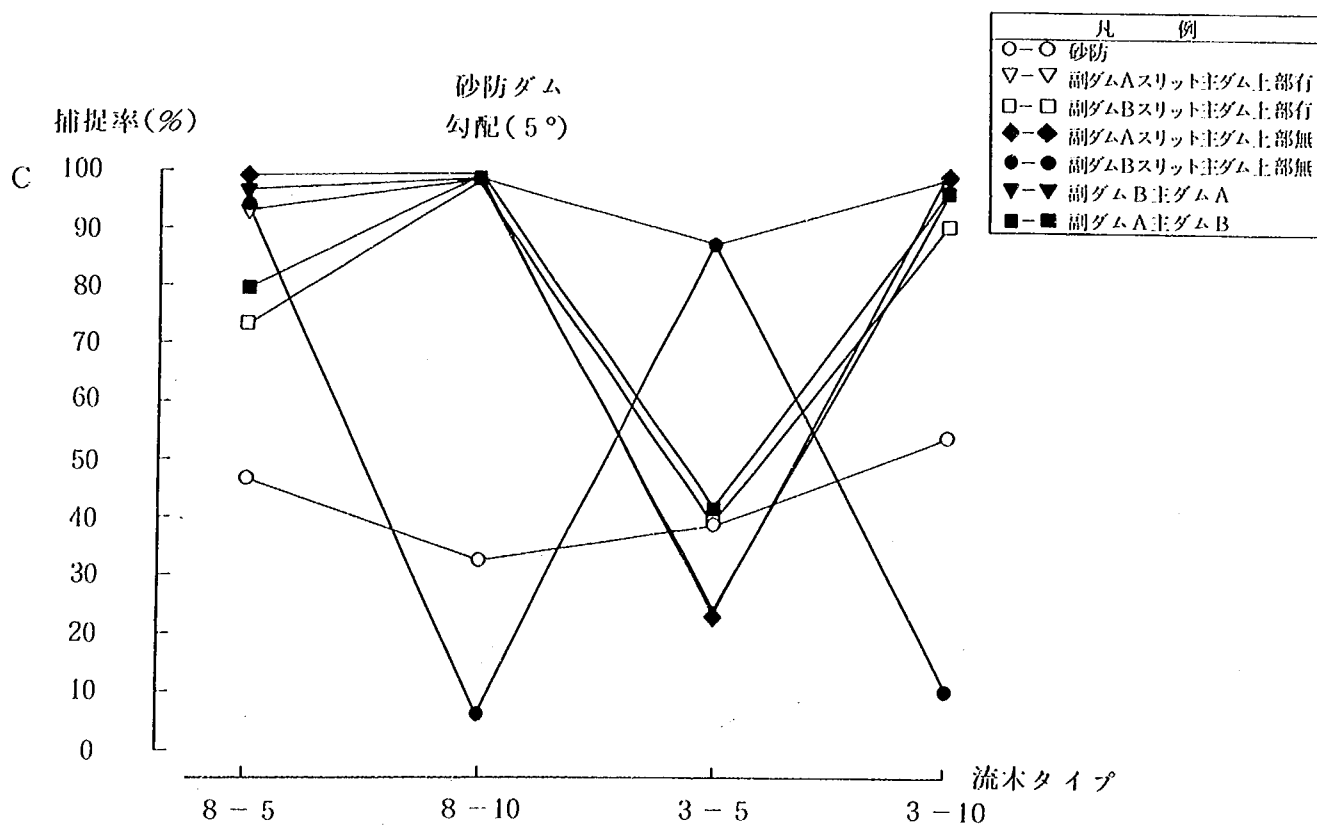


図-3.2 ダム形状における流木の捕捉率

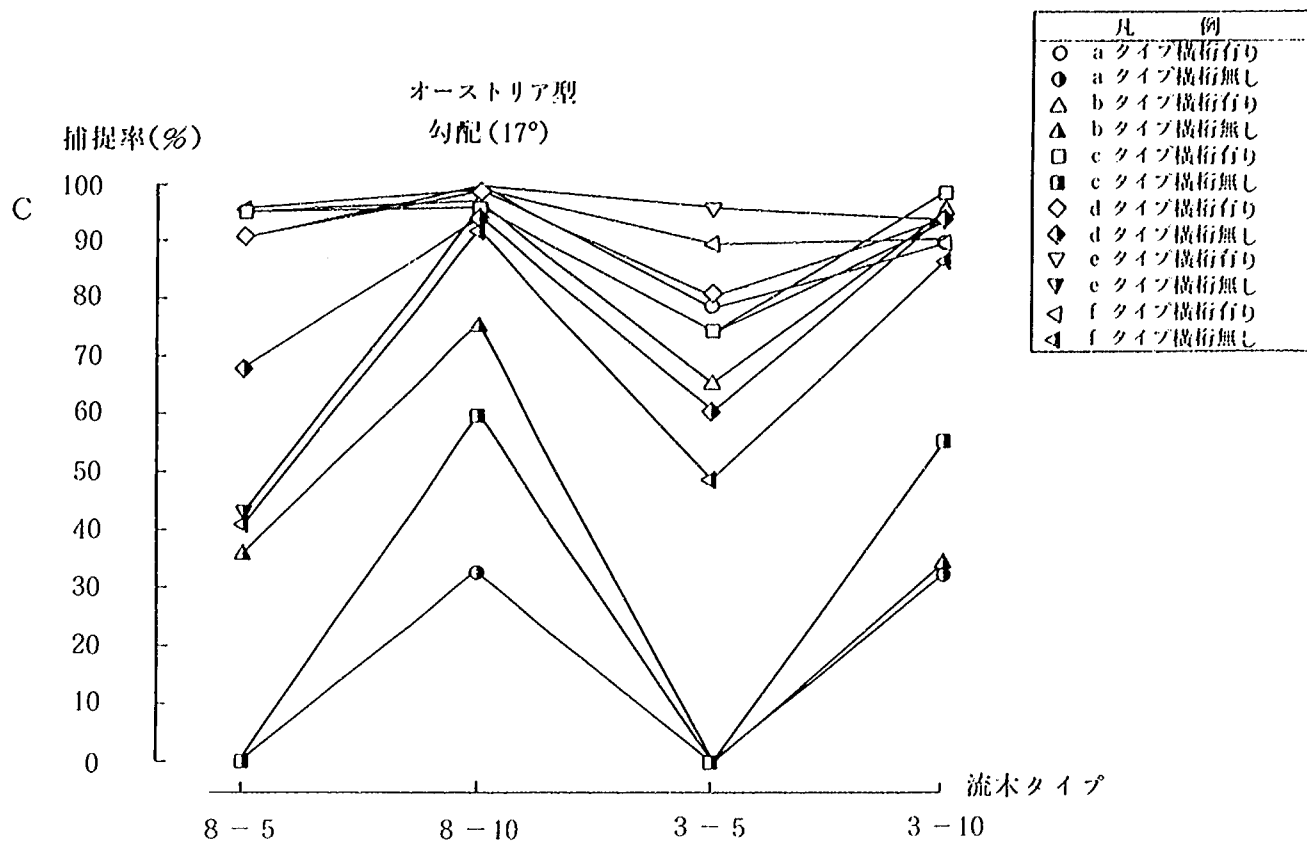


図-3.3 ダム形状における流木の捕捉率

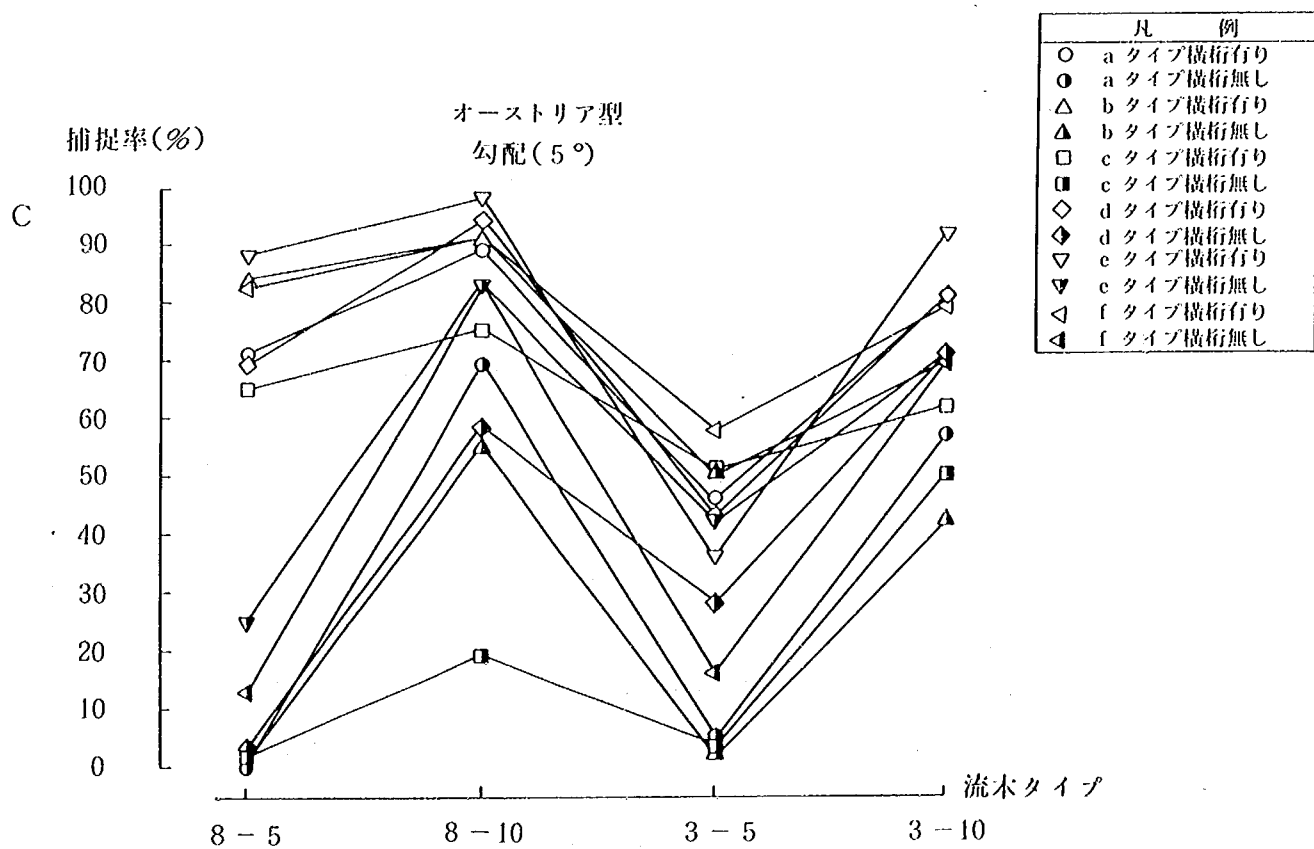


図-3.4 ダム形状における流木の捕捉率

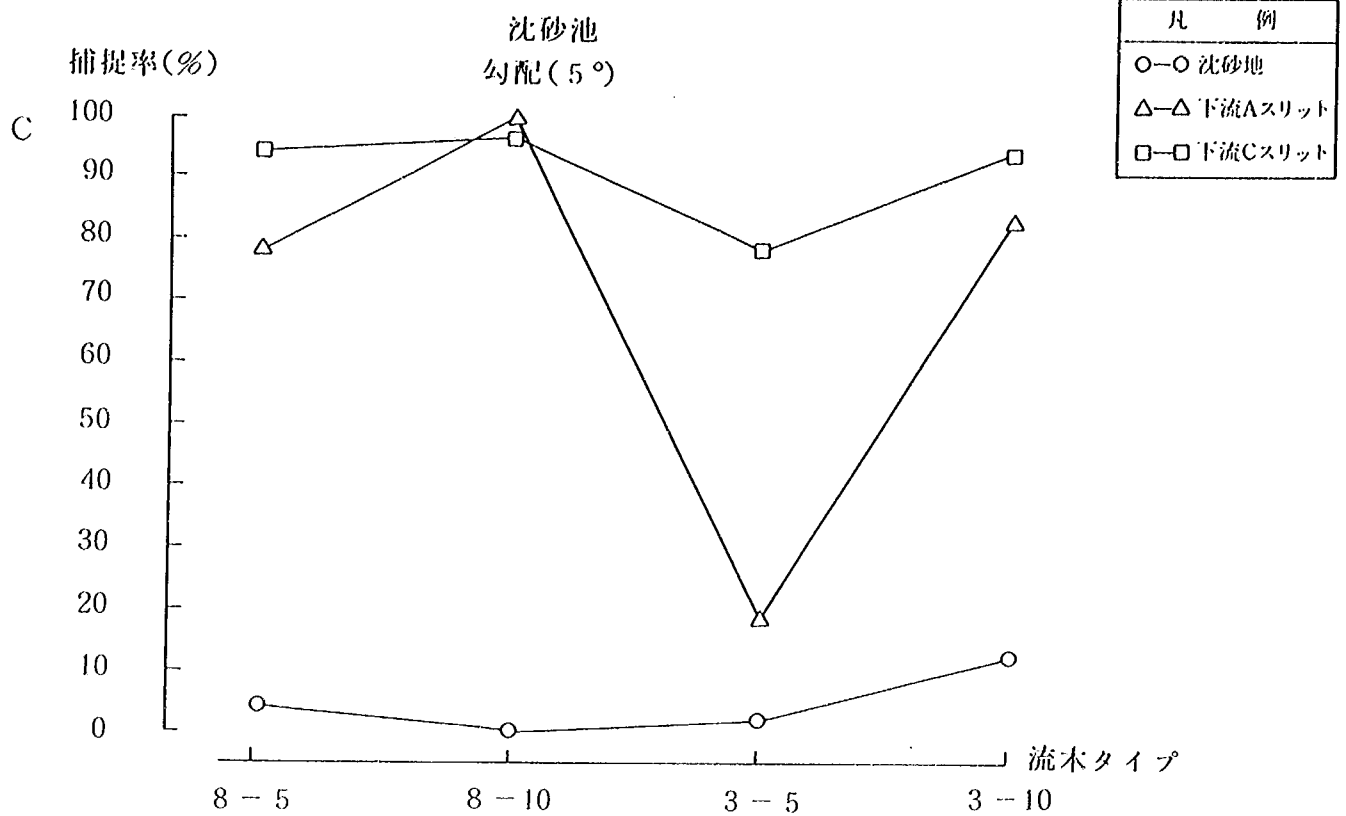


図-3.5 スリット形状における流木の捕捉率

3.3 流量, 土砂量と流木捕捉率

砂防ダムからの流木の流出率Dを次のように定義する。

$$\begin{aligned} \text{流出率: } D &= \frac{100 \times \ell_i \text{ (砂防ダム下流へ流出した流木本数)}}{\ell_i + \ell_e + \ell_c + \ell_b \text{ (砂防ダムへ流入して来た流木本数)}} \quad (\%) \\ &= 100 - C \quad (\%) \end{aligned}$$

従って, 流出率Dが高くなることは捕捉率Cが低くなることを意味する。流量, 土砂量と砂防ダムによる流木の流出率 (逆の意味で捕捉率) の関係を図-3.6, 3.7に示す。

