

土 木 研 究 所 資 料

道路排水ますふたの雨水の落下効率に 関する実験的検討報告書

平成7年3月

建設省土木研究所
地震防災部動土質研究室

Copyright © (1995) 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。

道路排水ますふたの雨水の落下効率に 関する実験的検討報告書

地震防災部	部長		古賀	泰之*
地震防災部	動土質研究室	室長	松尾	修
		研究員	高橋	晃浩

*前 動土質研究室長

要 旨

現行の「道路土工－排水工指針」における街きょに設置されるますふたの設置間隔の設計には、ますふたの雨水落下率のデータが用いられる。現在では一般に使用されているますふたの形状・寸法も多様化しており、上記指針に示されたデータでは必ずしも対応しきれなくなってきた。そこで、現時点におけるますふたの使用実態を調査し、実際に使われているますふたの雨水落下率を得るための実験を行った。

キーワード：道路土工－排水工指針、道路排水ますふた、実態調査、模型実験、落下率

目 次

まえがき

1. 路面排水に関する従来の研究	1
2. ますふたの使用実態に関する調査	2
2.1 発注者に対するアンケート調査	2
2.1.1 ますふたの使用実態について	2
2.1.2 側溝の横断勾配について	4
2.2 メーカーに対するヒヤリング調査	5
3. ますふたの落下率に関する模型実験	7
3.1 実験目的	7
3.2 実験の概要	7
3.3 実験施設	7
3.4 実験ケース	10
3.4.1 ますふたの種類	10
3.4.2 実験条件	14
3.5 実験方法	14
3.6 予備実験（粗度の測定）	15
3.7 本実験結果	16
3.7.1 コンクリートますふた（混合形）	16
3.7.2 コンクリートますふた（縦仕切り形）	16
3.7.3 混合形と縦仕切り形ますふたの比較	16
3.7.4 鋼製格子ふた（グレーチング）	22
3.7.5 路面湛水幅	22
4. 設計用チャートの作成	27
5. まとめ	31
謝 辞	32
参考文献	33

ま え が き

市街地の道路では、路面に降る雨水は路面の横断勾配により側溝に集められ、側溝を流れる雨水はさらに排水ます上のふたより落下して排水管へと排除される。「道路土工－排水工指針」((社)日本道路協会発行)において、排水ますの設置間隔は道路単位長さ当たりの雨水流量とますふたにおける雨水の落下率により設計計算を行って決定される。ここで、ますふたの落下率とは、側溝を流下してきた雨水流量に対する、ますふたを落下する流量の比率を表すものであり、この比率が高いますふたを用いれば、排水ますの設置間隔を大きくとってよいことになる。

上記指針では、ますふたの落下率の値が数表で与えられているが、これは昭和40年代に実験的に調べられたものであり、対象となったますふたはその当時によく用いられていたものである。しかし、その後の時代の推移とともに、ますふたの種類も多様化し、現在では上記指針に示されたデータでは必ずしも対応しきれなくなってきた。

このため、現在一般に使用されているますふたに対応できる設計用ますふた落下率のデータを得るための実験を行ったので、ここにとりまとめて報告するものである。

なお、本調査は、道路事業調査費による調査研究課題「道路排水施設の設計施工法に関する試験調査」(昭和61年度～平成2年度)において平成元年度に実施したものである。本調査を担当した動土質研究室は、もともと本調査研究に必要な水理学的知識を具備していないため、内容的に不備な点があるかもしれない。御批判・御教示を頂ければ幸いである。

1. 路面排水に関する従来の研究

建設省土木研究所下水道研究室の横尾らは、昭和44年に「路面排水に関する研究報告書」(土木研究所資料第523号)¹⁾をとりまとめている。これはきわめて包括的な内容を含んでおり、ますふたの落下率に関する実験結果の他、設計法に関する種々の考察、および従来の研究事例等を取りまとめている。

このうち、ますふたの落下率に関する実験結果について要点を列挙すると以下のとおりである。

- 1) 縦仕切り形のますふたの場合、横断勾配が小さくなると落下率の低下率が他のタイプに比べて大きい。縦断勾配、側溝流量が変化しても落下率はあまり変化しない。
- 2) 横仕切り形のますふたの場合、落下率は他のタイプに比べて小さい。縦断勾配および側溝流量の変化による落下率は大きく変化する。
- 3) 混合形のますふたの場合、前2者の中間の傾向を示す。
- 4) 鋼製格子ふたの場合、前3者に比べて落下率は大きい。ただし、側溝流量の影響が大きい。
- 5) 落下率を大きくするためには、側溝の横断勾配を大きくするのが望ましい。

なお、現行の「道路土工—排水工指針」²⁾に掲載されているますふたの落下率の数表は上記研究結果に基づいて作成されたものである。

その後の研究事例について、著者らが十分な文献調査を行っていないため確かな事はいえないが、ほとんど存在しないように思われる。ただし、1例だけ見出したので以下に紹介する。

Despotovic (1987)³⁾は、縦仕切り形、横仕切り形および縁石ますについて室内水理実験を行った。その結果をまとめれば以下のとおりである。

- 1) 縦仕切り形および横仕切り形ますふたについて、落下率は側溝流量が大きくなるほど、また、横断勾配が小さくなるほど低下する。
- 2) 縦仕切り形は横仕切り形よりも落下率が大きい。
- 3) 落下口は縁石に接していれば落下率が大きくなる。
- 4) 縁石ますの落下率は横断勾配が大きいほど大きい。
- 5) ゴミ等による落下率の低下は実際問題として避けられない。

2. ますふたの使用実態に関する調査

実験に先立ち、ますふたの使用実態に関する調査を実施した。調査は以下の2つの方法で実施した。

- (1) 発注者（建設省地方建設局道路担当課及び都道府県）に対するアンケート調査
- (2) メーカーに対するヒヤリング調査

なお、上記(1)は土木研究所システム課が土木構造物標準設計に関する調査の一環として実施したものである。

以下にそれぞれの概要を述べる。

2.1 発注者に対するアンケート調査

土木研究所システム課は、昭和59年度に、建設省制定土木構造物標準設計第1巻（側こう・暗きょ類）の改定を目的として、発注者である建設省地方建設局道路担当課及び都道府県を対象にアンケート方式による実態調査を実施した。その中で、本報告書に関連する道路排水施設についても設問がなされているので、結果の一部を以下に紹介する。

2.1.1 ますふたの使用実態について

（質 問）現標準設計のふたは鋼製プレートによる現場打ちコンクリート製としているがその施工実績はどの程度か。また、施工実績が少ない場合、他のどのような種類のふたをどの様な箇所に使用しているか。