これらの図より次のことが言える。

- ④ 流量が大きくなると捕捉率は低下する。すなわち流出率は大きくなる。
- ⑤ 土砂量が多くなると捕捉率は低下する。すなわち流出率は大きくなる。

3.4 オーストリア型砂防ダムでの横桁の有無と流木捕捉率

オーストリア型砂防ダムでの横桁の有無と流木の流出率の関係を図-3.8, 3.9に示す。これらの図より次のことが言える。

- ⑥ オーストリア型砂防ダムに横桁をつけて無い場合に比較して流木の捕捉率が高くなる。すなわち横桁には流木の捕捉効果がある。

建設省六甲型流木止付砂防ダム

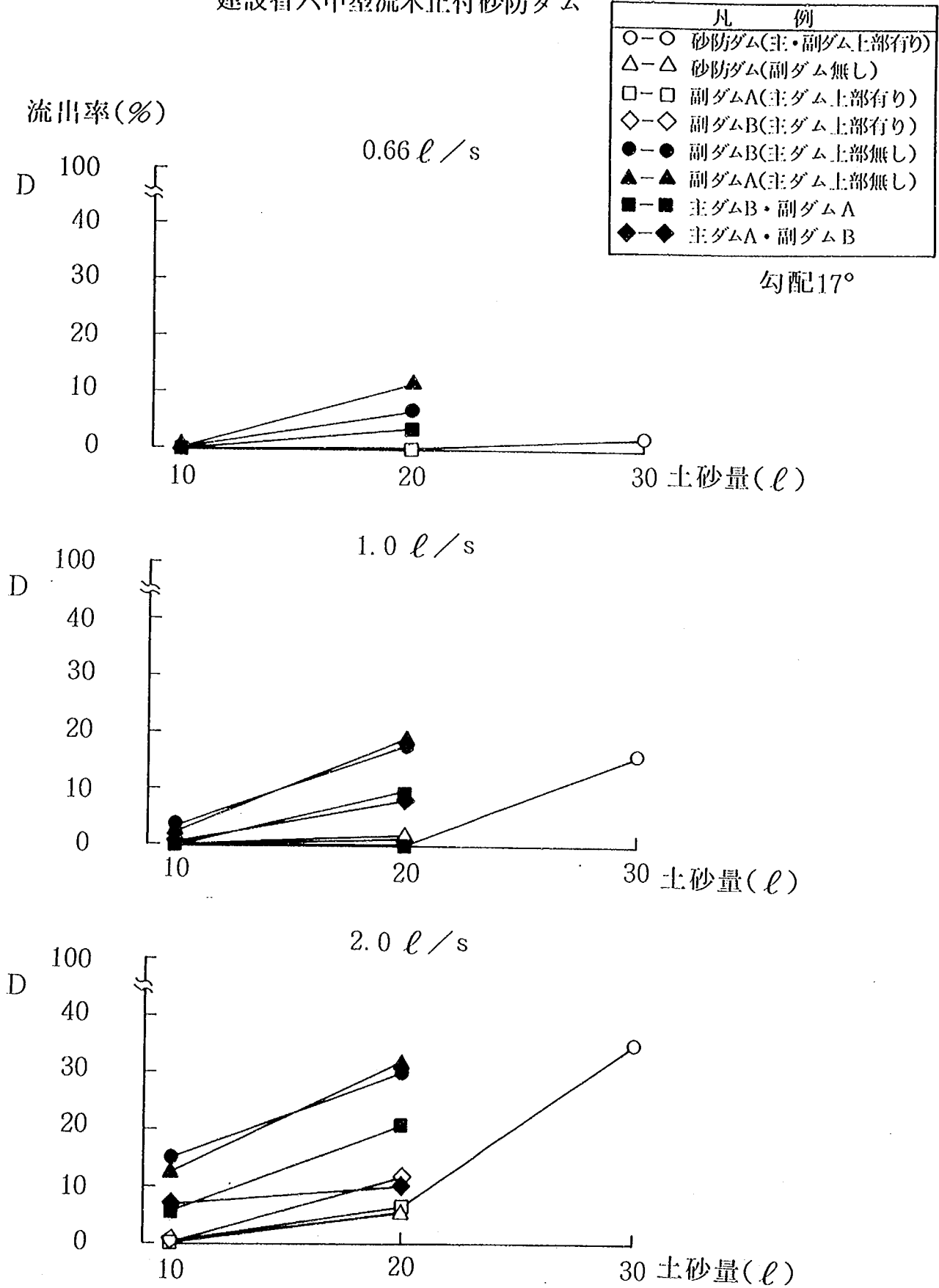


図-3.6 流量、土砂量別の流木流出率

建設省六甲型流木止付砂防ダム

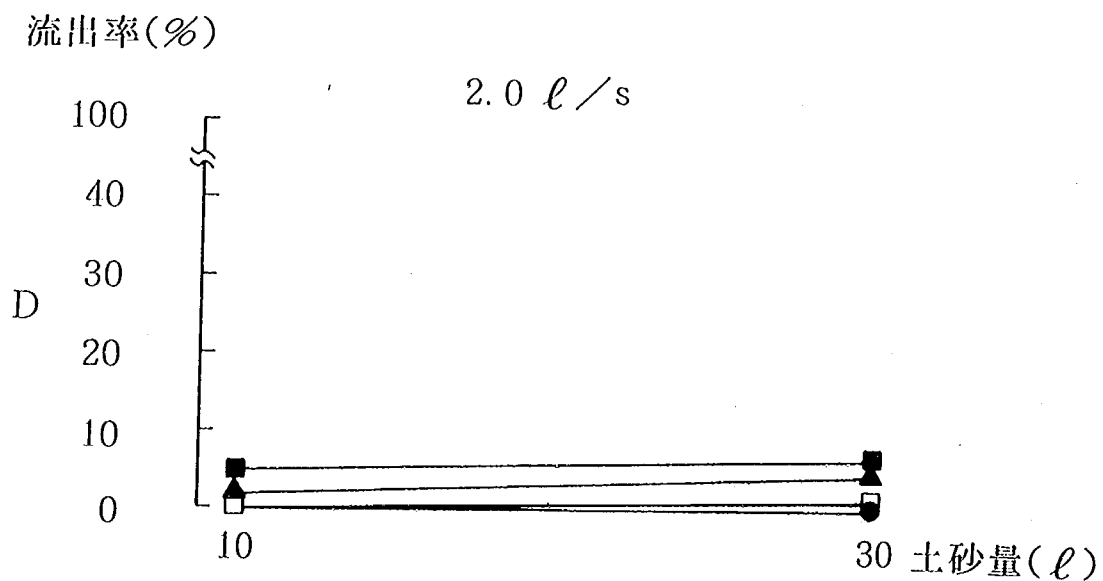
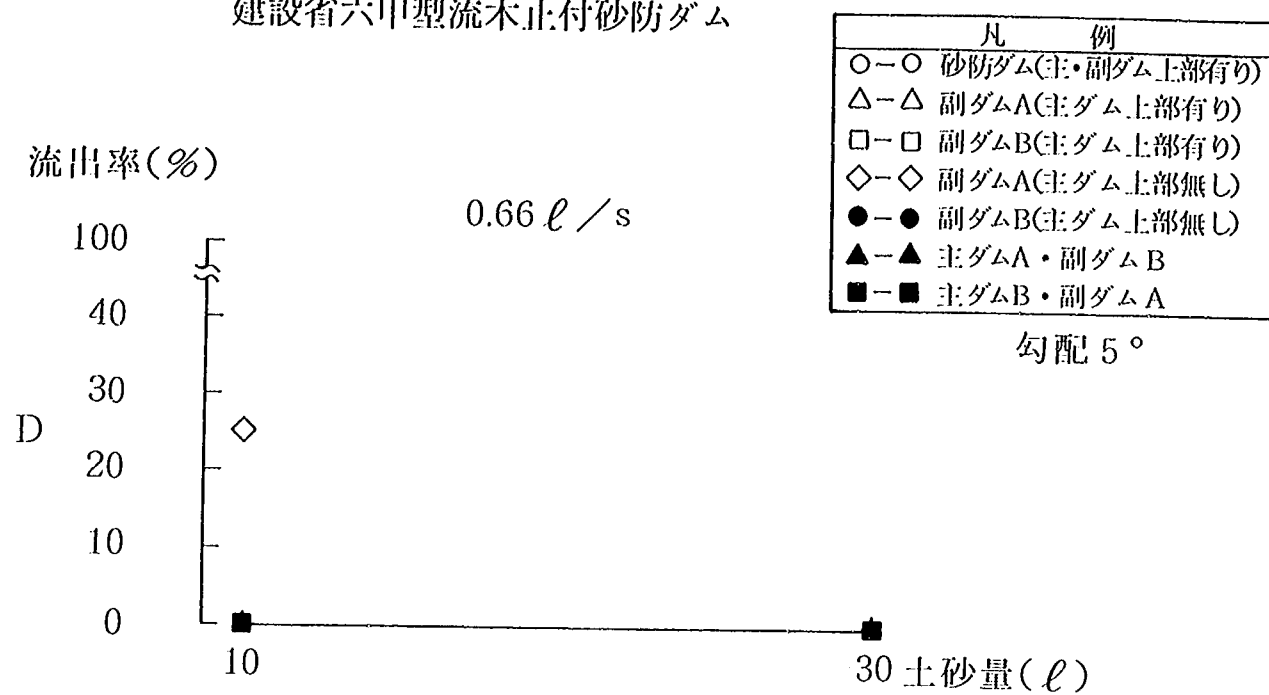


図-3.7 流量, 土砂量別の流木流出率

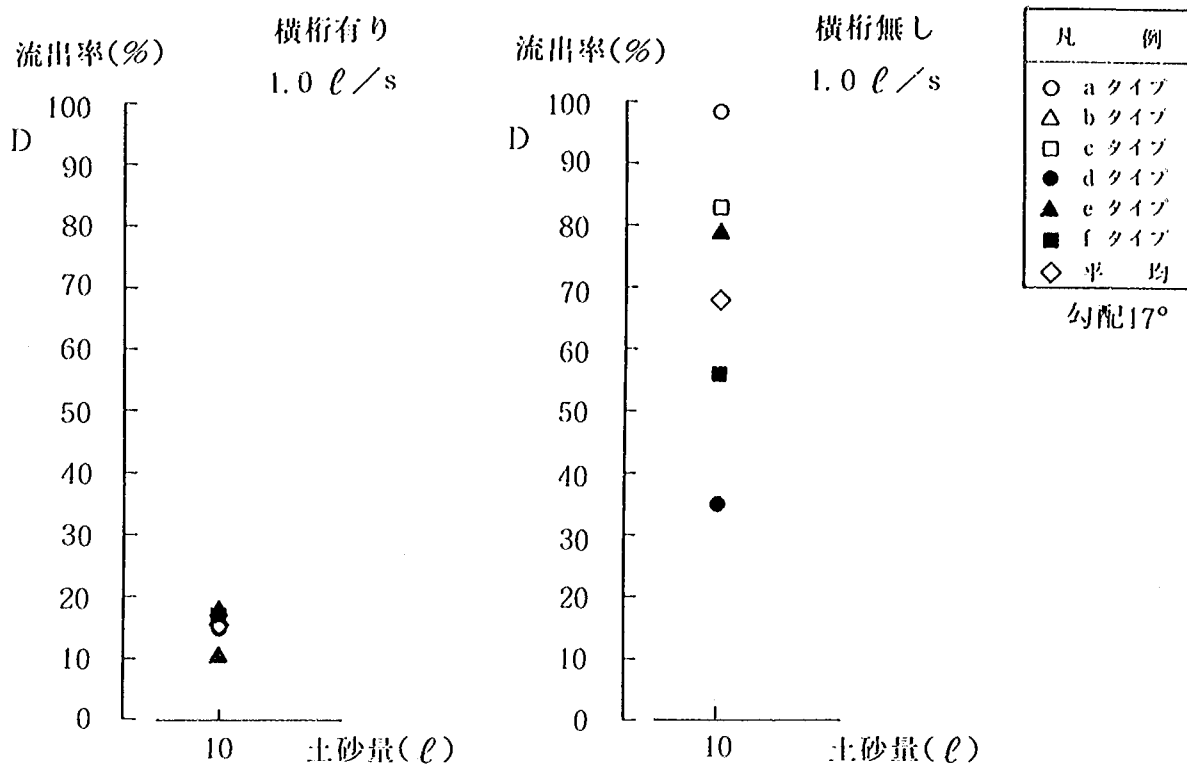


図-3.8 オーストリア型砂防ダムでの横桁の有無と流木流出率

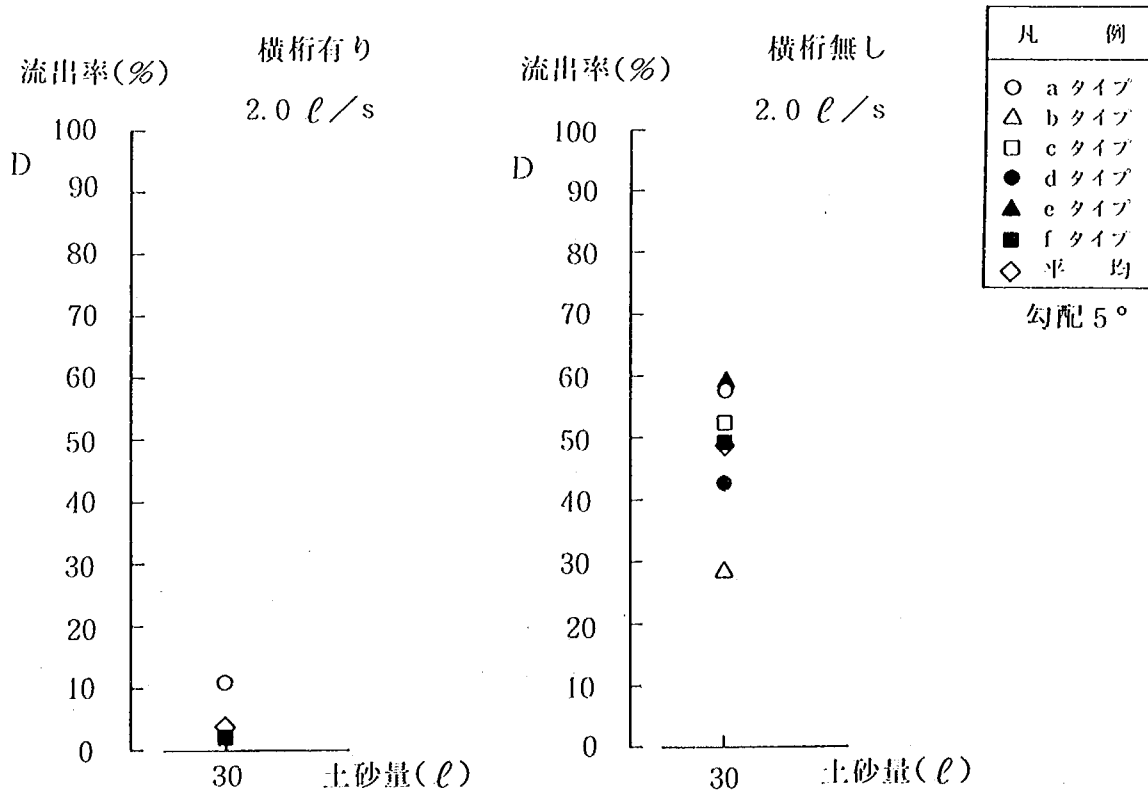


図-3.9 オーストリア型砂防ダムでの横桁の有無と流木流出率

⑦ 河床勾配が急になると捕捉率は低下する。

3.5 建設省六甲型流木止付砂防ダムにおける流木止スクリーンの形状と流木捕捉率

建設省六甲型流木止付砂防ダムに用いられているA型およびB型スクリーンの流木止としての効果とその流木捕捉機能について、流木の大きさ（径，長さ）とスクリーンの純間隔（水平部材間および縦方向部材間）と捕捉率の変化について検討を行った。以下、記号は次のように定義する。

流木 5-0.8：直径8mm，長さ5cmの流木模型

流木 10-0.8：直径8mm，長さ10cmの流木模型

流木 5-0.3：直径3mm，長さ5cmの流木模型

流木 10-0.3：直径3mm，長さ10cmの流木模型

H：スクリーン水平部材間の縦方向の純間隔（cm）

W：スクリーン縦方向部材間の横方向の純間隔（cm）

d：流木模型の直径（cm）

ℓ：流木模型の長さ（cm）

Q：模型水路に流した流量（ℓ/sec）

q：模型水路を流れる単位幅流量（cm³/sec）

h：模型水路内における流木止スクリーン直上流での水深（cm）

v：模型水路内における流木止スクリーン直上流での流速（cm/sec）

g：重力加速度（=980 cm/sec²）

Fr：フルード数（ $=\frac{v}{\sqrt{gh}}$ ）

T：流木止スクリーンによる流木の捕捉率，ただしここでの捕捉率は次のように定義する。

$$T = \frac{\text{流木止スクリーンにより停止，捕捉された流木本数}}{\text{流木止スクリーン直上流に流下，到達した流木本数}}$$

If：模型水路床勾配

V：水路上に敷均した土砂量（ℓ）

(1) 流木の直径（d）と流木止スクリーンによる捕捉率T

(1.1) 流木の種類と流木止スクリーンによる捕捉率（T）

流木の種類と流木止スクリーンによる捕捉率の関係を図-3.10～3.12に示す。

これらの図より流木の長さが長い程，直径が大きい程流木の捕捉率は高くなる。

(1.2) スクリーンの縦純間隔（H）及びdとTの関係

H/dとTの関係を図-3.13に示す。

この図より， $H/d > 1.5$ の範囲ではdによる影響はほとんど認められない。従って， $H/d > 1.5$ では流木の捕捉率に対してHは支配的でないと考えられる。

(1.3) スクリーンの横純間隔（W）及びdとTの関係

図-3.14にW/dとTの関係を示す。

この図より、スクリーンの横純間隔により捕捉率は大きく影響を受けており、 W/d が大きくなる程捕捉率 T は小さくなることが分かる。

(1.4) 水深 (h) と d , T の関係

図-3.15に h/d と T の関係を示す。

この図より、 h/d が大きくなる程捕捉率は小さくなる傾向が認められる。

(2) 流木の長さ (ℓ) と 捕捉率 (T)