（回答1）鋼製プレートによる現場打ちコンクリート製ふたの使用実績調査結果を以下に示す。

調査対象	回答機関数		
	「かなり」	「たまに」	「ない」
県	4	16	20
建設省	2	10	6
			合計
			40
			18

これより、標準設計による現場打ちコンクリート製ふたの使用頻度は必ずしも高くないことがわかる。

（回答2）上記以外のふたの種類と使用箇所

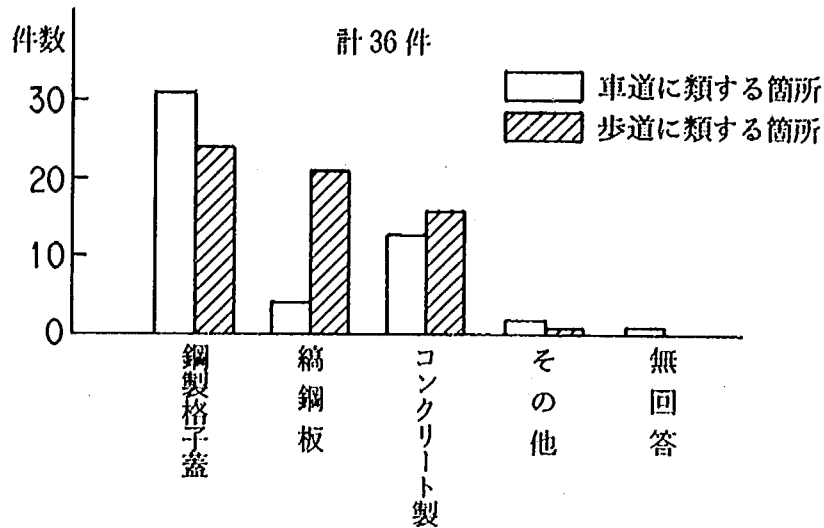
調査結果を図-2.1に示す。同図より、鋼製格子ふた（いわゆるグレーチング）、縞鋼板及び標準設計以外のコンクリート製ふたの使用実績が多いことがわかる。

（その他関連コメント）

上記質問に関連して調査対象機関より寄せられたコメントを原文のまま以下に列举する。

- ・（建）現標準設計のコンクリート製ふたは1枚の重量が重すぎる等、維持管理の上で手作業に苦勞している。ふたの構造を検討してほしい。
- ・（建）集水ますは管理上かなり頻繁にふたの開け閉めがあるので、コンクリート製のふたは作業性が

(a) 県



(b) 建設省

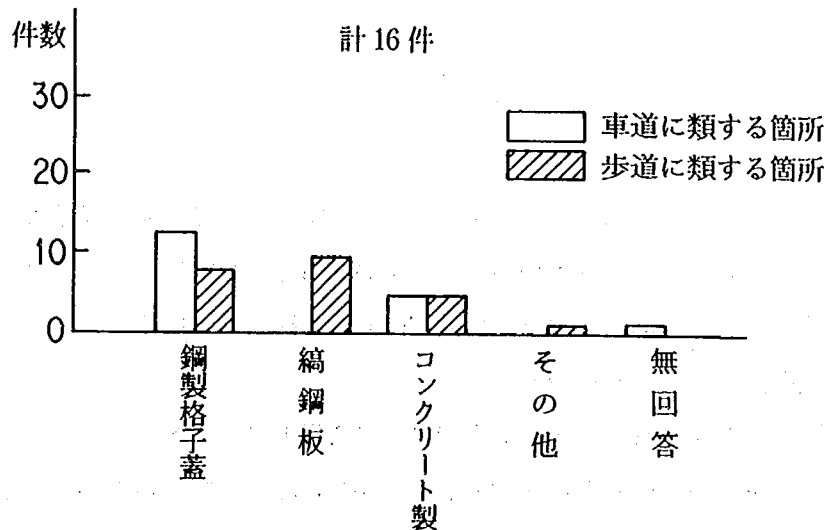


図-2.1 標準設計による現場打コンクリートふた以外のふたの使用実績

悪い。

- ・(建) ふたの1枚当たりの重さは維持管理の面から50kg程度がよい。
- ・(建) コンクリート製ふたは重量があり、管理面から鋼製を使用している。歩道部は特に歩行性を考慮してほしい。側溝ふたの手かけは歩行性が悪い。
- ・(県) 中に入って作業をするために、まずはある程度の広さを必要とし、これに架けるふたは重くなって人力では開閉が困難であるため、軽量材質によるか細分化したふたで標準化してほしい。
- ・(県) 街きょ集水ますのコンクリートふたについて重量が重いため清掃が不便である。
- ・(県) 維持管理上、すべてグレーチングを使用している。
- ・(県) 枠組がさびるため景観を損ねる。

- ・（県）北海道において歩道除雪を機械で行う場合があるため、その箇所については歩道であっても車道用のふたを使用することがある。
- ・（県）つり金具が現状では小さくて取扱いにくいので大きくしてほしい。

以上のコメントを集約すれば以下になるよう。

- (1) コンクリート製のふたは重く、人力による維持管理作業が大変である。
- (2) 対応策として鋼製格子ふた（グレーチング）を使用している。
- (3) あるいは、軽量化を検討してほしい。

2.1.2 側溝の横断勾配について

（質 問）境界ブロックと組み合わせるL型側溝（PL3型）の横断勾配を現状では10%としているが、貴所では何%の勾配としているか。

（回 答）集計結果は以下のとおりである。

調査対象	回答機関数				
	10%	6%	6～10%	6%以下	合計
県	25	10	3	1	39
建設省	5	10	2	1	18

これより、標準設計の10%勾配を採用している機関は、県で63%、建設省で28%、両者をあわせると53%となっており、残りは10%よりも緩い6%等の勾配を採用しているのがわかる。なお、昭和61年に改定された標準設計では、横断勾配6%を採用している。

（10%以外の横断勾配を採用している理由）

以下に調査対象機関より寄せられたコメントを原文のまま以下に列挙する。

- (1) 自転車・自動二輪車等の走行安全性を考え、緩やかな勾配としているもの（L型側溝は道路の路肩の一部である）。
 - ・（県）道路の横断勾配と合わせている。（ $i = 2\%$ ）
 - ・（県）バイク等が走行しても安全な程度の勾配としている。（ $i = 6\%$ ）
 - ・（建）10%では原動機付自転車等の通行に支障が考えられるので、中間の8%としている。
 - ・（建）自転車等の走行時の危険性を考慮。（ $i = 6\%$ ）
 - ・（県）路肩側溝として使用する場合、車道の横断勾配（1.5～2.0%）との差が現在の指針の標準設計では8.5～8.0%にもなり、自転車及び自動二輪車の通行が不安定になる恐れがあるので6%としている。
 - ・（建）幅員の狭い道路では自転車オートバイ等の通行があり10%では危険である。（ $i = 5\%$ ）
 - ・（県）二輪車の走行性その他を考慮し8%としている。
 - ・（建）勾配が急であると自転車走行の危険性が増加するので6%としている。
 - ・（県）路側を自転車並びに歩行者が通行する場合を考え、なるべく緩勾配（6%）としている。

- ・（県）路肩を二輪車が通行する際の転倒防止から6％としている。
- ・（県）L型側溝B部は車道に接続する路肩となるため、自転車・オートバイ及び自動車等の乗り入れに対して危険のないよう勾配を決定している。（6％）
- ・（県）路肩と兼用のため、自転車等の通行を考え決定している。（4～6％）
- ・（県）路肩の一部として使っており、走行上好ましくないので6％としている。
- ・（建）自転車等二輪車が走行する場合を考慮して6％としている。
- ・（建）L型側溝の横断勾配は側溝を路肩幅員に含める場合は6％としている。
- ・（県）路肩部となるため横断勾配に極力近づけるため6％としている。
- ・（県）L型側溝の横断勾配を路肩幅員に含めているため横断勾配は6％とした。
- ・（建）街渠は排水溝の一部であると同時に車道の一部（路肩）でもある。したがって、四輪車や二輪車が通行可能な勾配と排水を考えると6％ぐらいが妥当と思われる。