(2.1) スクリーンの縦純間隔 (H) と ℓ , T の関係

図-3.16に H/ℓ と T の関係を示す。

この図より、A型スクリーンとB型スクリーンによる差異 (H の差異) はほとんど認められない。

このことより流木の捕捉率に対して H は支配的ではないと考えられる。

(2.2) スクリーンの横純間隔 (W) と ℓ , T の関係

図-3.17に W/ℓ と T の関係を示す。

この図より、 W/ℓ が大きくなると流木の捕捉率は小さくなる傾向が認められる。

(2.3) 水深 (h) と ℓ , T の関係

図-3.18に h/ℓ と T の関係を示す。

この図より、 h/ℓ が大きくなると捕捉率が低下する傾向がある程度認められるが、明確ではない。従って h/ℓ は T に対して支配的でないと考えられる。

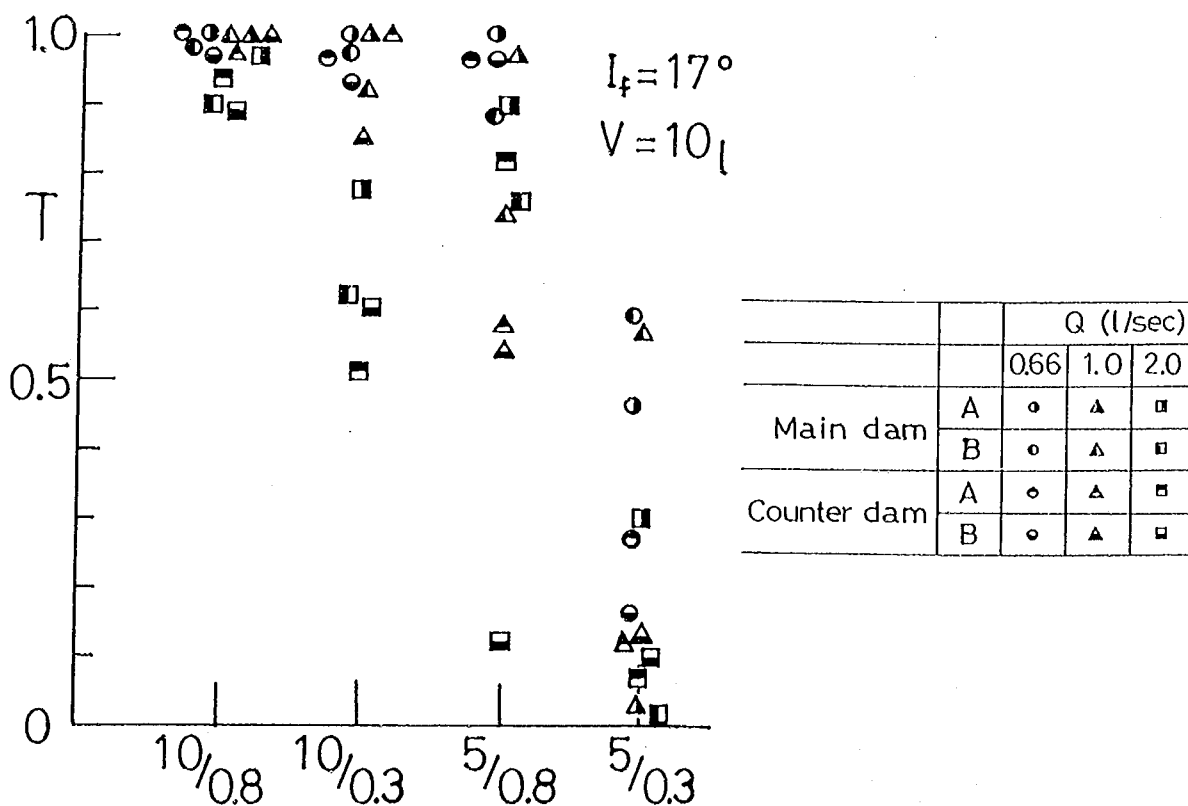


図-3.10 流木止スクリーンによる流木捕捉率と流木種類の関係

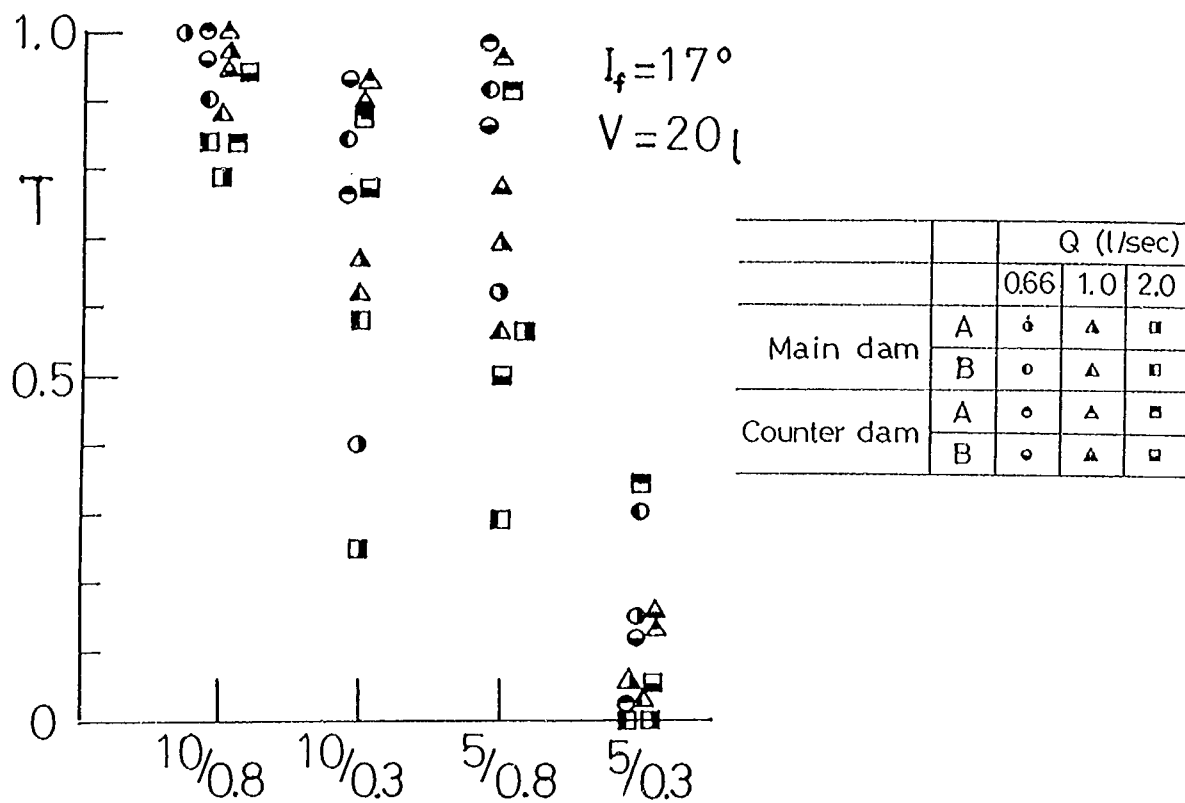


図-3.11 流木止スクリーンによる流木捕捉率と流木種類の関係

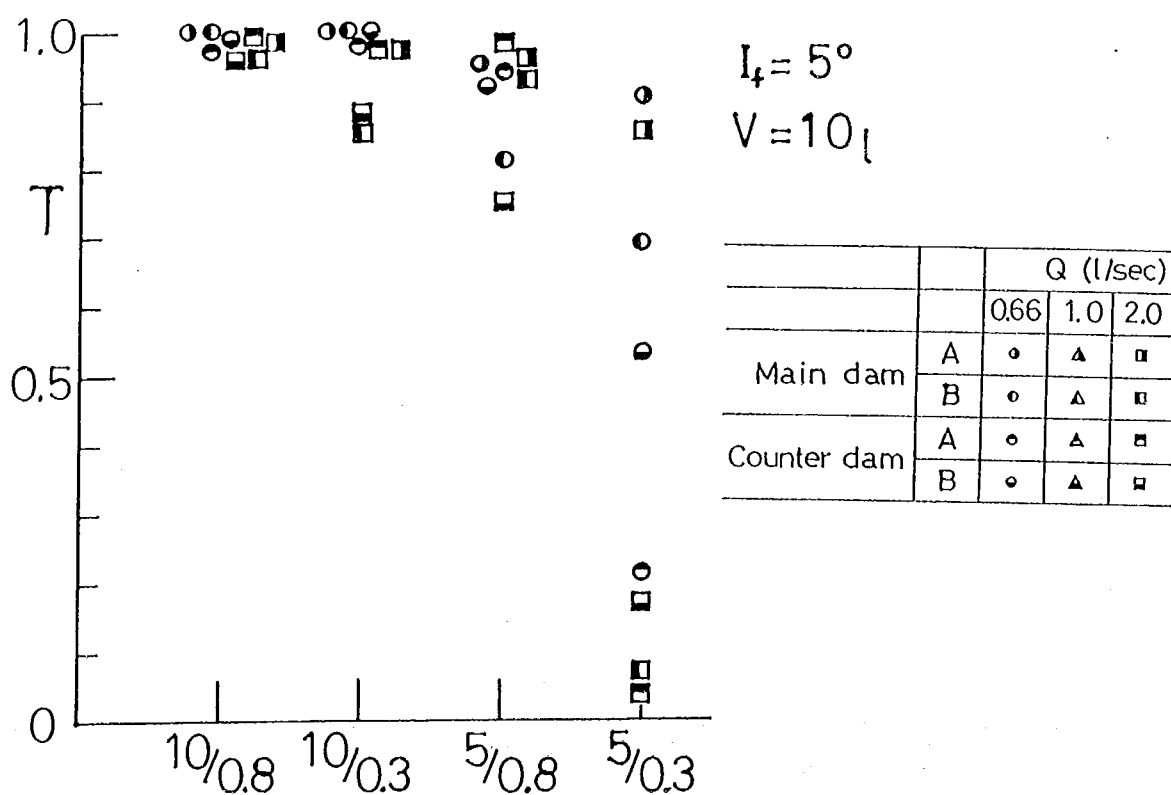


図-3.12 流木止スクリーンによる流木捕捉率と流木種類の関係

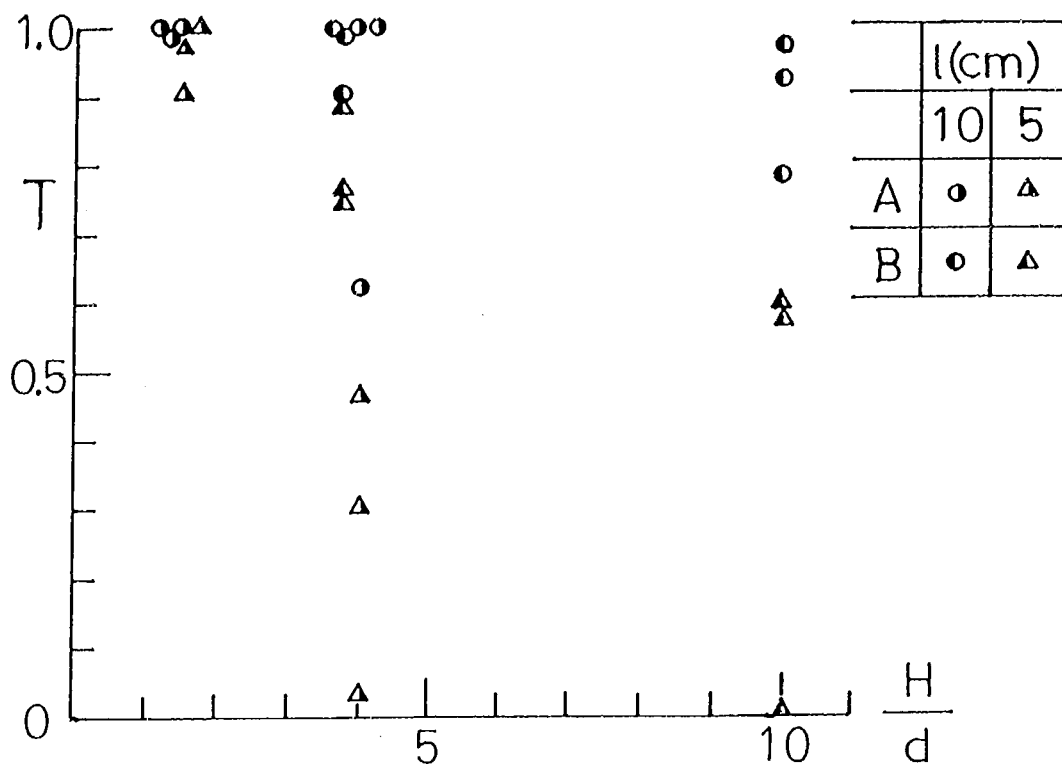


図-3.13 流木止スクリーン縦純間隔 (H),
流木直径 (d) と捕捉率 (T)

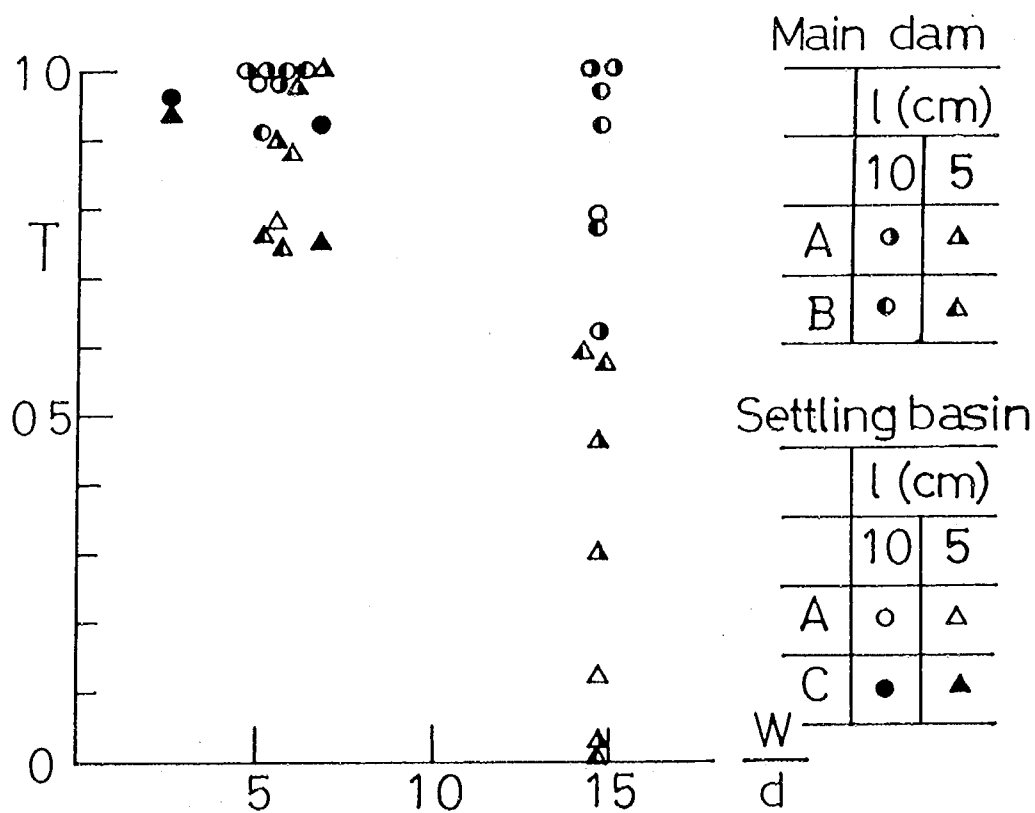


図-3.14 流木止スクリーン横純間隔 (W),
流木直径 (d) と捕捉率 (T)

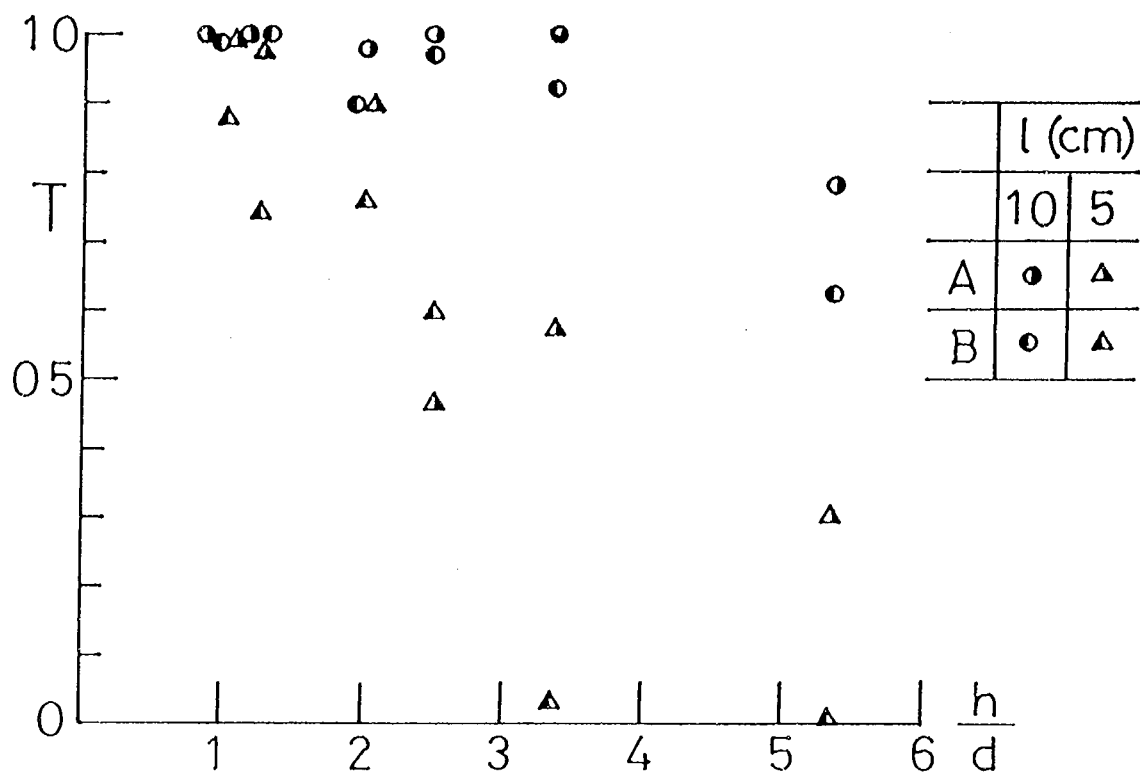


図-3.15 水深 (h), 流木直径 (d) と捕捉率 (T)

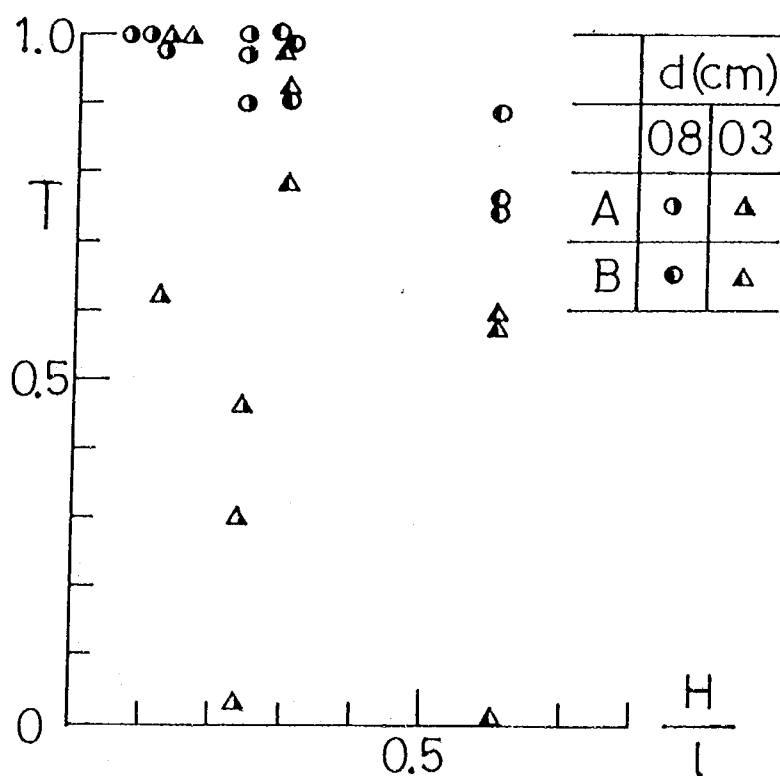


図-3.16 流木止スクリーン縦間隔 (H), 流木長 (l) と捕捉率 (T)

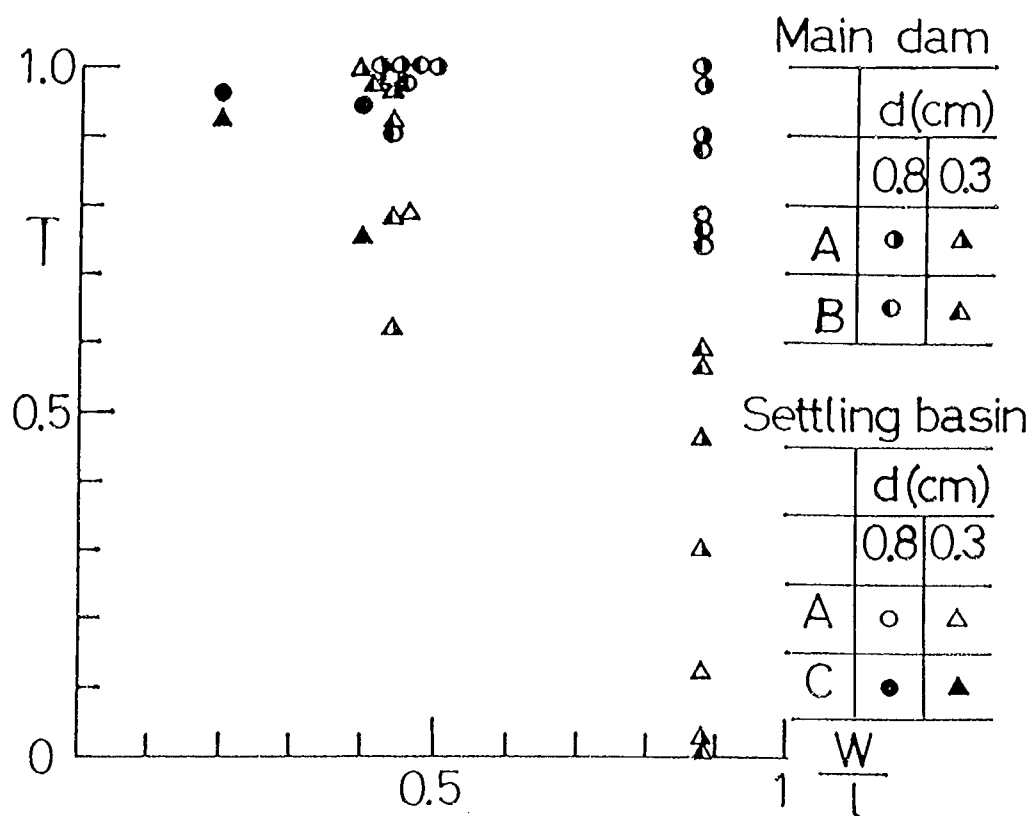


図-3.17 流木止スクリーン横断間隔 (W),
流木止長さ (l) と捕捉率 (T)

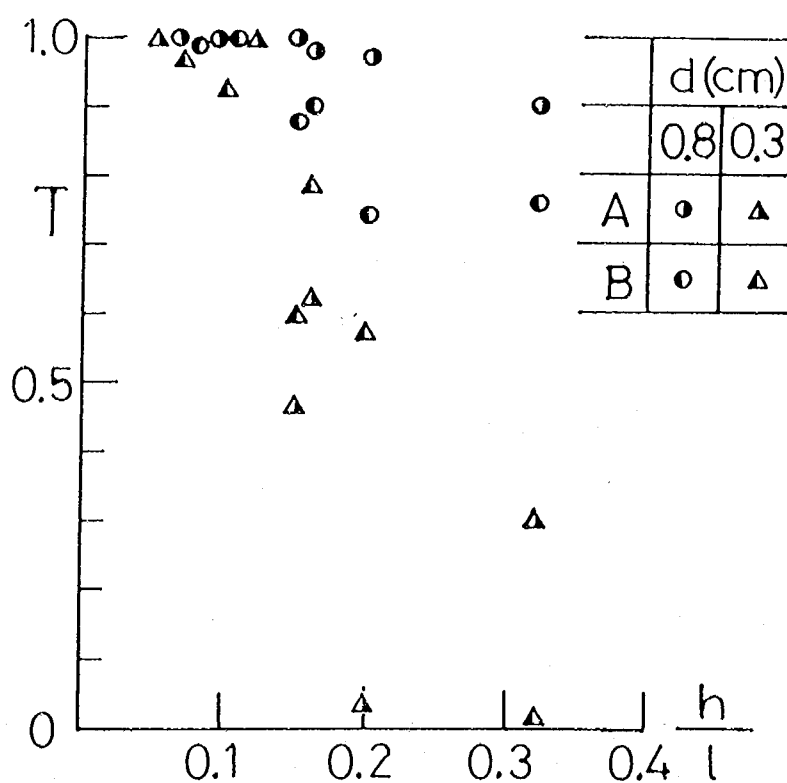


図-3.18 水深 (h), 流木長さ (l) と捕捉率 (T)

(3) 流木の捕捉率の算定

3.2, 3.3, 3.4 および 3.5 (1), (2)の結果を整理すると流木の捕捉率に影響を与える物理量とその関係は次のように考えられる。

表-3.1 捕捉率 (T) に影響を与える物理量とその影響度

流木止スクリーンによる流木捕捉率	T	大 ← → 小	(T) に与える影響度
単位幅流量	q	小 ← → 大	⊕
河床勾配	I	小 ← → 大	小
流速	v	小 ← → 大	⊕
水深	h	小 ← → 大	⊕
流木直径	d	大 ← → 小	⊕*
流木長さ	ℓ	大 ← → 小	⊕
スクリーンの縦純間隔	H	小 ← → 大	小*
スクリーンの横純間隔	W	小 ← → 大	⊕
流下土砂量	qs	少 ← → 多	小

* $H/d > 1.5$ の範囲における影響度

この表より, $q \propto vh$ であるから, 捕捉率 T を左右する物理量としては, v, h, d, ℓ, W が重要であると考えられる。これらの物理量と T との関係は次のように整理できる。

$$T = f \left(\frac{[d]^m [\ell]^n}{[v]^o [h]^p [W]^r} \right)$$

これらのことより捕捉率 T と $\frac{hW^2}{d\ell^2}$ の関係を整理した結果を図-3.19に示す。

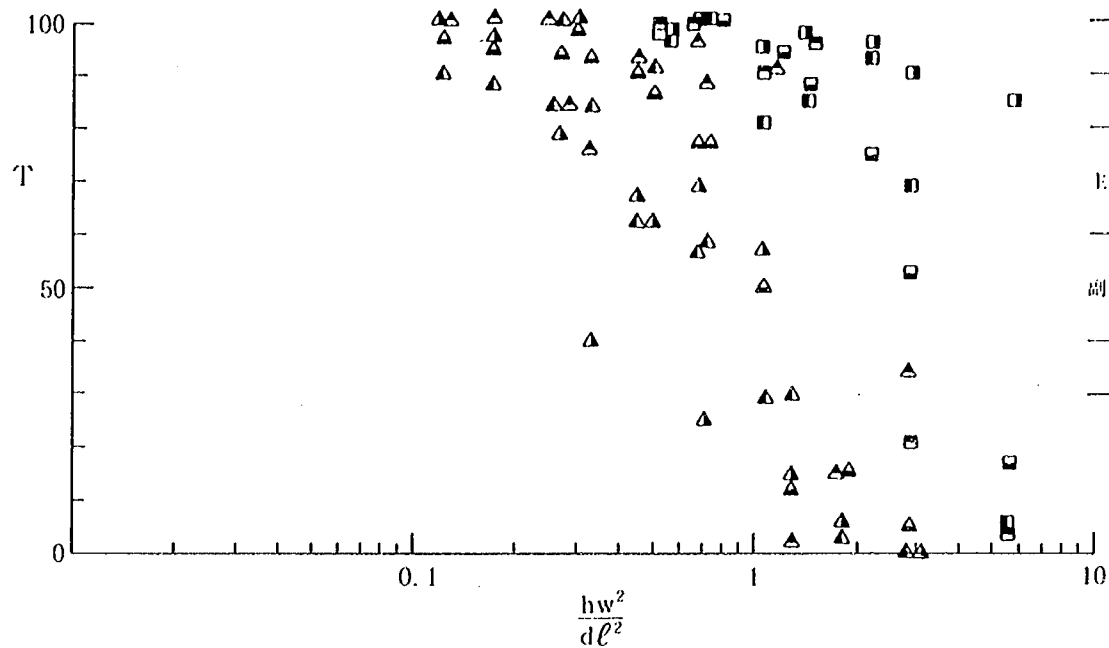
さらに, 本実験は開水路における流木の捕捉率に関する実験であるので, 開水路の流れで重要な無次元数であるフルード数を使って本実験の結果を統一的に整理することを試みた結果を表-3.2, 図3.20に示す。

この図より, スクリーンによる流木の捕捉率 T は次のように算定できる。

$$\left\{ \begin{array}{ll} Fr \cdot \frac{hW^2}{d\ell^2} \leq 0.8 \text{ のとき} & T \doteq 100 \text{ (\%)} \\ 0.8 < Fr \cdot \frac{hW^2}{d\ell^2} < 8 \text{ のとき} & T = 100 \log \frac{8d\ell^2}{Fr \cdot h \cdot W^2} \text{ (\%)} \\ 8 \leq Fr \cdot \frac{hW^2}{d\ell^2} \text{ のとき} & T \doteq 0 \text{ (\%)} \end{array} \right.$$

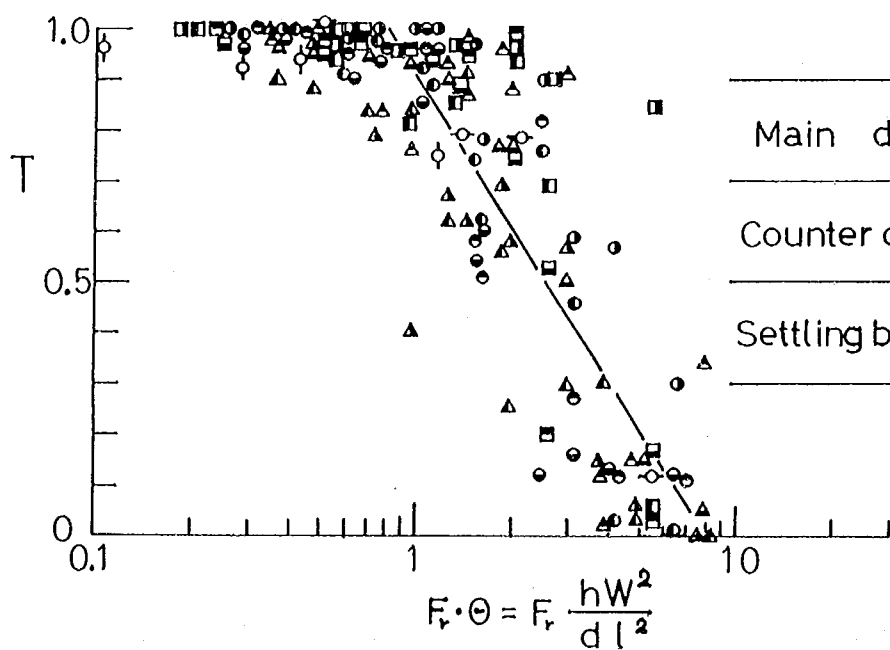
ここに, Fr : フルード数

捕捉率(%)



	I _f	17°	5°
	V	20ℓ	10ℓ
主ダム	A	▲	■
	B	▲	■
副ダム	A	▲	■
	B	▲	■
Fr		2.7	0.91
		3.0	0.98

図-3.19 捕捉率Tと $\frac{hW^2}{d l^2}$ の関係



	I _f	17°	17°	5°	5°
	V	10ℓ	20ℓ	10ℓ	30ℓ
Main dam	A	●	▲	■	
	B	●	▲	■	
Counter dam	A	●	▲	■	
	B	●	▲	■	
Settling basin	A				○
	C				○

図-3.20 $Fr \cdot \theta$ と捕捉率Tの関係

表-3.2 透過型砂防ダム実験、実測及び計算値一覧表

条 件	項 目	流 量 Q ℓ/s	単位幅当り 流 量 q cm/s	水 深 h cm	平均流速 v cm/s	$\sqrt{gh}$	$\frac{vh}{\sqrt{gh}}$
土砂10ℓ 未満砂の 主ダム・ 副ダム	$\frac{vh}{\sqrt{gh}}$	0.66	33	1.5	22.0	38.34	0.8607
		1.0	50	2.0	25.0	44.27	1.1294
		2.0	100	3.2	31.25	56.00	1.7857
			流木	8-5	8-10	3-5	3-10
	$\frac{W^2}{d\ell^2}$	W=4.4 cm	0.968	0.242	2.581	0.6453	W ² =19.36
		W=20 cm	20.00	5.00	53.33	13.33	W ² =400
			8-5	8-10	3-5	3-10	
	$\frac{vh}{\sqrt{gh}} \cdot \frac{W^2}{d\ell^2}$	0.66	0.833	0.208	2.221	0.555	W=4.4 cm
		1.0	1.093	0.273	2.915	0.729	
		2.0	1.729	0.432	4.609	1.152	
セキの 公式よ りhを 計 算	$\frac{vh}{\sqrt{gh}} \cdot \frac{W^2}{d\ell^2}$	0.66	17.214	4.304	45.901	11.473	W=20 cm
		1.0	22.588	5.647	60.231	15.055	
		2.0	35.714	8.929	95.231	23.803	
土砂10ℓ 勾配5°	$\frac{vh}{\sqrt{gh}}$	Q	q	h	v	$\sqrt{gh}$	$\frac{vh}{\sqrt{gh}}$
		0.66	33	1.1	30.00	32.83	1.005
		1.0	50	1.4	35.71	37.04	1.3500
		2.0	100	2.2	45.45	46.43	2.1537
			8-5	8-10	3-5	3-10	
	$\frac{vh}{\sqrt{gh}} \cdot \frac{W^2}{d\ell^2}$	0.66	0.973	0.243	2.594	0.649	W=4.4 cm
		1.0	1.307	0.327	3.484	0.871	
		2.0	2.085	0.521	5.559	1.390	
			8-5	8-10	3-5	3-10	
	$\frac{vh}{\sqrt{gh}} \cdot \frac{W^2}{d\ell^2}$	0.66	20.100	5.825	53.597	13.397	W=20 cm
		1.0	27.000	6.750	71.996	17.996	
		2.0	43.080	10.770	114.873	28.713	
土砂10ℓ 勾配17°	$\frac{vh}{\sqrt{gh}}$	Q	q	h	v	$\sqrt{gh}$	$\frac{vh}{\sqrt{gh}}$
		0.66	33	0.8	41.25	28.00	1.1786
		1.0	50	1.0	50.00	31.30	1.5974
		2.0	100	1.6	62.50	39.60	2.5254
			8-5	8-10	3-5	3-10	
	$\frac{vh}{\sqrt{gh}} \cdot \frac{W^2}{d\ell^2}$	0.66	1.141	0.285	3.042	0.761	W=4.4 cm
		1.0	1.546	0.387	4.123	1.031	
		2.0	2.445	0.611	6.518	1.630	
			8-5	8-10	3-5	3-10	
	$\frac{vh}{\sqrt{gh}} \cdot \frac{W^2}{d\ell^2}$	0.66	23.572	5.893	62.855	15.711	W=20 cm
		1.0	31.948	7.987	85.189	21.293	
		2.0	50.508	12.627	134.680	33.664	
土砂20ℓ 勾配17°	$\frac{vh}{\sqrt{gh}}$	Q	q	h	v	$\sqrt{gh}$	$\frac{vh}{\sqrt{gh}}$
		0.66	33	0.5	66.00	22.14	1.4905
		1.0	50	0.7	71.43	26.19	1.9091
		2.0	100	1.1	90.91	32.83	3.0460
			8-5	8-10	3-5	3-10	
	$\frac{vh}{\sqrt{gh}} \cdot \frac{W^2}{d\ell^2}$	0.66	1.443	0.361	3.847	0.962	W=4.4 cm
		1.0	1.848	0.462	4.927	1.232	
		2.0	2.949	0.731	7.862	1.966	
			8-5	8-10	3-5	3-10	
	$\frac{vh}{\sqrt{gh}}$	0.66	29.810	7.453	79.488	19.868	W=20 cm
		1.0	38.182	9.546	101.812	25.448	
		2.0	60.920	15.230	162.443	40.603	

h : 水深 (cm)

d : 流木の直径 (cm)

ℓ : 流木の長さ (cm)

W : スクリーンの水平方向純間隔 (cm)

ただし、 $\frac{H}{d} = \frac{(\text{スクリーンの縦方向の純間隔})}{(\text{流木の直径})} > 1.5$ である。

なお、実験では、流木止スクリーン直上流でのフルード数は0.91～3.0、レイノルズ数は2,600～7,900であった。

3.6 建設省六甲型流木止付砂防ダムでの流量別の流木捕捉効果と土砂捕捉効果

図－3.21～3.26に建設省六甲型流木止付砂防ダムを河床勾配17°の地点に設置し、土砂を上流より10ℓ流した場合の流量別の流木と土砂の停止あるいは堆積した区間とそれらの本数・量の割合を示す。なおこれらの図において、ダム型式については表－2.2を参照されたい。これらより次のことが言える。

- ① 単位幅流量が増加すると流木・土砂とも捕捉率が低下する。
- ② 流木止スクリーンによる流木・土砂の捕捉効果が認められる。
- ③ 流木止スクリーンのA型、B型のタイプの捕捉効果の差はわずかではあるがA型の方が捕捉効果が高い。
- ④ 流木止スクリーンは主ダムに設置した方が副ダムに設置するより流木・土砂とも捕捉率がわずかに高い。

次に図－3.27～3.32に建設省六甲型流木止付砂防ダムを河床勾配17°の地点に設置し、土砂を上流より20ℓ流した場合の流量別の流木と土砂の停止あるいは堆積した区間とそれらの本数・量の割合を示す。これらの図においても、前述の①～④について同様の傾向が認められるが、その他に次のことが言える。

- ⑤ 砂防ダム上流の堆砂地内で土砂に埋没する流木の割合はスリットが無い場合でも3割にも達し比較的大きく流量が大きくなる程、また土砂量が大きくなる程埋没する割合は大きくなる。
- ⑥ 土砂量が増加しても流木の全体としての捕捉率はほぼ一定であるが、土砂の捕捉率は低下する。

図－3.33～3.40には、建設省六甲型流木止付砂防ダムを河床勾配5°の地点に設置し、土砂を上流より10ℓおよび30ℓ流した場合の流量別の流木と土砂の停止あるいは堆積した区間とそれらの本数・量の割合を示す。なお、これらの図においてダム型式は表－2.2を参照されたい。これらの図より、前述の①～⑥とほぼ同様の傾向が認められる。なお、さらに全般的傾向として次のことが言える。

- ⑦ 主ダムと副ダムの両方にA型とB型流木止スクリーンを設置すると、主ダムと副ダムのどちらか一方につけた場合よりも流木・土砂の捕捉効果はわずかであるが高まる。主ダムにA型、副ダムにB型の方が、主ダムにB型、副ダムにA型を設置するよりも捕捉効果がわずかに高い。

3.7 各種タイプのオーストリア型砂防ダムでの流木捕捉効果と土砂捕捉効果

図－3.41～3.44にオーストリア型砂防ダムを河床勾配17°と5°の地点に設置し、土砂を上流より30ℓ、流量を2.0ℓ/s流した場合の流木と土砂の停止あるいは堆積した区間とそれらの本数・量の割合を示す。なおダム型式については図－1.5～1.16を参照されたい。これらの図より次のことが言える。

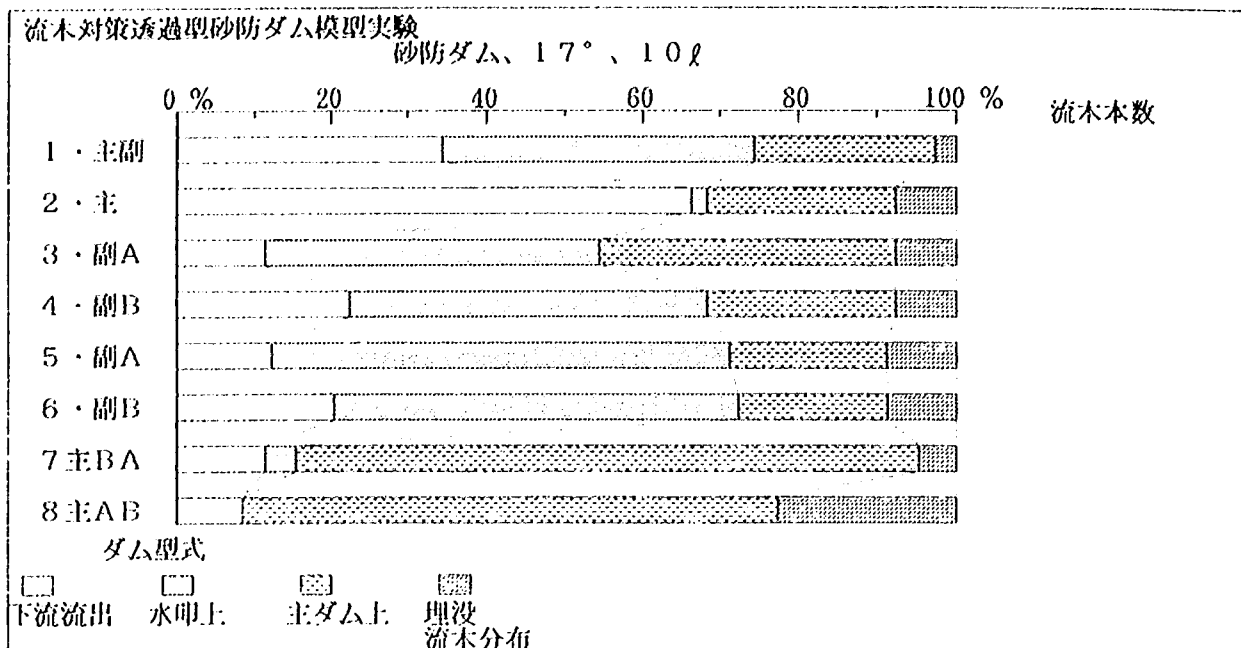


図- 3.21 流木止付（なし）砂防ダムにおける流木堆積分布
($Q = 0.66 \ell / \text{sec.}$)