(2) 流水断面を確保するため

- ・（県）車道との勾配差及び流水断面の確保を考え合わせると6％ぐらいが適当と思われる。（6％）
- ・（県）市街部では横断勾配が小さいので流水断面を確保するため8％としている。
- ・（県）6％では排水断面の確保が少なく、他との兼ね合いから8％としている。
- ・（県）流水断面を確保したいため6％としている。

(3) 排水工指針による

- ・（県）10％は排水側溝を主に考えており、道路排水工指針等による構造が考えられる。（4～6％）
- ・（県）排水工指針に6％の場合の排水ます間隔の図が提案されているため。
- ・（建）排水工指針に示す標準勾配を採用。

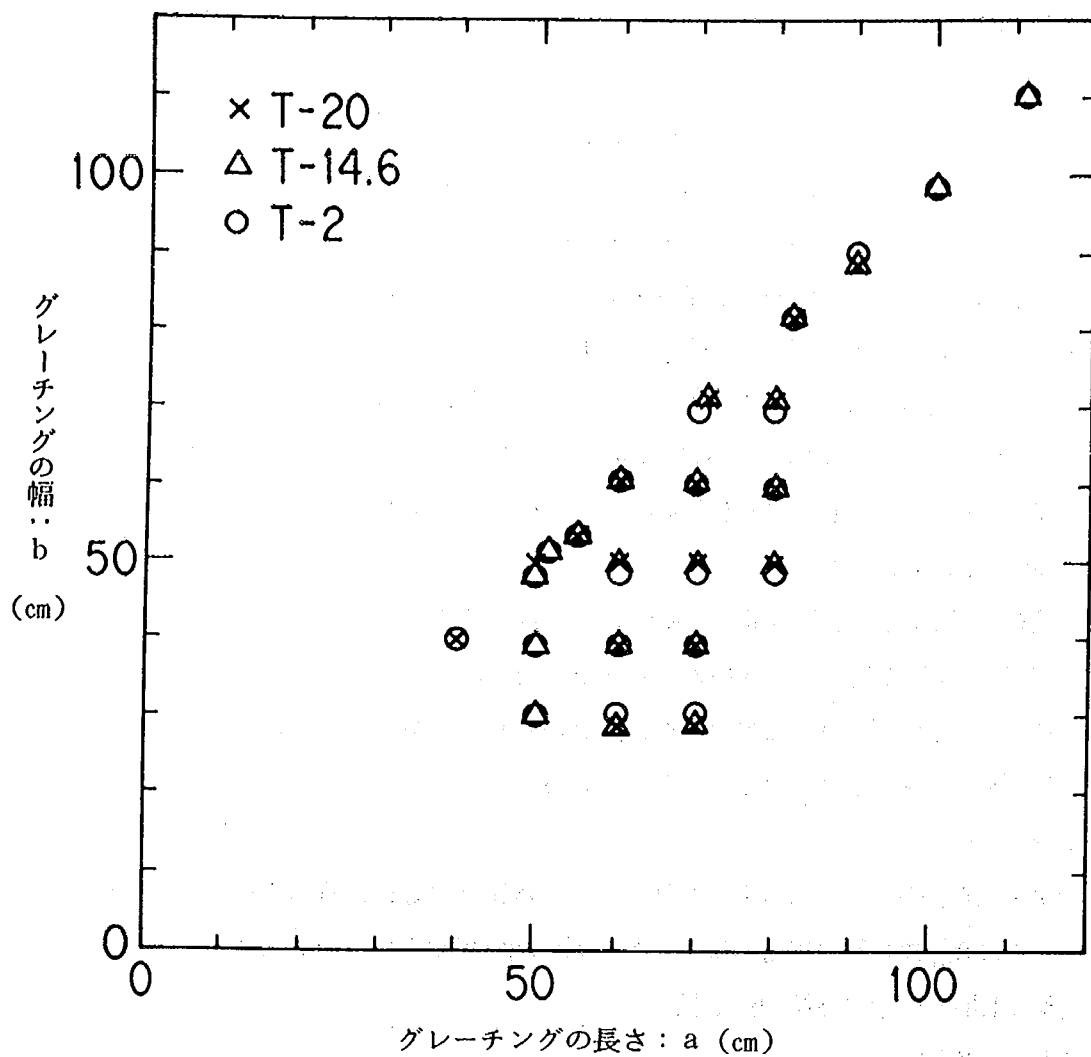
(4) 雪寒地域の考え方

- ・（県）雪寒地区であり最大横断勾配を6％にしている。
- ・（県）雪寒地域のため、道路構造令の最大片勾配の値と整合させている。すなわち、路肩幅員に入れる場合6～8％、路肩幅員に入れない場合8～10％。
- ・（県）北海道においてL型側溝については冬期の表面凍結の問題から現在は使用していない。

2.2 メーカーに対するヒヤリング調査

筆者等は平成元年に、ますふたのメーカーに対して、製品の種類・寸法、販売実績についての資料提供を依頼した。その結果、コンクリート製ますふたについては、規格品の集水ますに対応した外寸法のものが揃えられているが、落下口の配置や寸法はさまざまであった。調査対象メーカーはごく限られた数であったが、混合形ますふたが多く、落下口面積は100～200cm²程度が多いようであった。

鋼製格子ふたについては、比較的大手の2社よりカタログを取り寄せたが、図-2.2に示すような寸法の製品が揃えられていた。



3. ますふたの落下率に関する模型実験

3.1 実験目的

道路排水のために用いられている排水ますふたの落下率を実験的に求めること。

3.2 実験の概要

図-3.1 に実験概要図を示す。同図は、道路の路肩部を模した実験水路を示しており、幅 0.5m 側溝部と幅 1.0m の路面部より構成されている。側溝部の中に排水ますふたを設置している。上流側より所定の流量 Q_1 を流し、排水ますふたより落下する流量 Q_i を測定することにより、ますふたの落下率 γ を次式により求める。