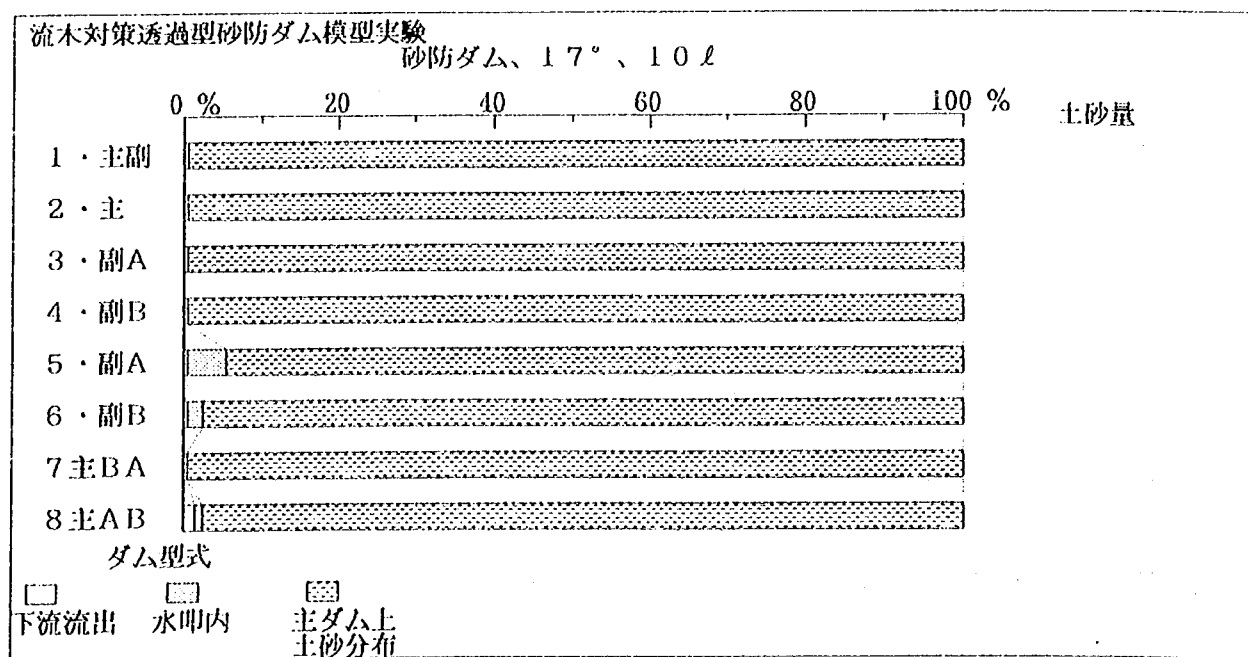


図- 3.22 流木止付（なし）砂防ダムにおける土砂堆積分布
($Q = 0.66 \ell / \text{sec.}$)

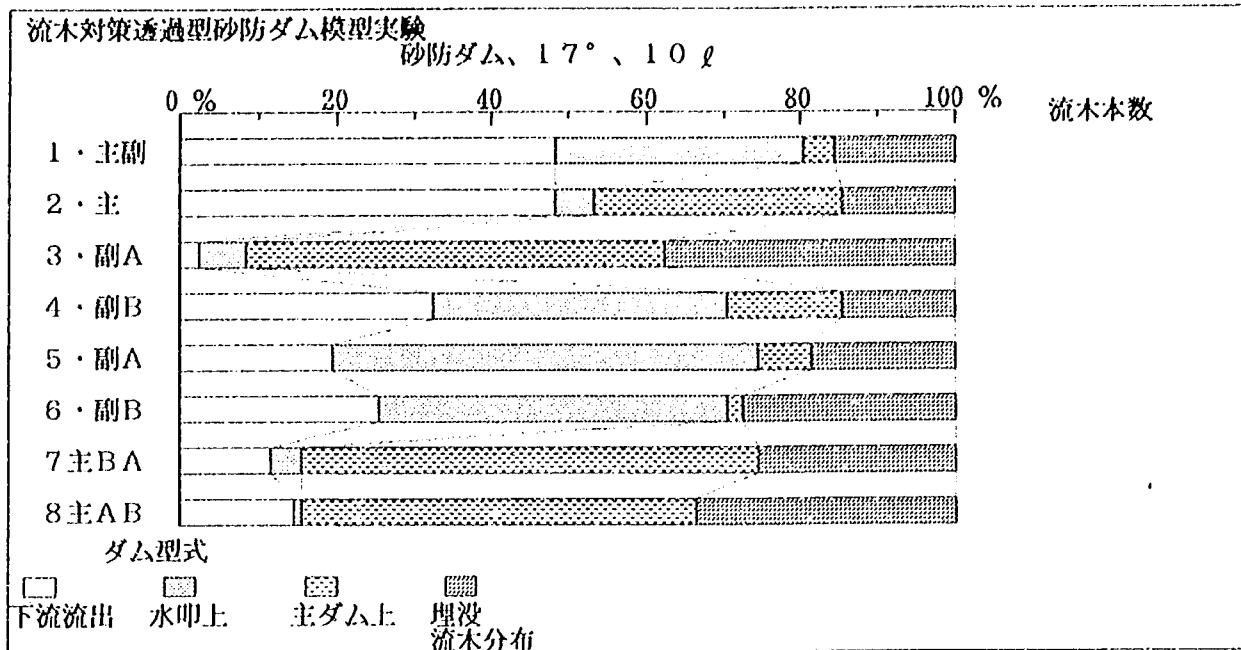


図- 3.23 流木止付 (なし) 砂防ダムにおける流木堆積分布
($Q = 1.0\ell / \text{sec.}$)

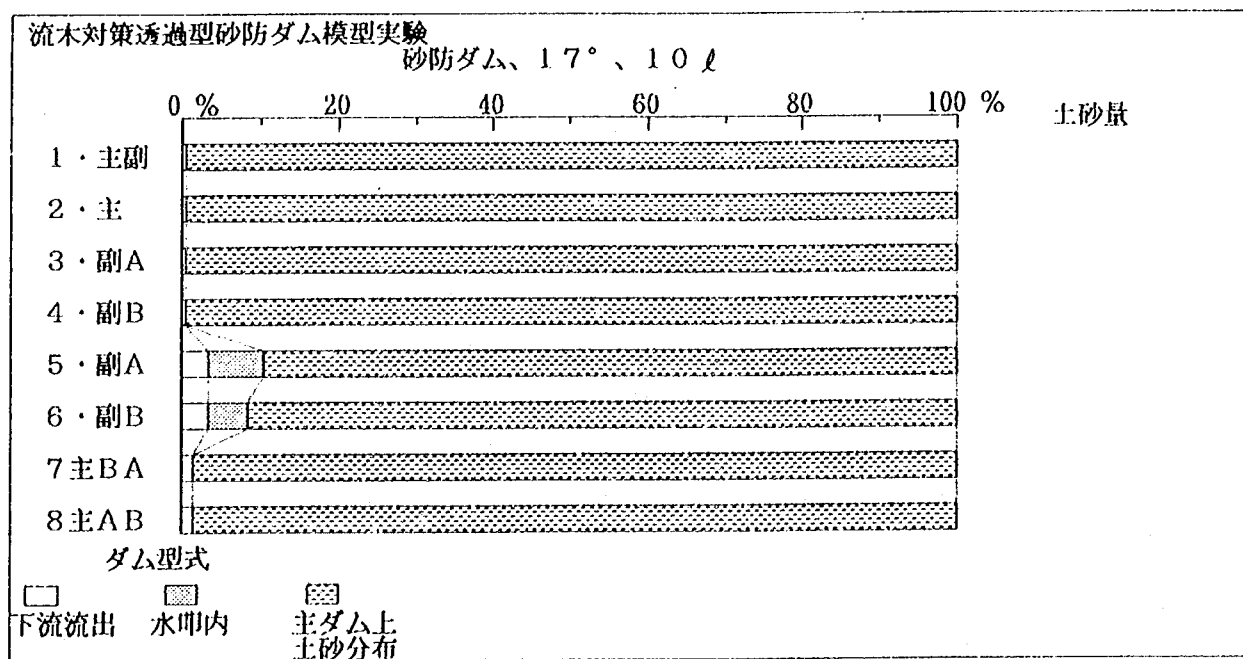


図- 3.24 流木止付 (なし) 砂防ダムにおける土砂堆積分布
($Q = 1.0\ell / \text{sec.}$)

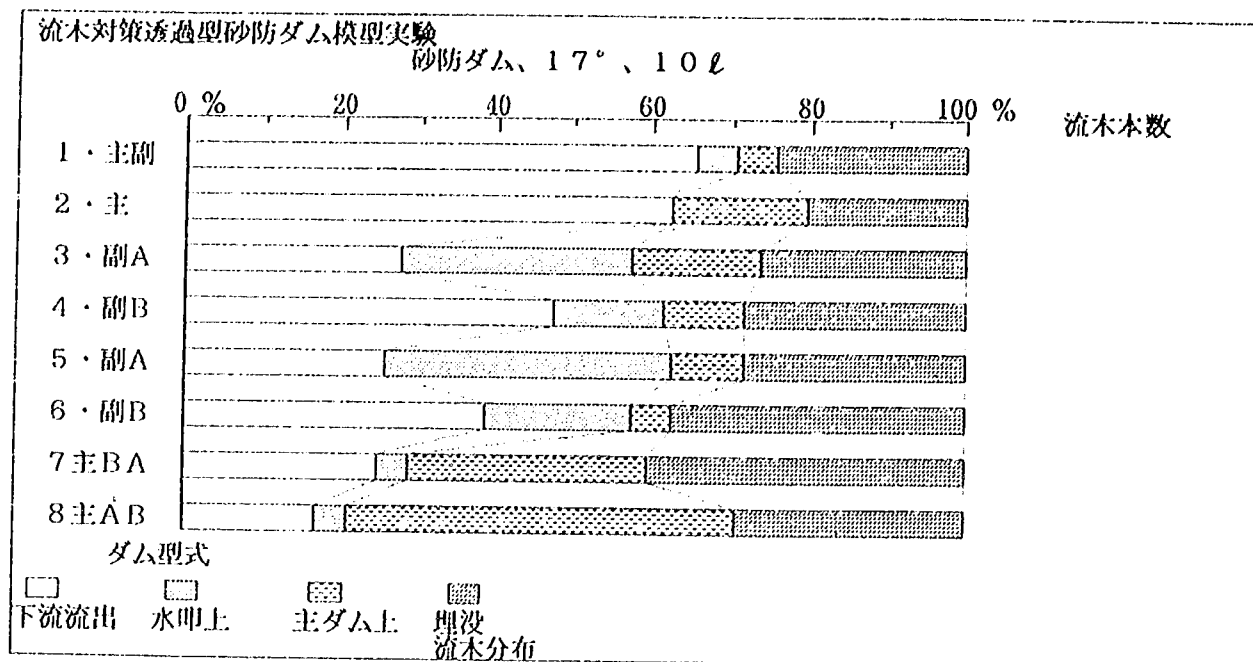


図- 3.25 流木止付（なし）砂防ダムにおける流木堆積分布
($Q = 2.0 \ell / \text{sec.}$)

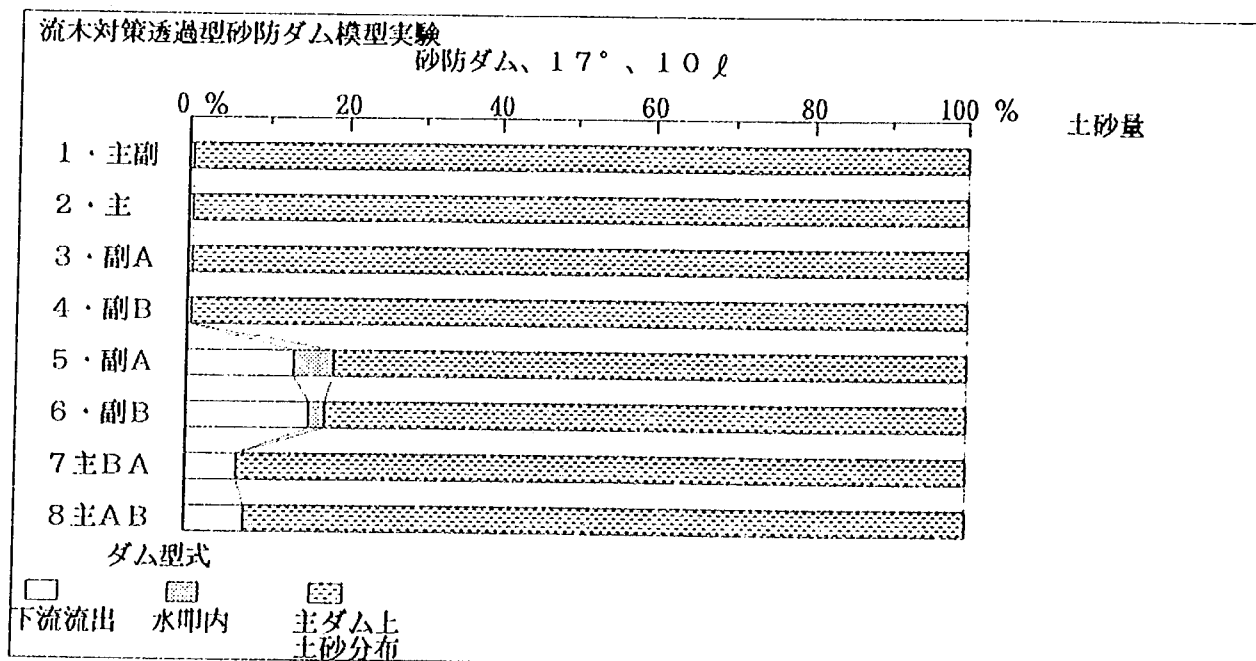


図- 3.26 流木止付（なし）砂防ダムにおける土砂堆積分布
($Q = 2.0 \ell / \text{sec.}$)

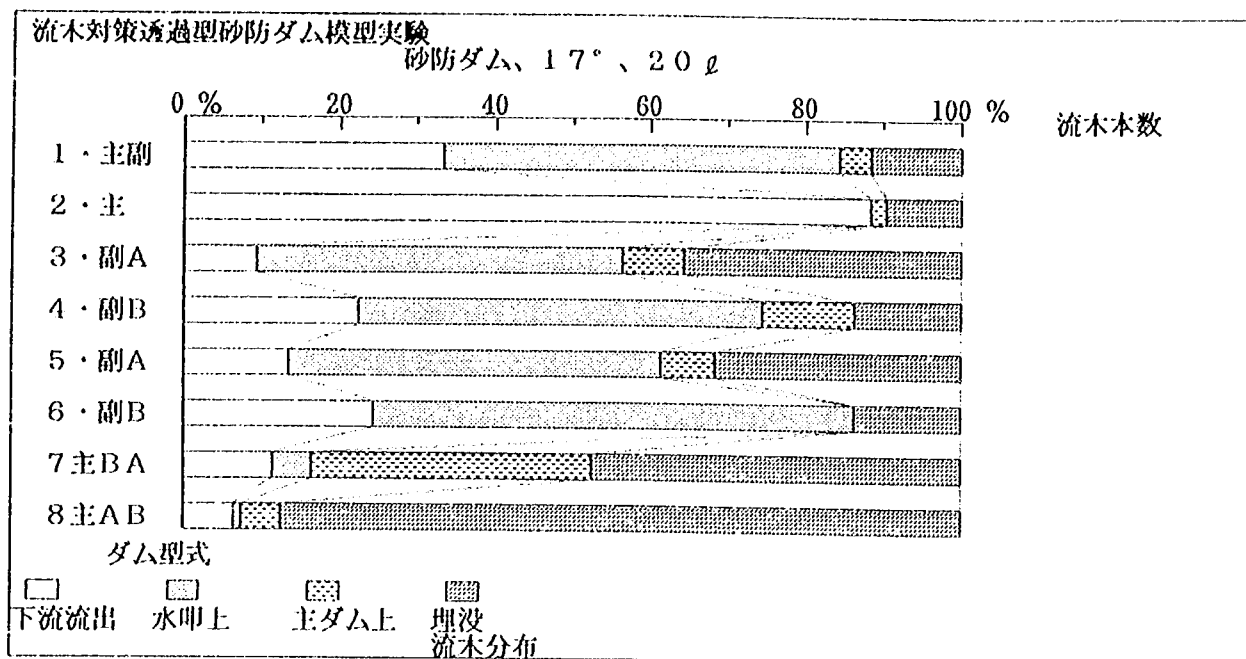


図- 3.27 流木止付（なし）砂防ダムにおける流木堆積分布
($Q = 0.66 \ell / \text{sec.}$)

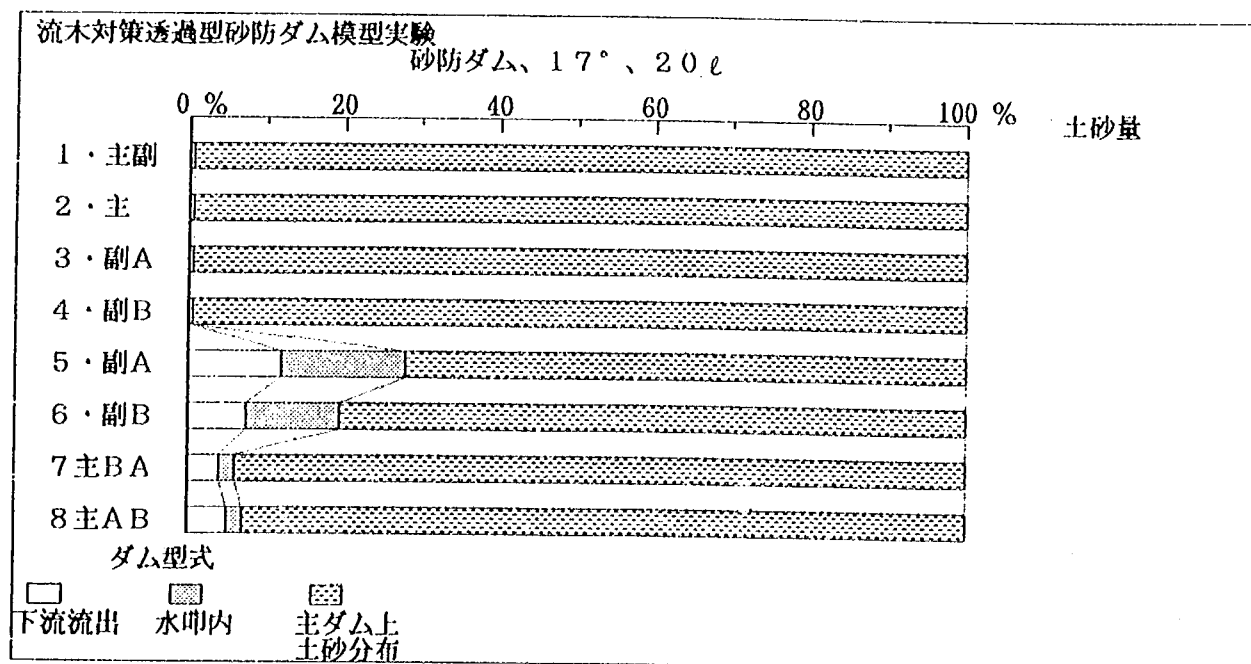


図- 3.28 流木止付（なし）砂防ダムにおける土砂堆積分布
($Q = 0.66 \ell / \text{sec.}$)