$$\gamma = Q_i / Q_1 \dots\dots\dots (3.1)$$

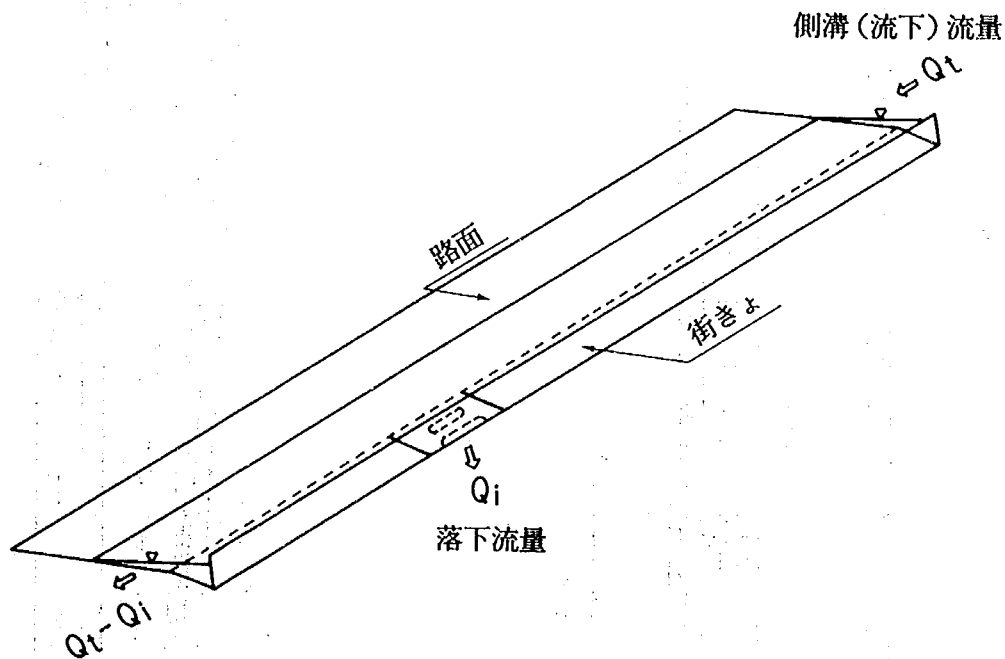
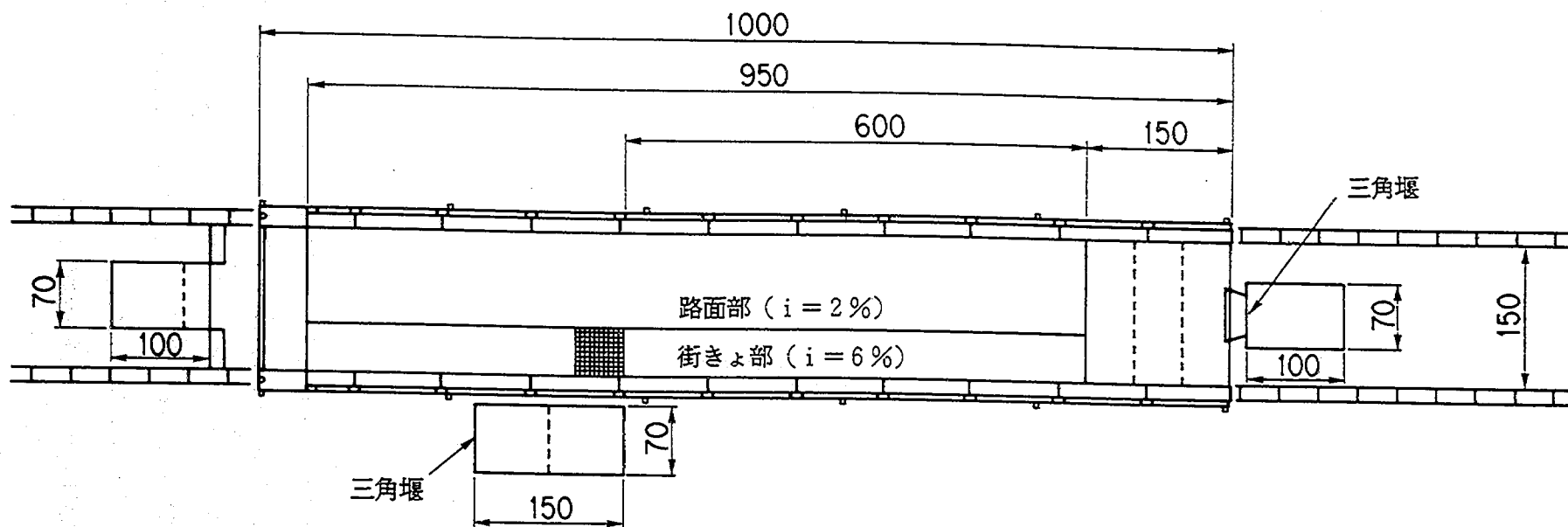


図-3.1 実験概要図

3.3 実験施設

図-3.2 に実験施設の全体図を、図-3.3 に路面模型の横断面図を示す。路面模型は長さ 8.0m、幅 1.5m であり、路面部分は幅 1.0m、横断勾配 2%、側溝部は幅 0.5m、横断勾配 6% である。路面模型の縦断勾配を調節することができるよう、路面模型下流端はチェーンブロックで吊り下げられている。路面は粗度を実際の道路面に近づけるために、モルタルで被覆している。路面模型の上流部には長さ 1.5m の整流槽を設けている。排水ますふたは、路面模型上流端より 6m の位置に設置している。上流側側溝流量 Q_1 及び落下流量 Q_i は、それぞれ給水槽及び受水槽に設けられた三角堰で測定した。

図-3.4 に実験施設のシステム概要を示す。



〔正面図〕

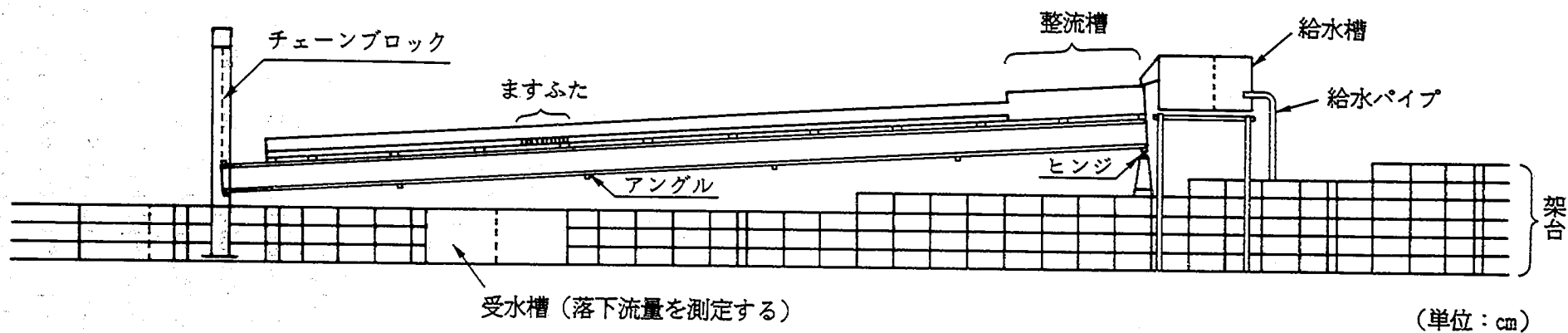


図-3.2 実験施設全体図

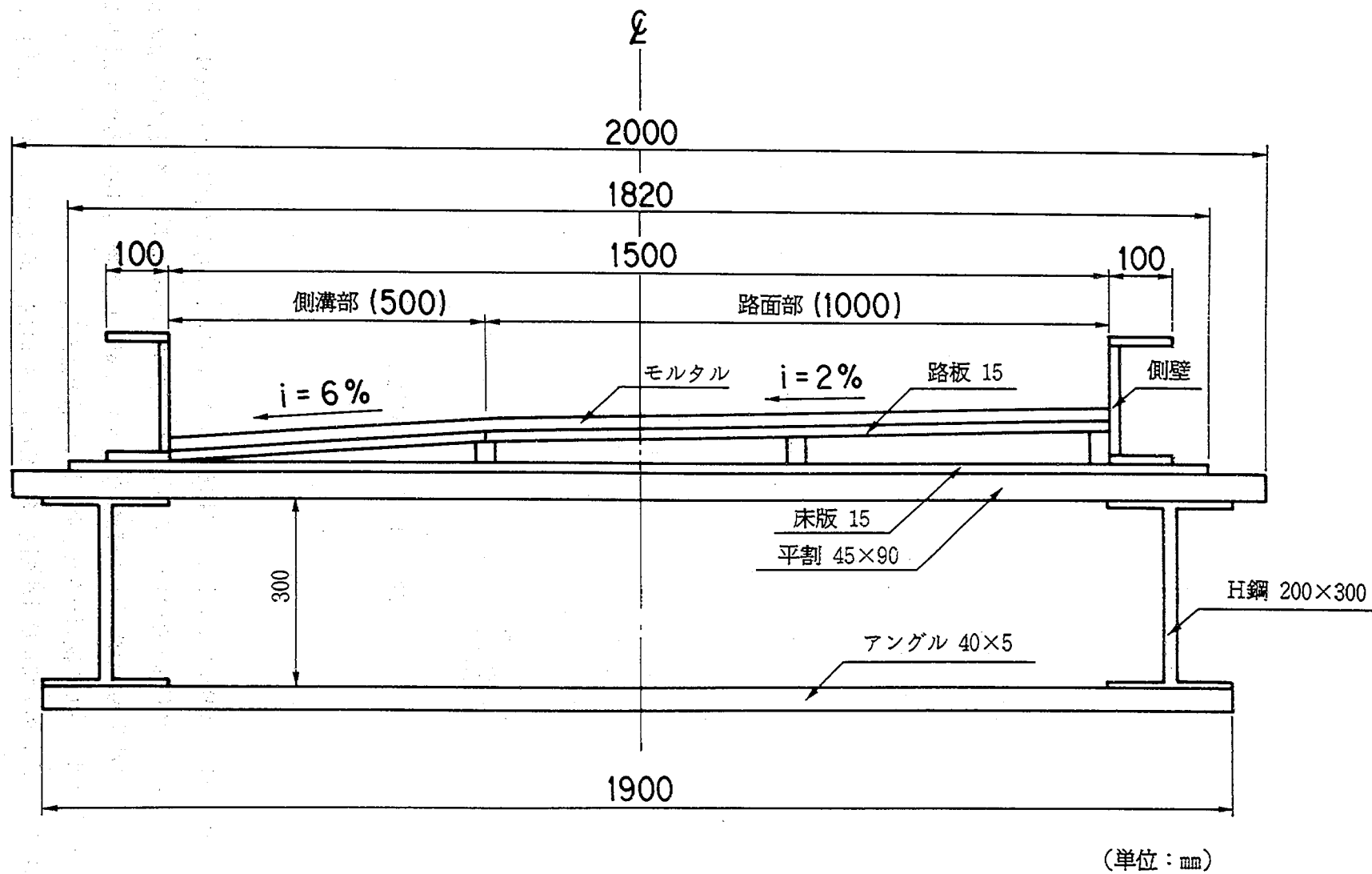


図-3.3 路面模型横断面図

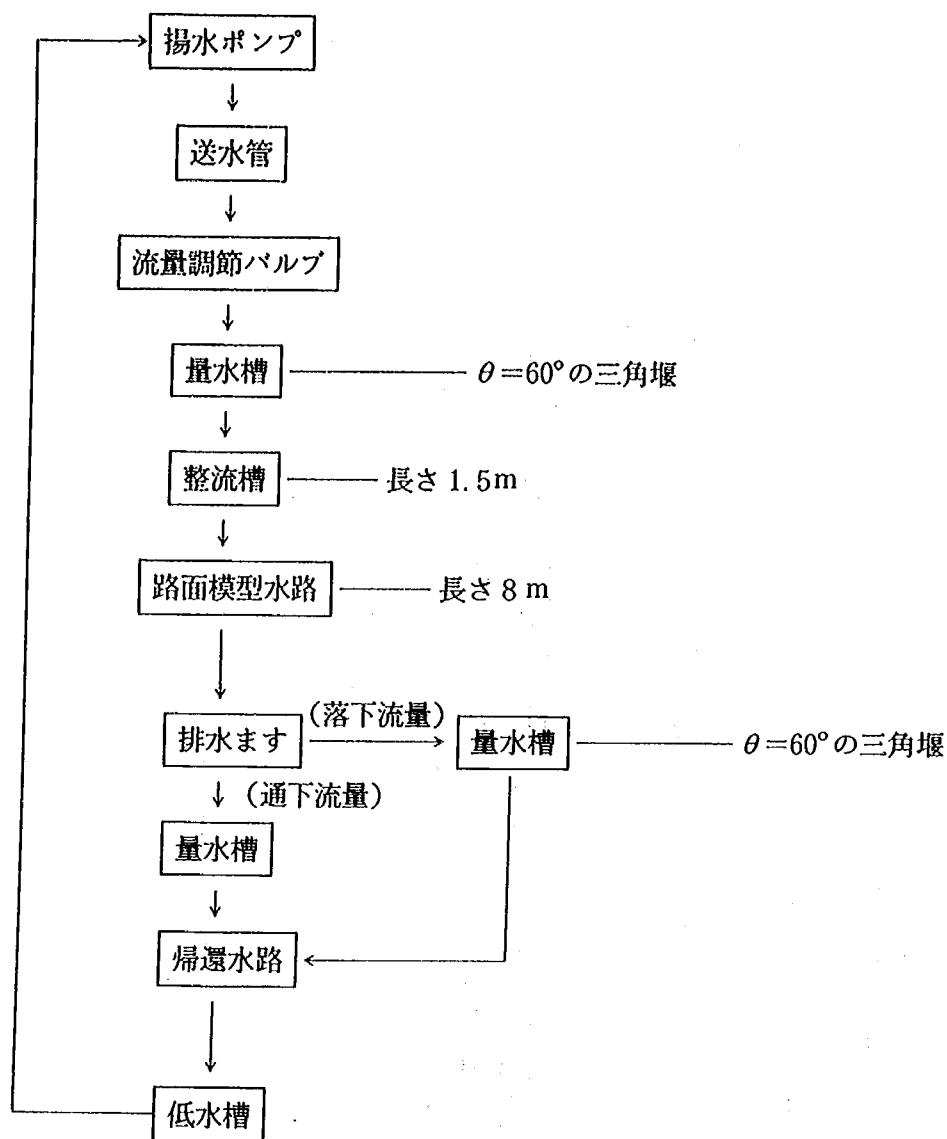


図-3.4 システム概要図

3.4 実験ケース

3.4.1 ますふたの種類

第2章で示したように、実際に用いられている排水ますふたには建設省制定標準設計あるいはJIS製品のますふたをはじめとして多種多様なものがある。それらすべてについて落下率を実験的に求めるのは困難である。そこで、今回実験の対象とする排水ますふたの種類については、現時点で比較的使用実績が多いと考えられる排水ますふたの種類をカバーするように絞り込んだ。

本実験で用いたますふたの形状及び寸法を図-3.5及び表-3.1にまとめて示す。さらに、図-3.6には個々のますふたの形状寸法を示す。

ますふたの種類は全部で20種類であり、コンクリートふたが11種類、鋼製格子ふたが9種類である。

コンクリートますふたは、混合形がA1～A6の6タイプ、縦仕切り形がB1～B5の5種類であり、

いずれも落下穴の長さ及び数を変えている。ただし、縁石側の切り欠き（落下穴）の幅は5cm、その他の落下穴の幅は3cmと一定にしている。また、落下穴の間隔についても、それぞれの型で一定にしている。ますふたの外寸法は、実験の便を図るために一定のものを製作した。