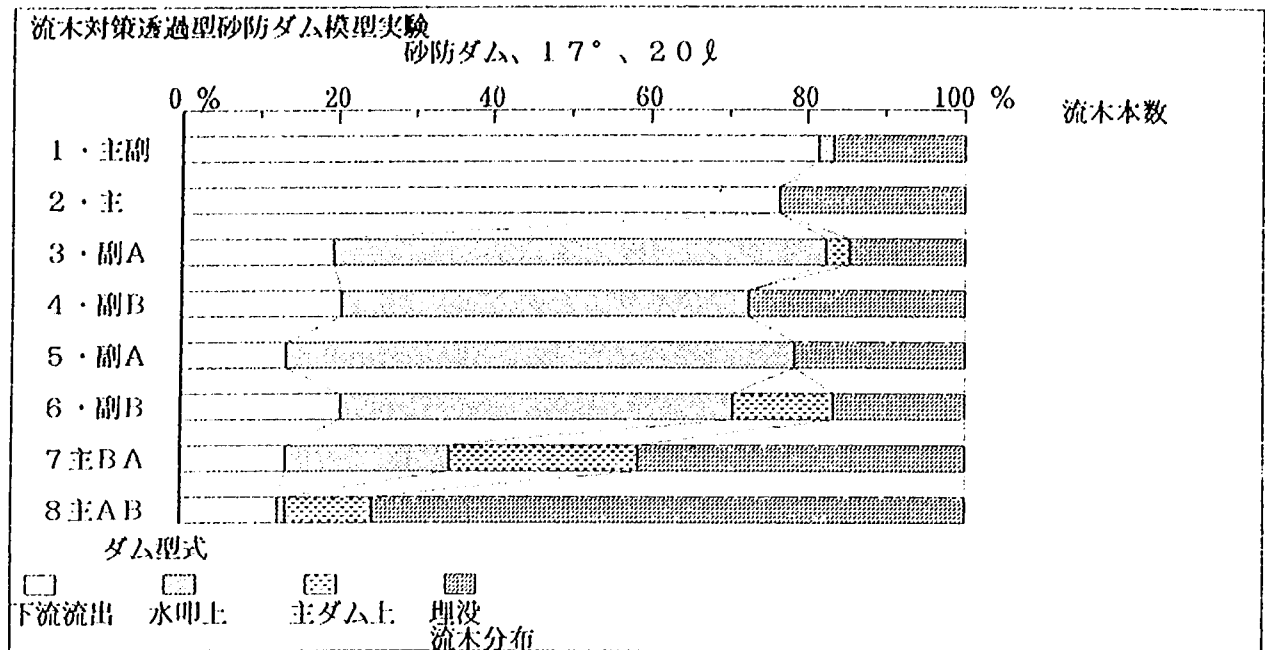


図- 3.29 流木止付（なし）砂防ダムにおける流木堆積分布
($Q = 1.0 \ell / \text{sec.}$)

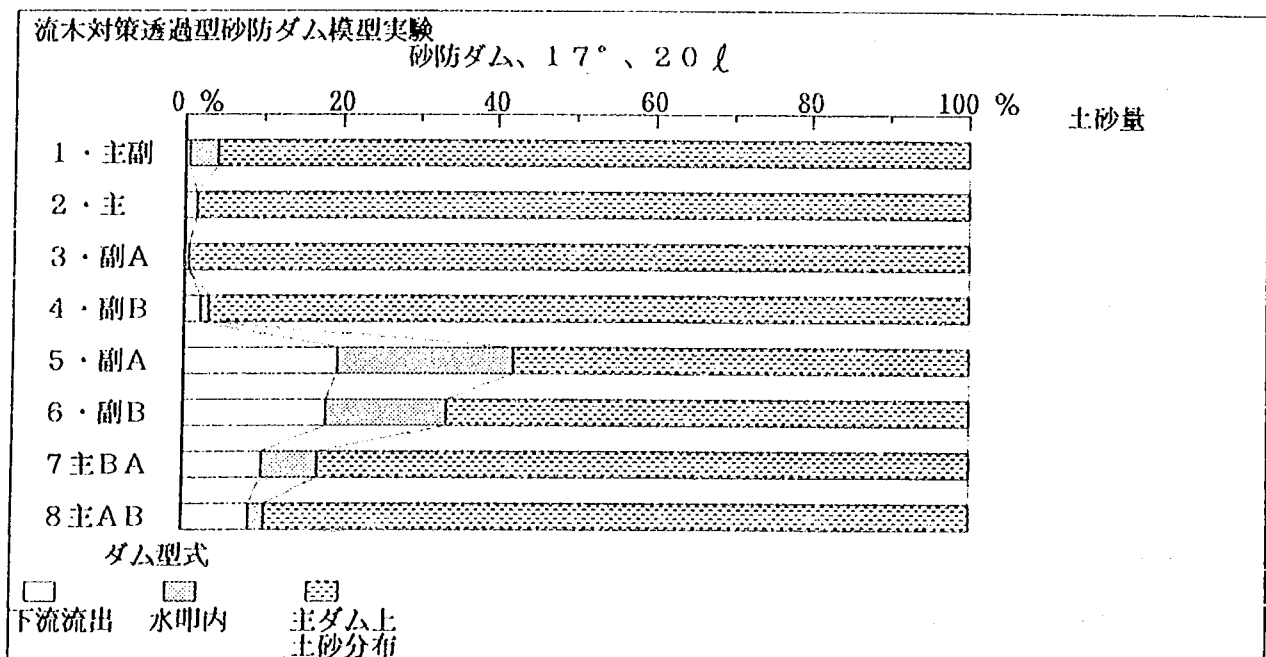


図- 3.30 流木止付（なし）砂防ダムにおける土砂堆積分布
($Q = 1.0 \ell / \text{sec.}$)

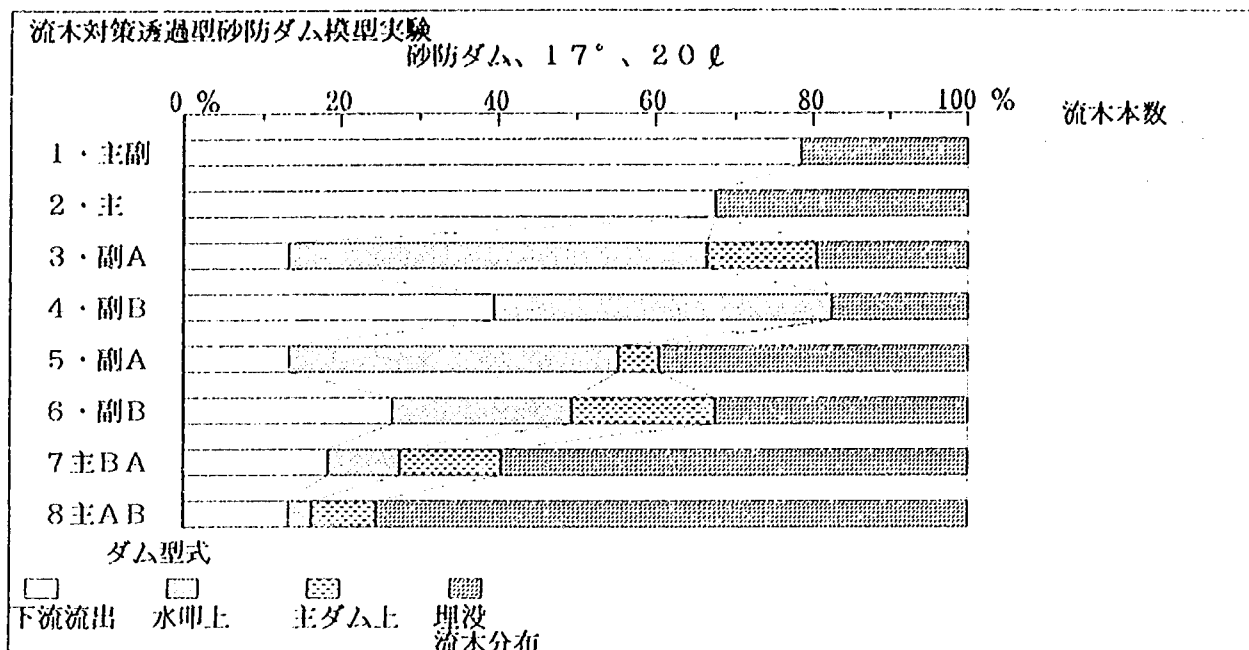


図- 3.31 流木止付 (なし) 砂防ダムにおける流木堆積分布
($Q = 2.0 \ell / \text{sec.}$)

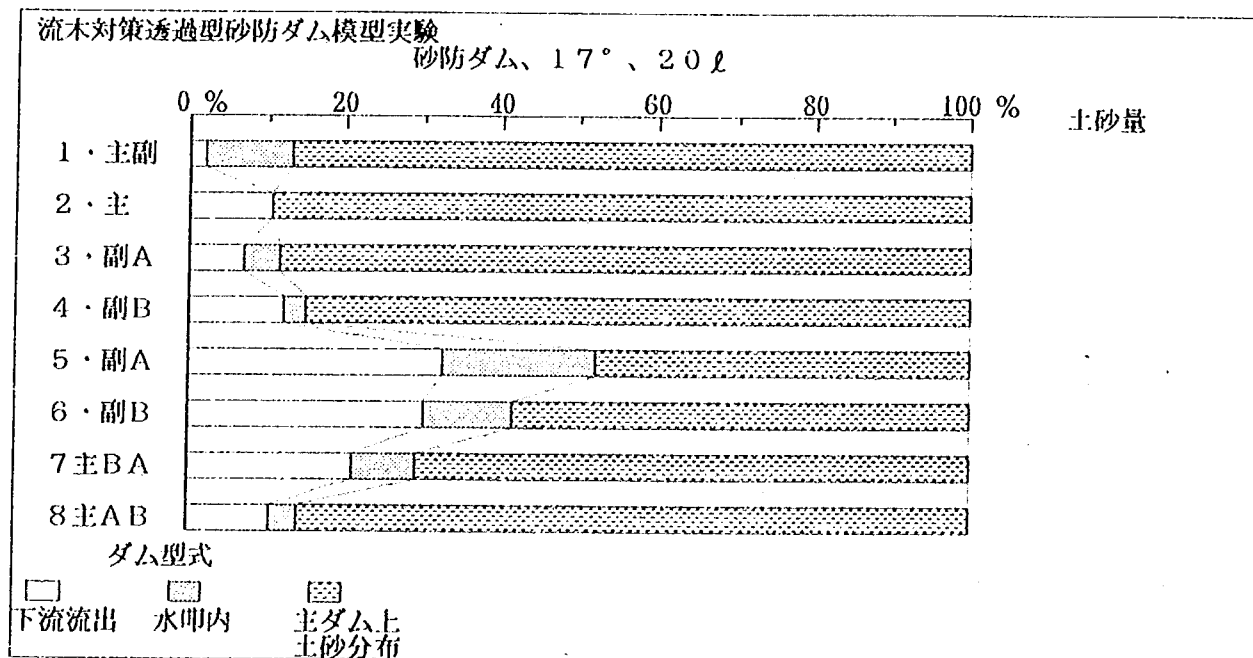


図- 3.32 流木止付 (なし) 砂防ダムにおける土砂堆積分布
($Q = 2.0 \ell / \text{sec.}$)

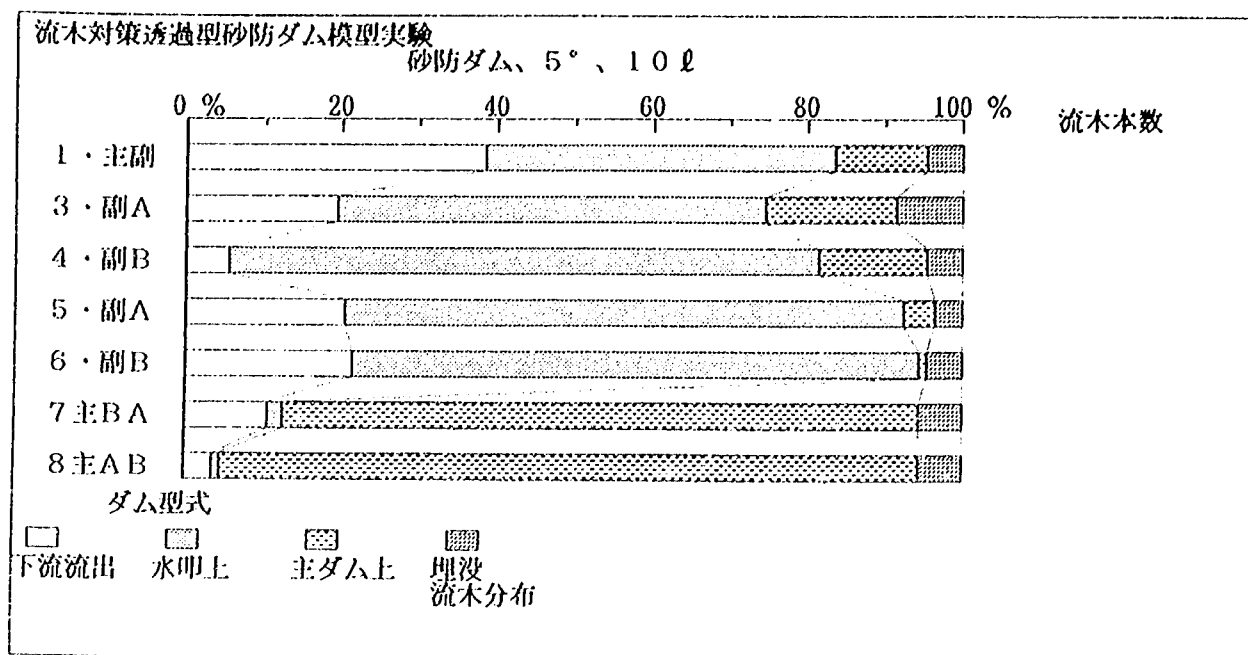


図- 3.33 流木止付（なし）砂防ダムにおける流木堆積分布
($Q = 0.66 \ell / \text{sec.}$)

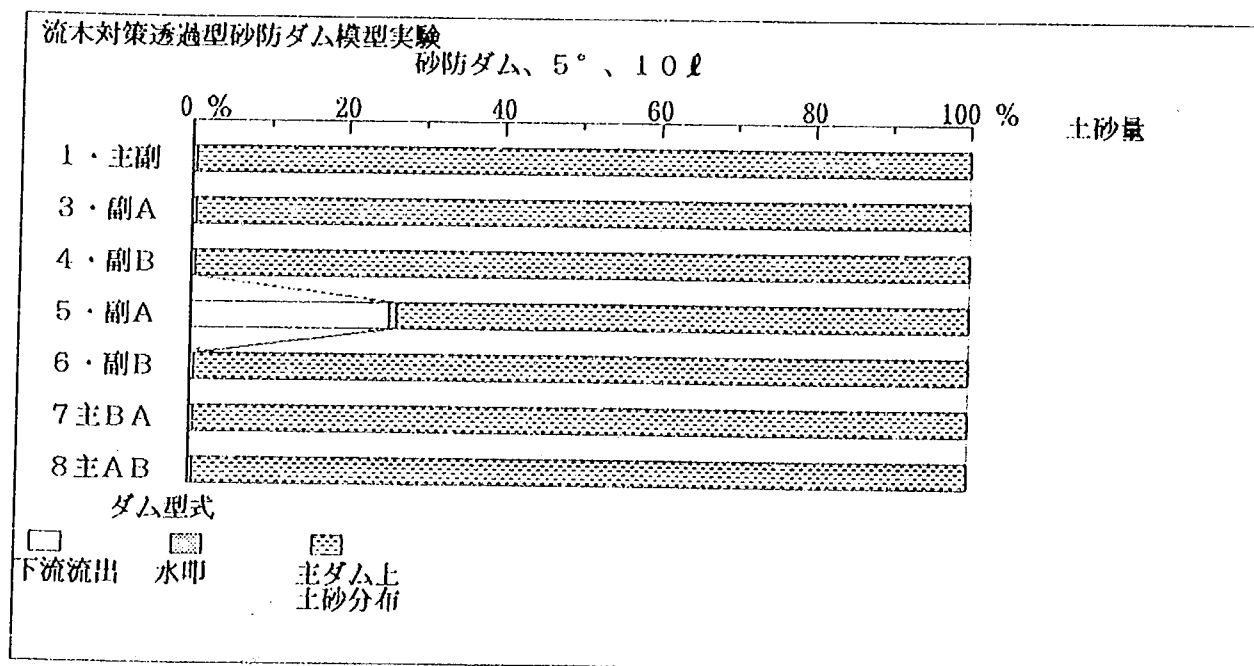


図- 3.34 流木止付（なし）砂防ダムにおける土砂堆積分布
($Q = 0.66 \ell / \text{sec.}$)

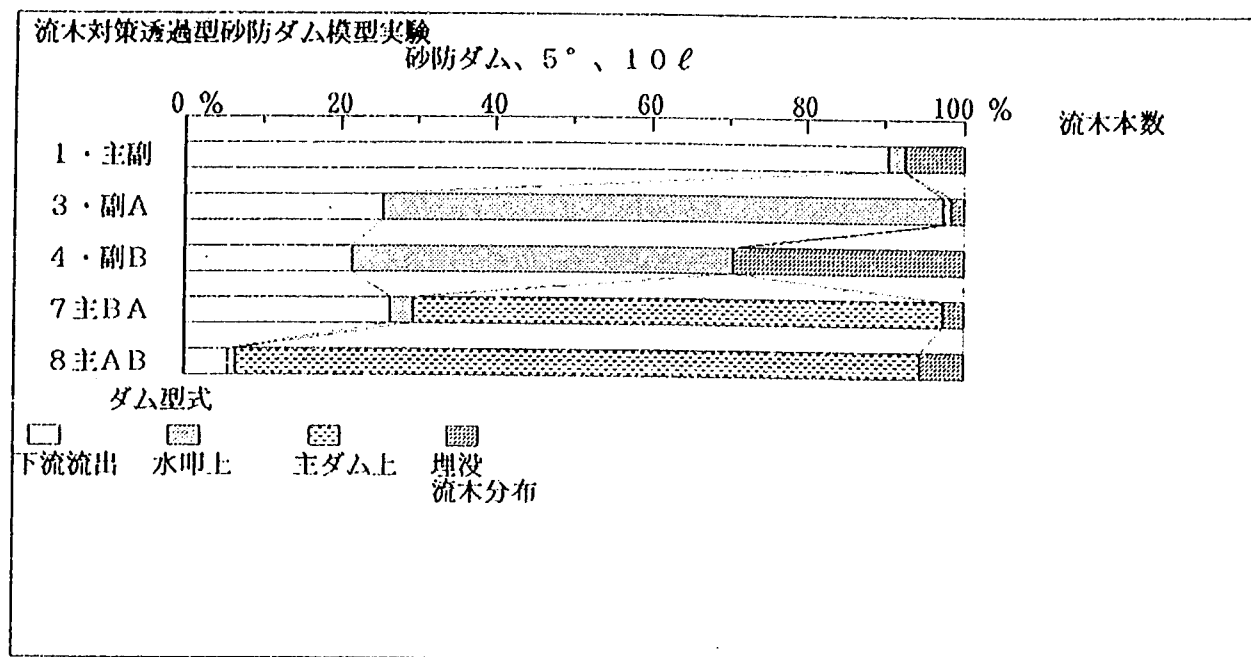


図-3.35 流木止付（なし）砂防ダムにおける流木堆積分布
($Q = 2.0 \ell / \text{sec.}$)