鋼製格子ふたは、横幅3種類（50, 60, 70cm）、縦幅3種類（30.5, 39.5, 48.5cm）を組み合わせたC1～C9の9タイプである。いずれも仕切り幅は30mm、仕切り板の厚さは5mmである。

表-3.1 ますふたの寸法

分 類		番 号	穴 数	寸 法 (cm)			落下穴 面 積 (cm ²)
				L	D	D ₁	
コンクリートふた	混 合 形	A 1	2	12	15	—	182
		A 2	3	12	15	—	217
		A 3	4	12	15	—	251
		A 4	3	20	15	—	289
		A 5	2	30	15	—	290
		A 6	3	30	15	—	379
	縦仕切り形	B 1	1	25	—	6.5	187
		B 2	2	25	13	6.5	260
		B 3	3	25	13	6.5	334
		B 4	2	40	13	11.5	425
		B 5	2	40	13	16.5	425
鋼製格子形 (グレーチング)		C 1		50	30.5		
		C 2		50	39.5		
		C 3		50	48.5		
		C 4		60	30.5		
		C 5		60	39.5		
		C 6		60	48.5		
		C 7		70	30.5		
		C 8		70	39.5		
		C 9		70	48.5		

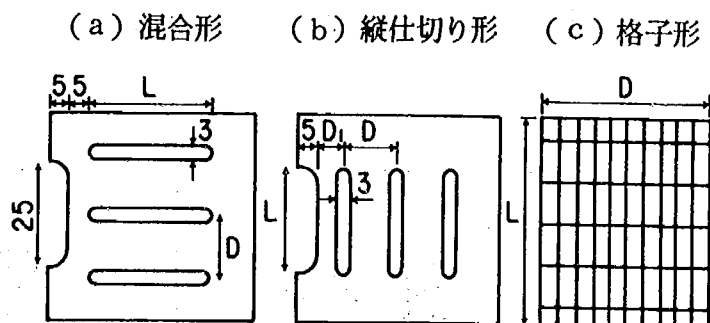
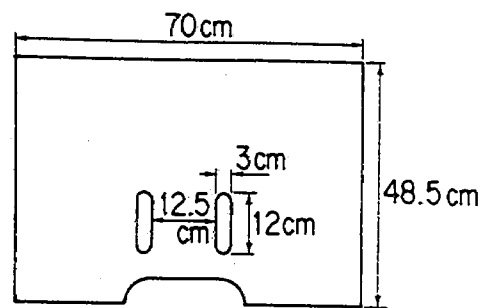
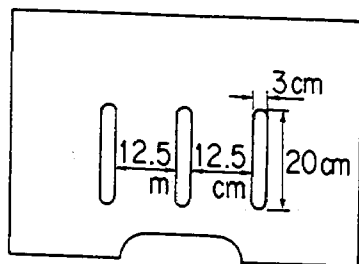


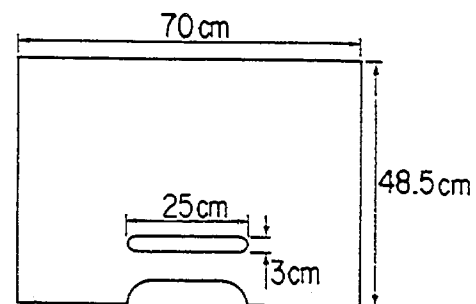
図-3.5 ますふたの形状



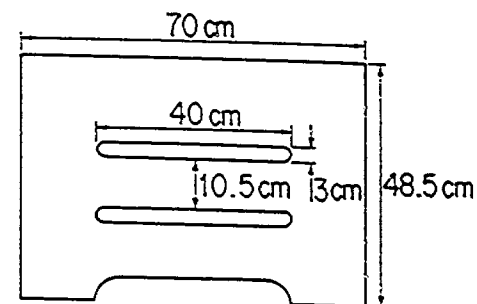
タイプ：A₁



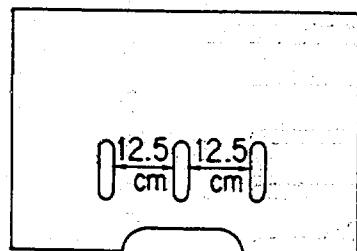
タイプ：A₄



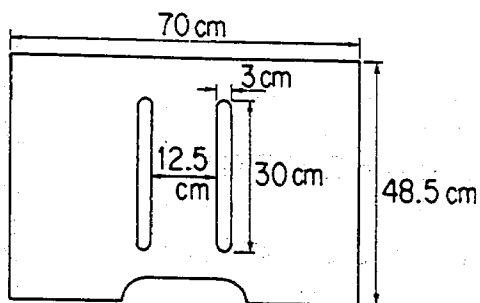
タイプ：B₁



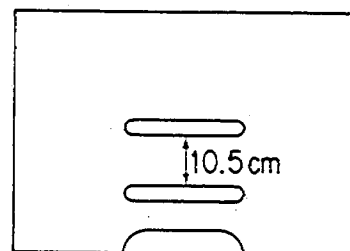
タイプ：B₄



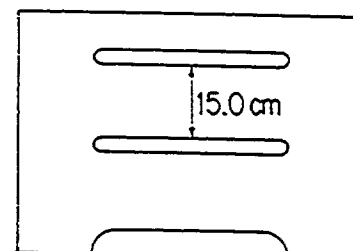
タイプ：A₂



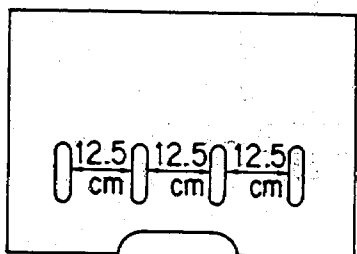
タイプ：A₅



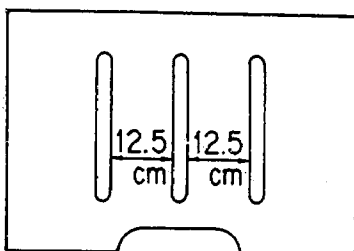
タイプ：B₂



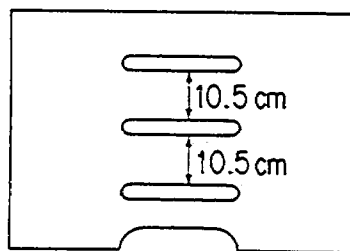
タイプ：B₅



タイプ：A₃



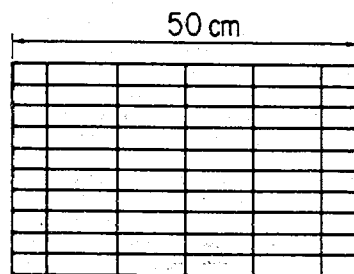
タイプ：A₆



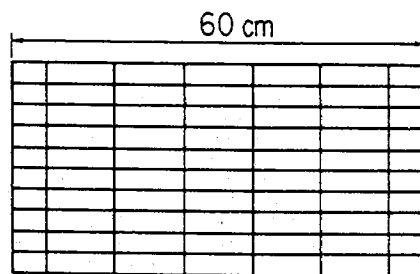
タイプ：B₃

図-3.6(a) 排水ますふた構造図 (コンクリート混合形)

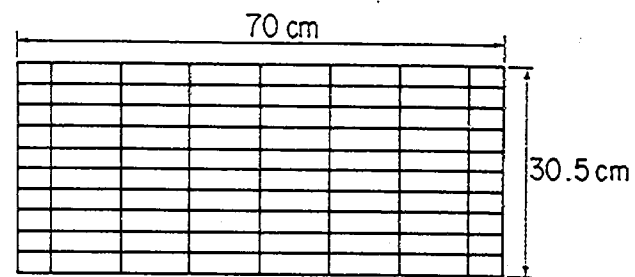
図-3.6(b) 排水ますふた構造図 (コンクリート縦仕切り形)



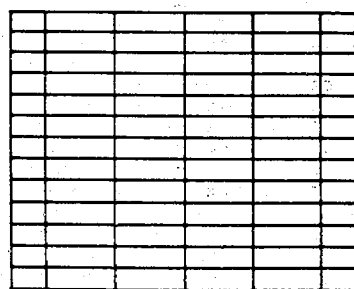
タイプ：C₁



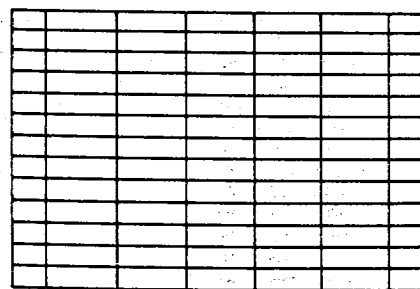
タイプ：C₄



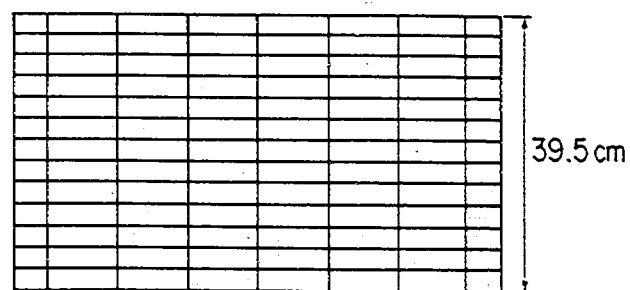
タイプ：C₇



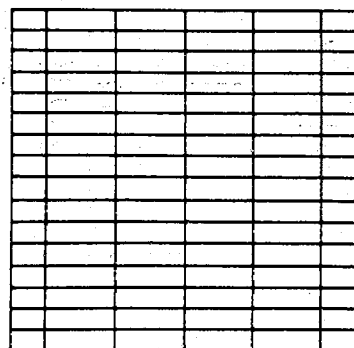
タイプ：C₂



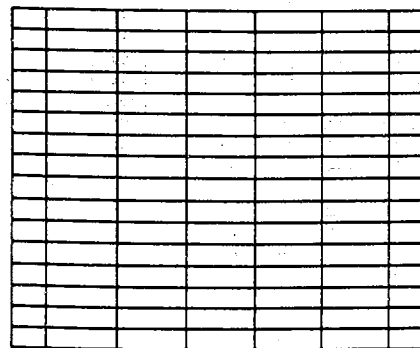
タイプ：C₅



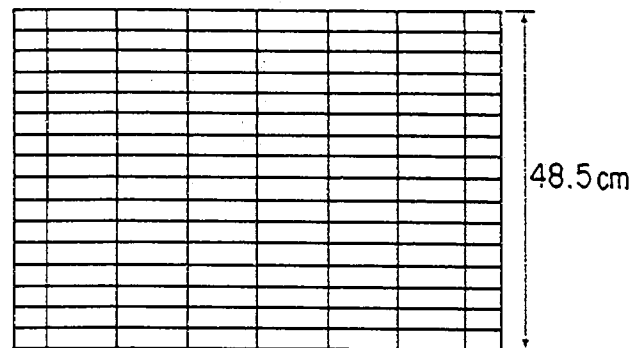
タイプ：C₈



タイプ：C₃



タイプ：C₆



タイプ：C₉

図-3.6(c) 排水ますふた構造図（グレーチング）

3.4.2 実験条件

表-3.2 に実験条件を示す。

実験はますふた 1 種類について、縦断勾配を 0.5~6.0% の 5 段階、流下流量を 1~8 ℓ/s の 4 段階の合計 20 ケースの条件で行った。

表-3.2 実験条件

排水ます形式	コンクリートます 11種類 グレーチング 9種類
街きょ幅	50cm
路面横断勾配	2%, 街きょ横断勾配: 6%
縦断勾配 (i_t)	0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 6.0%
流下流量 (Q_t)	1, 2, 4, 8 ℓ/s