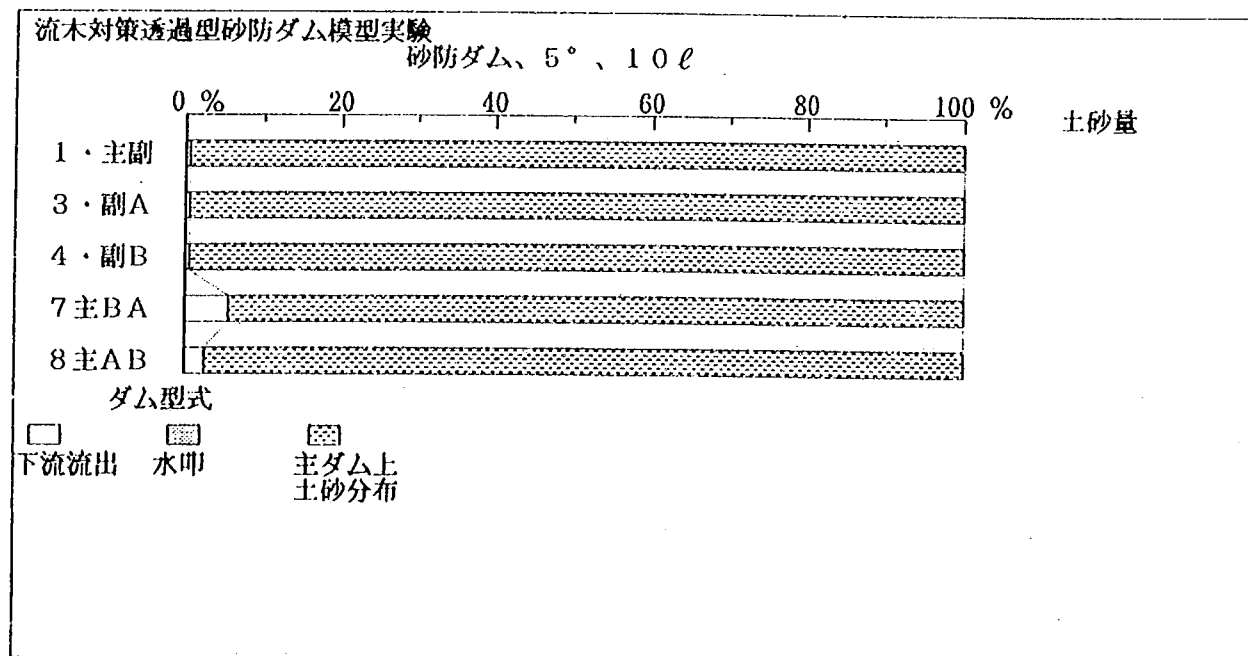


図-3.36 流木止付（なし）砂防ダムにおける土砂堆積分布
($Q = 2.0 \ell / \text{sec.}$)

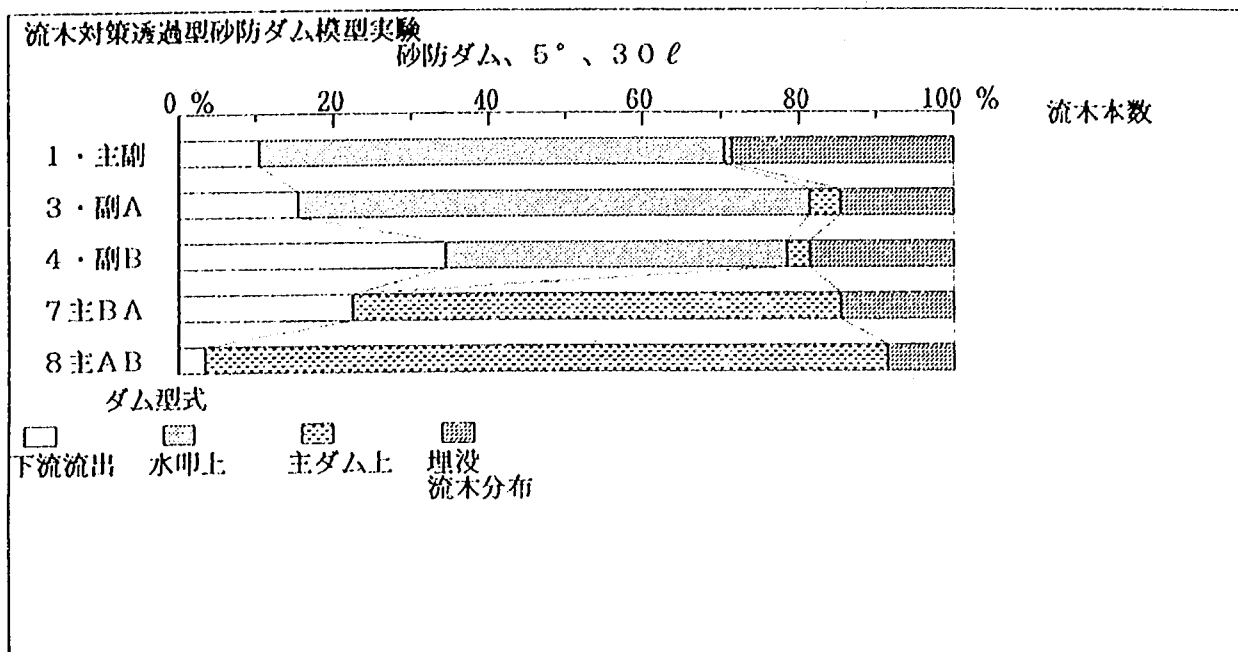


図-3.37 流木止付（なし）砂防ダムにおける流木堆積分布
($Q = 0.66 \ell / \text{sec.}$)

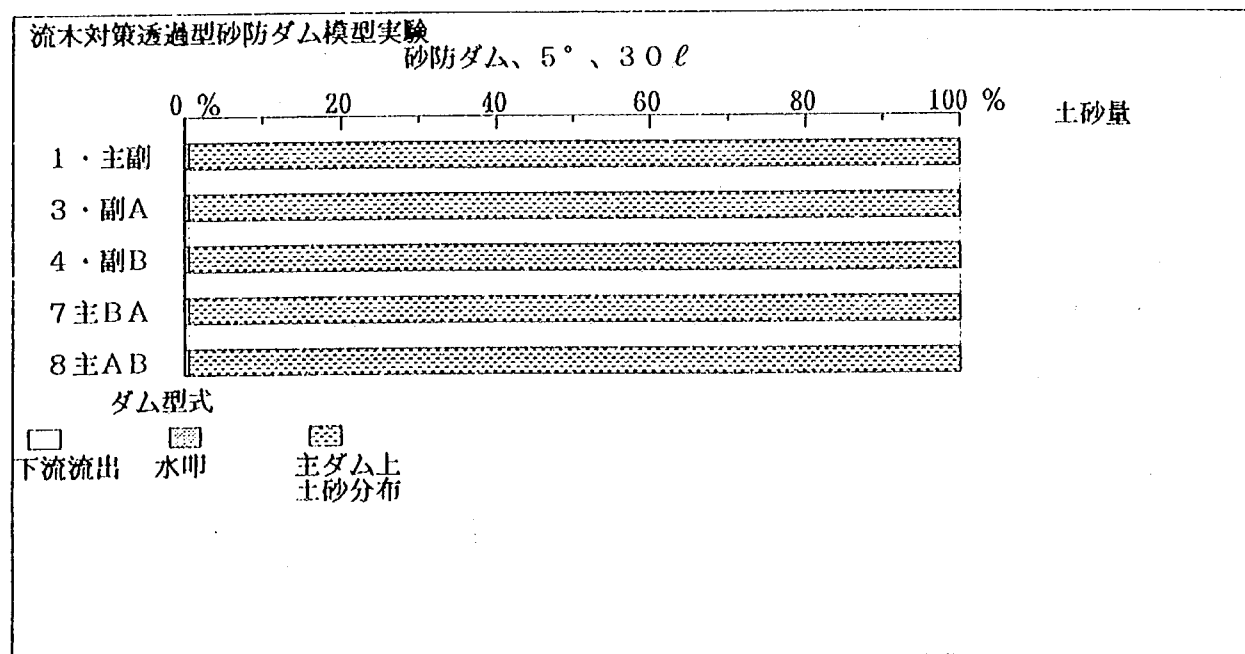


図-3.38 流木止付（なし）砂防ダムにおける土砂堆積分布
($Q = 0.66 \ell / \text{sec.}$)

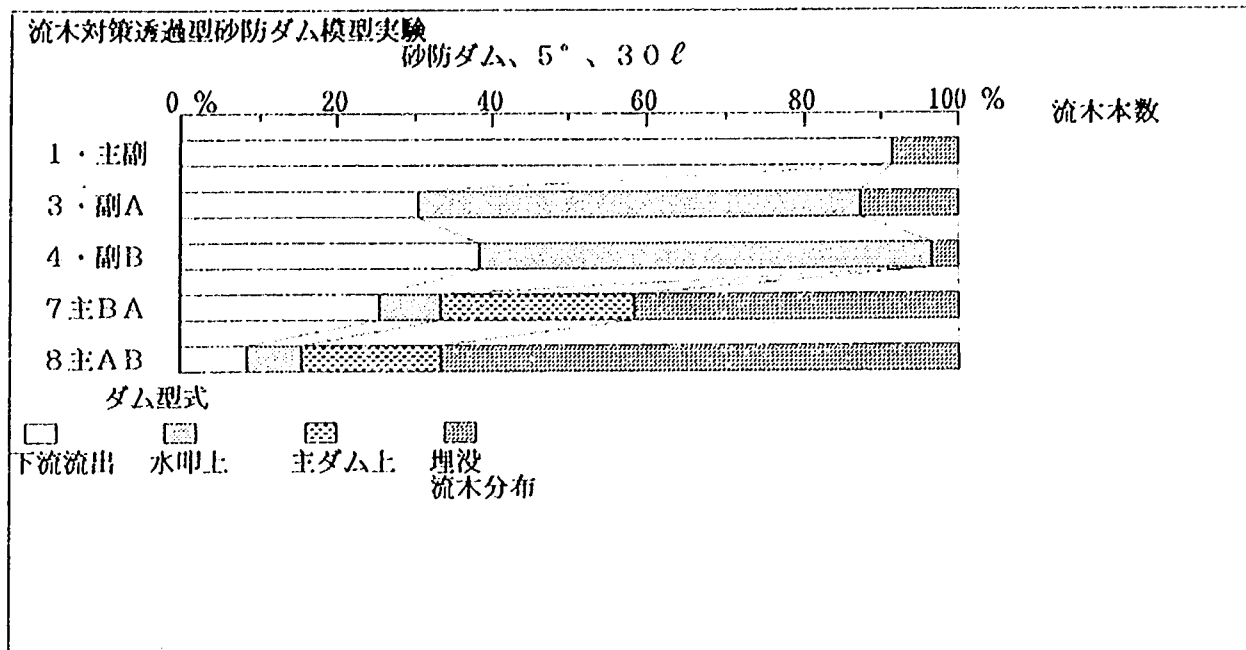


図-3.39 流木止付（なし）砂防ダムにおける流木堆積分布
($Q = 2.0 \ell / \text{sec.}$)

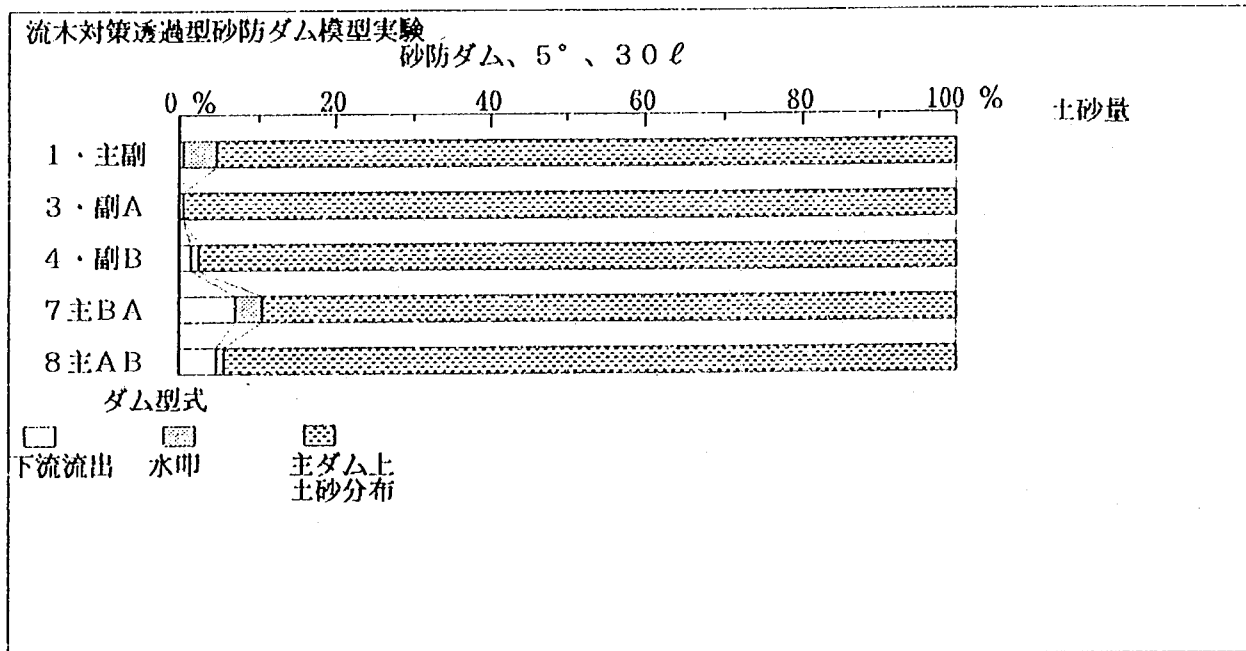


図-3.40 流木止付（なし）砂防ダムにおける土砂堆積分布
($Q = 2.0 \ell / \text{sec.}$)

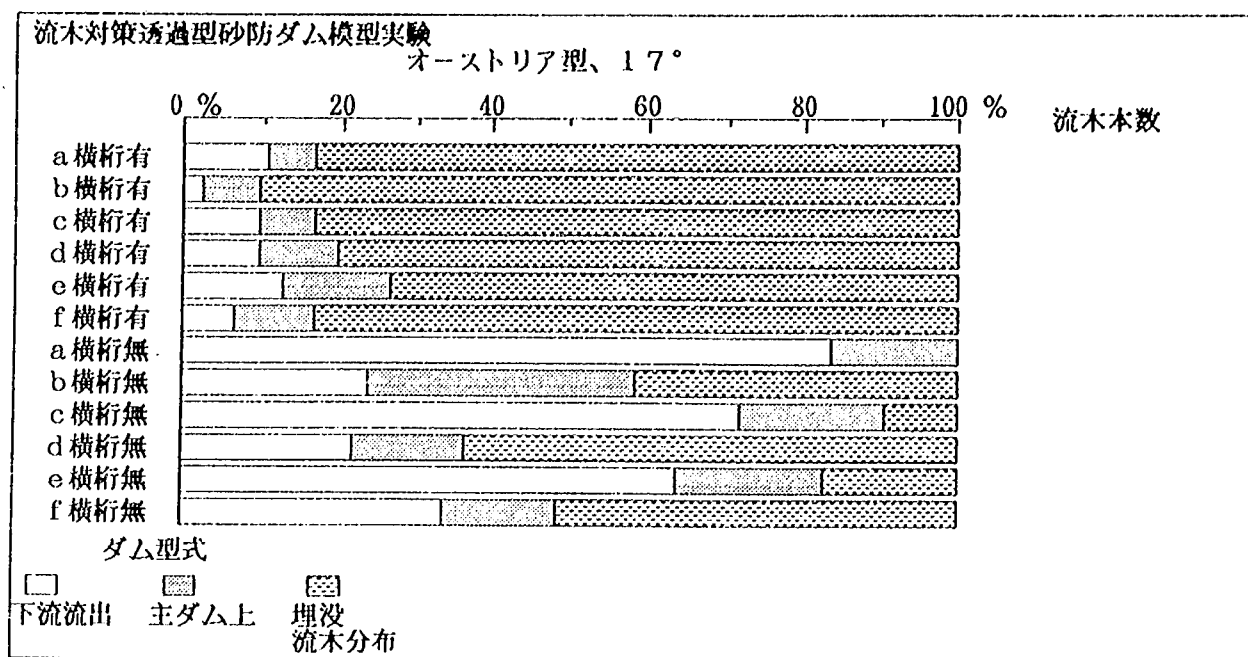


図-3.41 オーストリア型砂防ダムにおける流木堆積分布
($Q = 2.0 \ell / \text{sec.}$)

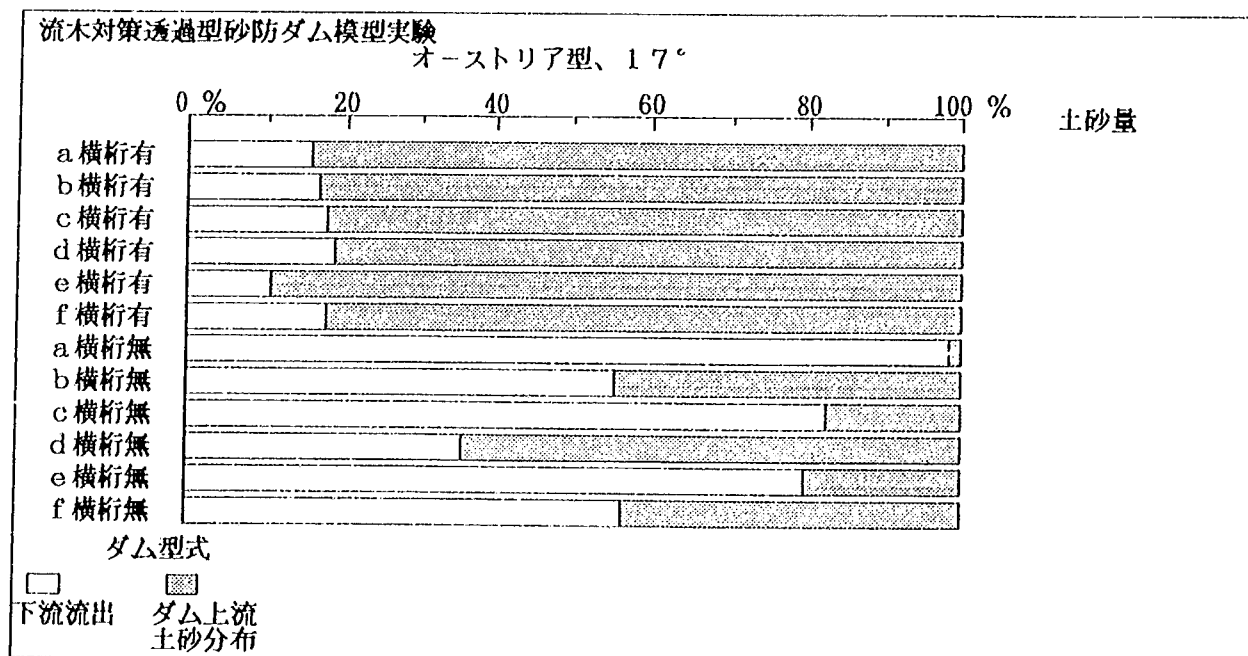


図-3.42 オーストリア型砂防ダムにおける土砂堆積分布
($Q = 2.0 \ell / \text{sec.}$)

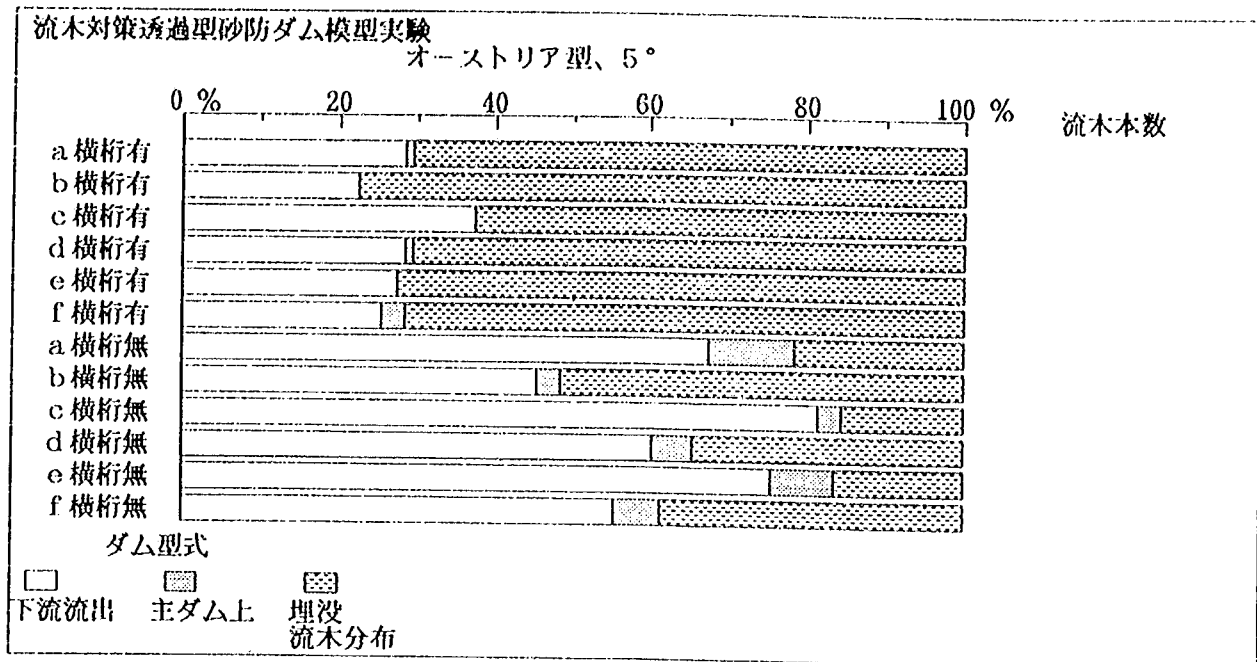


図-3.43 オーストリア型砂防ダムにおける流木堆積分布
($Q = 2.0 \ell / \text{sec.}$)

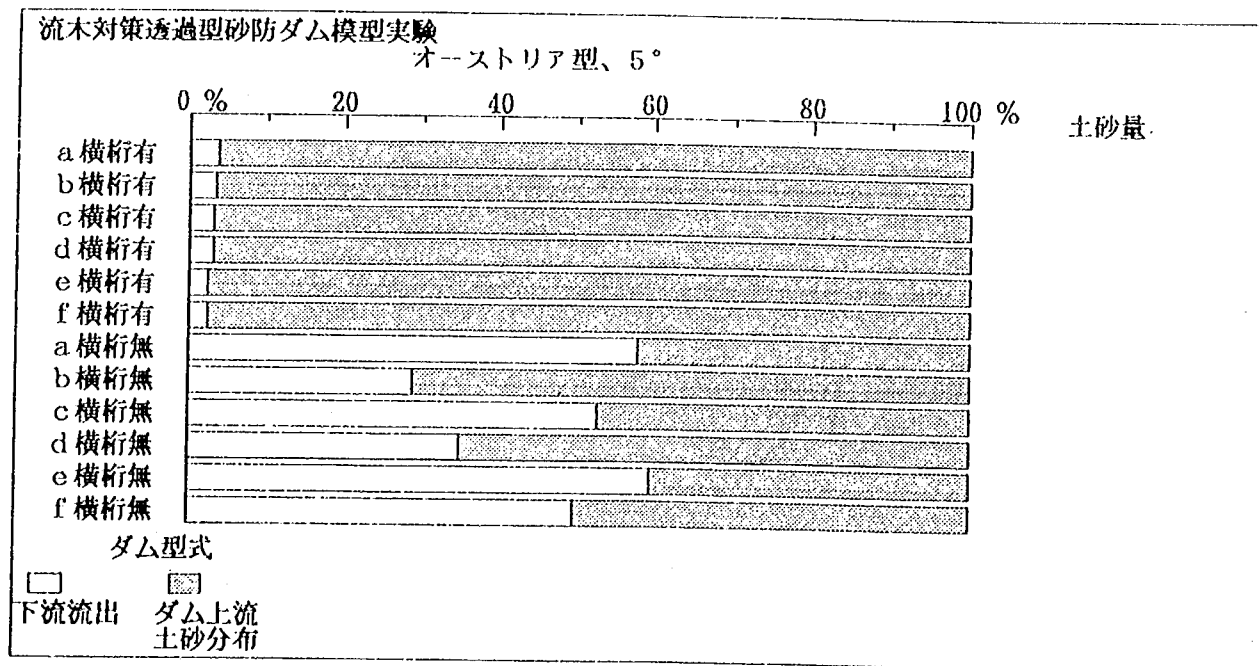


図-3.44 オーストリア型砂防ダムにおける土砂堆積分布
($Q = 2.0 \ell / \text{sec.}$)

- ① 間隔の狭い横桁が有る場合は無い場合に比べて流木・土砂とも捕捉率が高まる。
- ② 横桁が無い場合は水平方向の純間隔が大きい程、流木および土砂の捕捉効果は低下する。
- ③ 河床勾配が大きい場所に設置する程流木の捕捉率は向上する。一方土砂の捕捉率は低下する。従って、オーストリア型砂防ダムの一つの目的とされている。「土砂を多く捕捉して、流木による目詰りを防止する」には設置位置として、河床勾配の緩い場所を選定した方が有利となる。
- ④ スリット上流のダム法勾配の変化による、流木・土砂の捕捉率の変化は明確でない。従って、オーストリア型砂防ダムの一つの目的とされている。「土砂を多く捕捉して、流木による目詰りを防止する」ためのスリット上流法勾配の変化による効果は認められない。

3.8 沈砂池における流木止スクリーン、スリットの流木捕捉効果

図-3.45, 3.46に沈砂池下流に設置した場合の流木止スクリーンとスリットによる流木の捕捉効果を示し、同時に土砂の堆積分布の割合を示す。なおこの沈砂池模型の形状は図-1.17に示すとおりであり、流木止スリットC型は図-1.19に示す通りである。実験条件としては、流量は $2\ell/\text{sec}$ 、土砂量は 30ℓ 、沈砂池上・下流の河床勾配は 5° である。図-3.20より、A型流木止スクリーンの効果は砂防ダムに設置した場合と同程度であることがわかる。またC型流木止はA型と比較して水平方向縦間隔を約 $1/2$ にしているために流木の捕捉率がA型に比べて高くなっている。

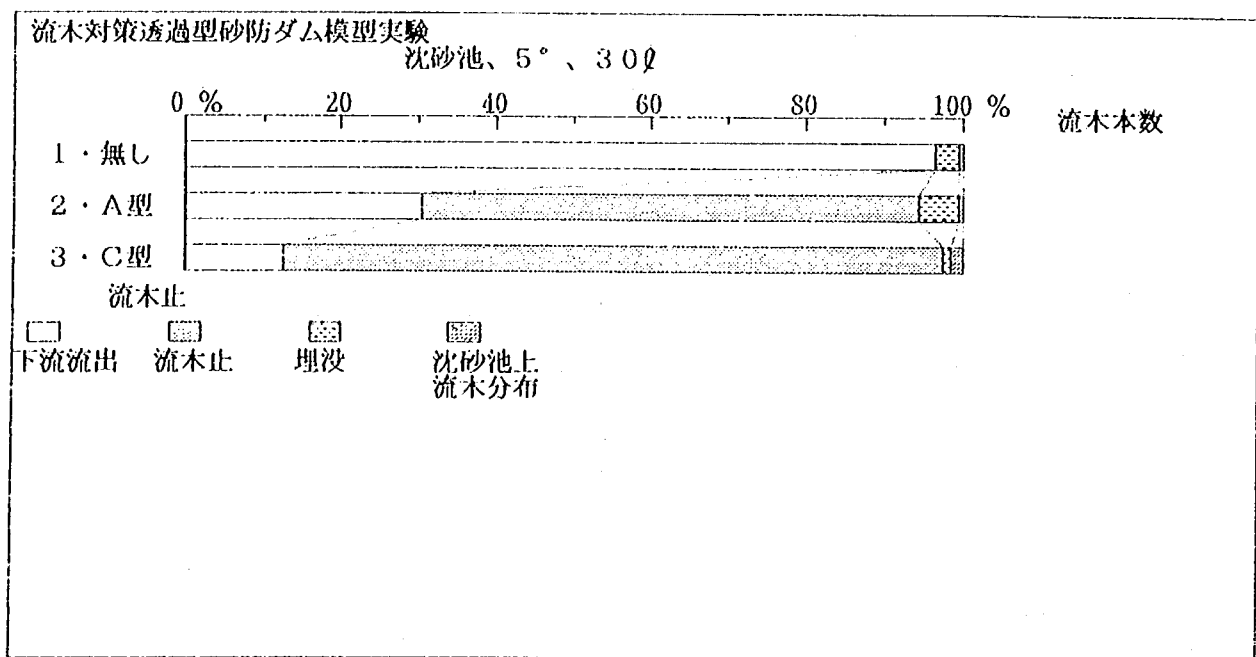
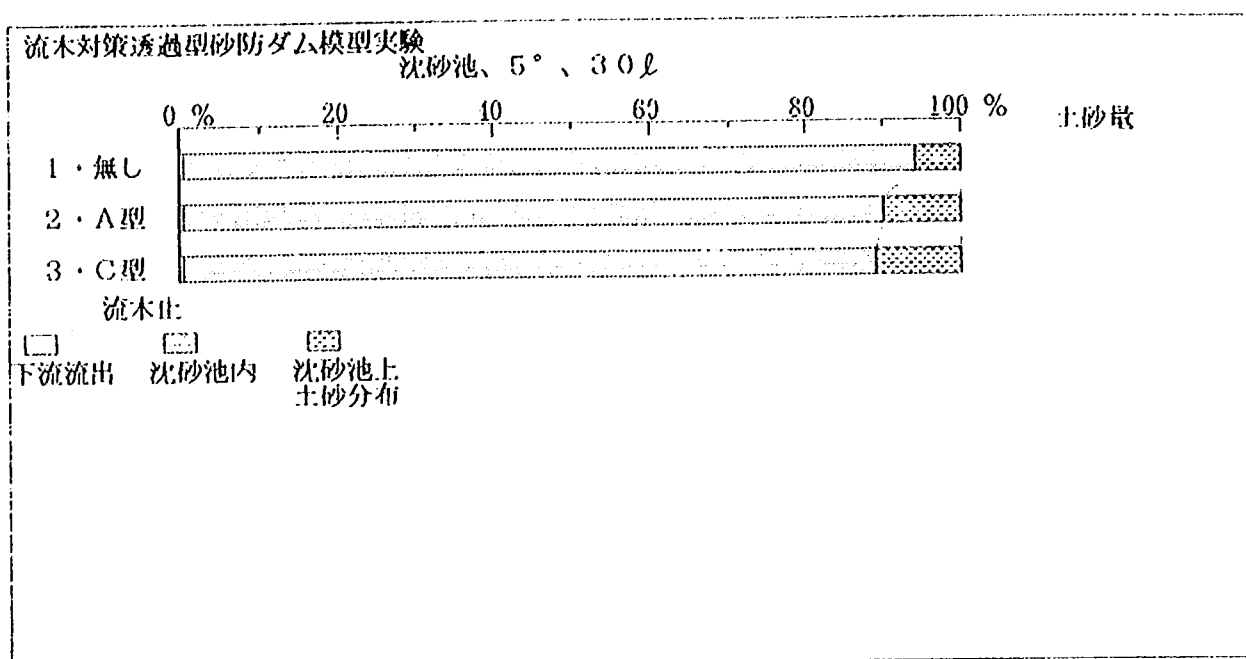


図-3.45 流木止付(なし)沈砂池における流木堆積分布
($Q = 2.0\ell/\text{sec.}$)



図一 3.46 流木止付（なし）沈砂池における土砂堆積分布
($Q = 2.0 \ell / \text{sec.}$)

4. ま と め

今回の実験により得られたデータを解析した結果は以下のようにまとめることができる。

- ① 流木止スクリーン付の建設省六甲型流木止付砂防ダムは、通常の砂防ダムに比較して流木の捕捉率が高く、流木止の効果が確認された。
- ② 建設省六甲型流木止付砂防ダムの流木止スクリーンについては、
 - (i) 流木の長さが長いほど
 - (ii) 流木の直径が大きいほど
 - (iii) 単位幅流量（水深，流速）が小さいほど
 - (iv) スクリーンの水平方向純間隔が小さいほど
 - (v) 砂防ダムを越流する土砂が少いほど

流木の捕捉率は高くなる。なお、流木止スクリーンの設置位置としては主ダムに設置した方が副ダムに設置するよりも捕捉率は若干高くなる。

- ③ 建設省六甲型流木止付砂防ダムの流木止スクリーンによる流木の捕捉率は概略、次式で算定できる。

$$\left\{ \begin{array}{ll} Fr \cdot \frac{h W^2}{d \ell^2} \leq 0.8 \text{ のとき} & T \doteq 100 \quad (\%) \\ 0.8 < Fr \cdot \frac{h W^2}{d \ell^2} < 8 \text{ のとき} & T = 100 \log \frac{8 d \ell^2}{Fr \cdot h \cdot W^2} \quad (\%) \\ 8 \leq Fr \cdot \frac{h W^2}{d \ell^2} \text{ のとき} & T \doteq 0 \quad (\%) \end{array} \right.$$

ここに、 T ：流木止スクリーンによる流木の捕捉率（％）

Fr ：フルード数

h ：流木止スクリーン直上流の水深（cm）

d ：流木の直径（cm）

ℓ ：流木の長さ（cm）

W ：スクリーンの水平方向純間隔（cm）

ただし、 $\frac{H}{d} = \frac{(\text{スクリーンの縦方向の純間隔})}{(\text{流木の直径})} > 1.5$

である。

- ④ $\frac{H}{d} > 1.5$ の範囲では、スクリーンの縦方向の純間隔と流木の捕捉率との関係は実用上無視できる。すなわちスクリーンの横桁間隔により捕捉率はほとんど変化しない。
- ⑤ 砂防ダム（主ダム）堆積地内での流木の土砂による埋没は、流木止スクリーンが無い場合でも比較的多く、埋没率が3割にも達する場合もある。また単位幅流量が大きくなる程、流下土砂量が大きくなる程流木の堆砂地内への埋没割合も大きくなる。

- ⑥ オーストリア型砂防ダムにおいて、間隔の狭い横桁が有る場合は無い場合に比較して流木・土砂とも捕捉率が高まる。
- ⑦ オーストリア型砂防ダムにおいて横桁が無い場合は、水平方向の純間隔が小さい程、流木・土砂の捕捉率は高まる。
- ⑧ オーストリア型砂防ダムの一つの目的とされている「土砂と流木を分離して流木を多く流下させて、スリットの目詰りを防ぎ、土砂調節効果を維持する」ために、スリット上流法勾配を変化させる効果は認められなかった。土砂と流木を分離させるためには、河床勾配の緩い箇所に砂防ダムを設けることが重要である。
- ⑨ 沈砂池下流に流木止スクリーンを設置することは流木の捕捉率を高める上で有効である。水平方向純間隔を小さくすると流木の捕捉率は向上する。沈砂池下流における流木止スクリーンによる流木の捕捉効果は砂防ダムの主ダム及び副ダムに設置した場合と同程度である。

5. 今後の検討課題

主として、建設省六甲型流木止付砂防ダムと、オーストリア型砂防ダムを例にとり、透過型砂防ダムの流木および土砂の捕捉効果を明らかにするための実験を行い、建設省六甲型流木止付砂防ダムの流木止スクリーンについては流木の捕捉率と種々の物理量との関係を解析して、流木の捕捉率を算定する実験式を導いた。今後はこの実験式の適用限界（特にスリット縦方向の純間隔の影響範囲）を明らかにするとともに、改良を行いたい。さらに今回の実験で得られた知見をもとに種々の透過型砂防ダムの模型により、効率的な新型の流木対策を考慮した透過型砂防ダムを開発したい。これとは別に現在設計手法、設計条件が不明確な透過型砂防ダムの設計条件を明らかにするために種々の検討を行い一日も早く流木対策を考慮した透過型砂防ダムの設計マニュアルを作成する必要がある。

参 考 文 献

- 1) 瀬尾, 水山, 大場, 上原: 土石流と共に流出する流木の運動と捕捉工に関する実験的研究, 土木技術資料, vol 26, No. 2, 1984.
- 2) 矢澤, 水山, 森田: オーストリア鋼製砂防施設事情, 土木研究所資料, 第 2301 号, 1986.
- 3) 中部地方建設局: 昭和60年度砂防・地すべり対策事業調査成果報告書, 1987.
- 4) 近畿地方建設局六甲砂防工事事務所: 昭和46年度土石流調査における堆積構造調査報告書, 1971.

流木対策を考慮した透過型砂防ダム ISSN 0386-5878
水理模型実験報告書 土木研究所資料 第2608号
昭和63年3月 (1988)

建設省土木研究所砂防研究室
水山高久, 石川芳治
矢島重美

要旨 本実験は、土石流とともに流下してくる流木を効率的に捕捉できる透過型砂防ダムの設計条件を明らかにし、流木対策を考慮した透過型砂防ダムの設計手法を確立することを目的として、室内模型水路を用いて土石流・流木を発生させて計428ケースの実験を行い、得られたデータを解析・考察したものである。本研究により流木止スクリーンによる流木の捕捉率を算定する実験式が得られた。

キーワード：流木、土石流、透過型砂防ダム、模型実験、流木捕捉率

郵便はがき

郵便切手
はって下さ
い

3 0 5 - □ □

建設省土木研究所
砂防部砂防研究室
御中

茨城県つくば市大字旭一番地

No. _____

No. _____

土研資料第2608号

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第2608号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名 ⑩

土木研究所資料第2608号