3.5 実験方法

図-3.7 に実験フローを示す。

計測項目は流下流量、落下流量及び湛水幅である。

流下流量は、上流側量水槽に設置した三角堰を用いて測定した。

流下流量は、ますふた直下に設置した量水槽で同様の方法により測定した。

湛水幅は、ますふたの上流 3 m 区間及び下流 2 m 区間について、50cm 間隔で測定した。

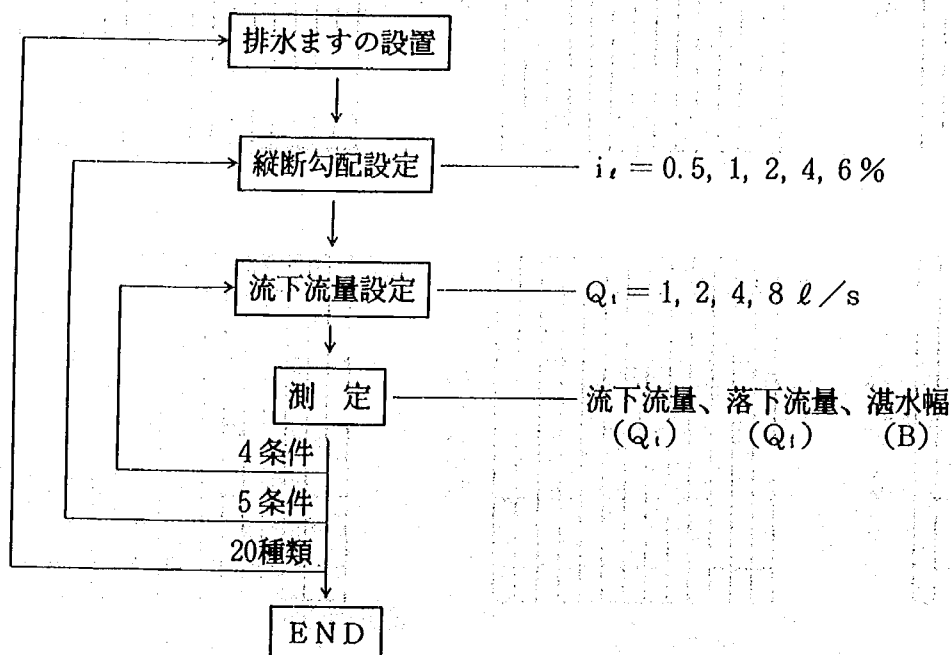


図-3.7 実験フロー図

3.6 予備実験（粗度の測定）

本実験に先立ち、路面模型の粗度を求めるための予備実験を行った。

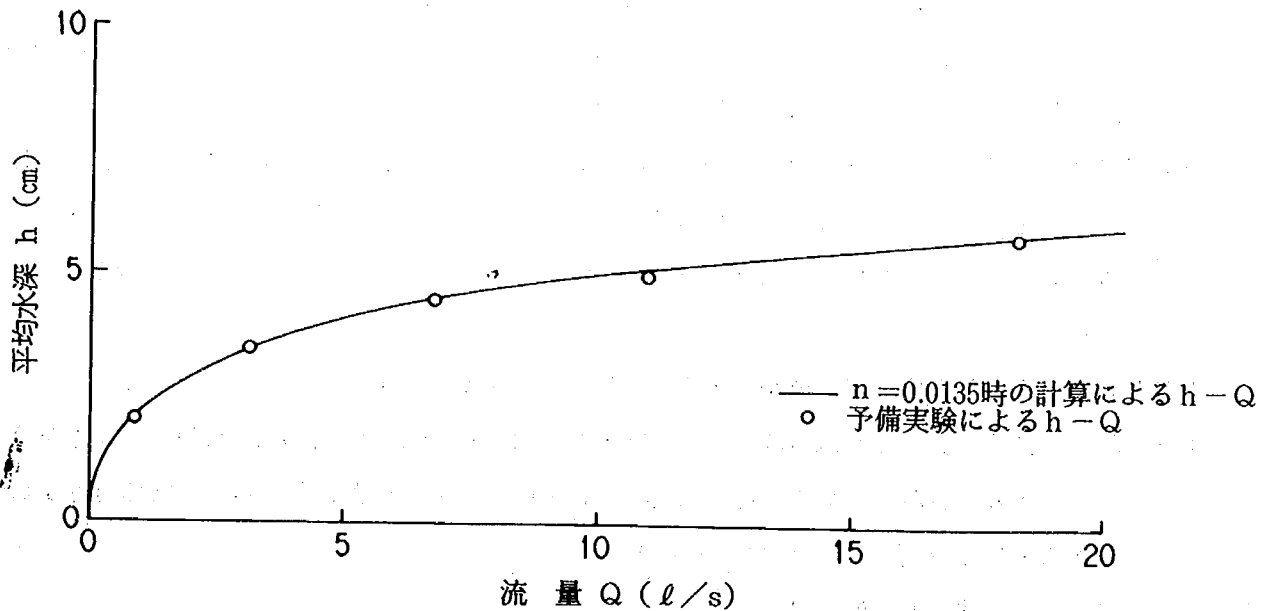
水路の縦断勾配は0.5%とした。ますふたは取り除いた。水路の上下流が等流状態となるよう水路下流端で水位を調節し、等流状態が確認できた時点で水位と流量を計測した。この方法で、水深が2～6 cmの範囲で5種類の水深を与えて粗度係数を求めた。

図-3.8に水深～流量～粗度の関係を示す。ここで、粗度係数はマンニング式

$$n = A / Q \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

により求めた。同図より、路面（モルタル）の粗度係数は $n = 0.0135$ と得られた。

(a) 水深と流量の関係



(b) 水深と粗度係数の関係

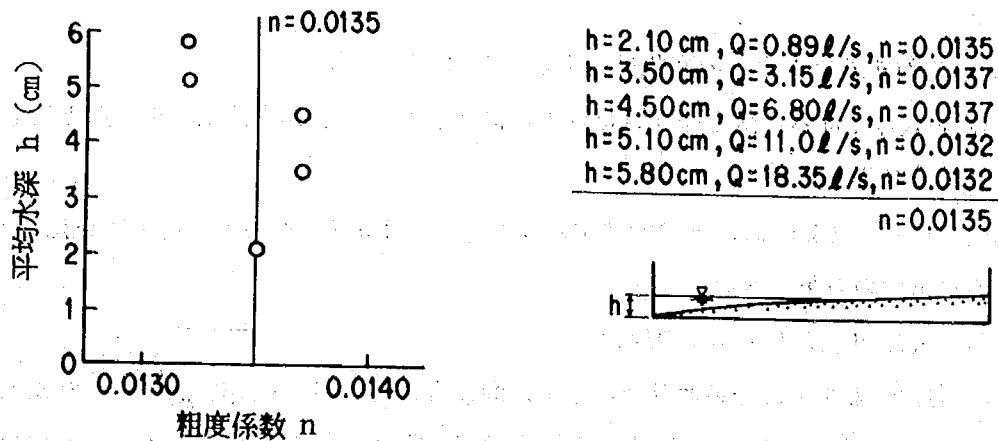


図-3.8 予備実験結果

3.7 本実験結果

以下を巻末付録に示す。

- ・ 流下流量と落下流量の測定値・・・付表－1
- ・ 流下流量と落下流量の関係・・・付図－1
- ・ 落下率の計算結果・・・・・・・・付表－2
- ・ 流下流量と落下率の関係・・・付図－2

以下、ますふた形式別に実験結果を述べる。

3.7.1 コンクリートますふた（混合形）

図－3.9 に、流下流量 Q_1 をパラメータとして、縦断勾配 i_1 と落下率 γ の関係を示す。また、図－3.10 に、縦断勾配 i_1 をパラメータとして、流下流量 Q_1 と落下率 γ の関係を示す。これらの図より以下のことが読み取れる。

- (1) 縦断勾配 i_1 が0.5～2%の範囲では落下率 γ は横ばいかあるいはやや増加傾向にあるが、縦断勾配 i_1 がそれ以上大きくなると、落下率 γ は低下傾向を示す。しかしながら、流下流量 Q_1 が一定の条件の下では、縦断勾配 i_1 が落下率 γ の値に及ぼす影響は小さい。
- (2) 流下流量 Q_1 が1～2ℓ/sの範囲では、縦断勾配 i_1 が大きくなっても、落下率 γ は0.9以上の値を示す。しかし、流下流量 Q_1 が4ℓ/s以上では、縦断勾配 i_1 が大きくなるとともに落下率 γ は小さくなる。なお、流下流量 Q_1 が1～2ℓ/sの範囲では湛水幅は50cm以下であり、4ℓ/s以上では湛水幅は50cm以上であった。
- (3) 当然ながら、ますふたの落下穴面積が大きくなるほど落下率 γ は大きい。
- (4) 落下穴面積のほぼ等しいA4（289cm²）とA5（290cm²）を比べると、落下率 γ はほぼ同一の値を示している。ただし、子細に見れば、縦断勾配 i_1 が大きく流下流量 Q_1 が小さいところで、穴の長さが短い穴本数が3本と多いA4の落下率 γ がやや大きい。

3.7.2 コンクリートますふた（縦仕切り形）

図－3.11に、流下流量 Q_1 をパラメータとして、縦断勾配 i_1 と落下率 γ の関係を示す。また、図－3.12に、縦断勾配 i_1 をパラメータとして、流下流量 Q_1 と落下率 γ の関係を示す。これらの図より以下のことが読み取れる。

- (1) 縦断勾配 i_1 に対する落下率 γ の変化は必ずしも単調ではない。
- (2) 流下流量 Q_1 が大きくなると落下率 γ はほぼ単調に低下する。その低下傾向は、落下穴本数が少なくかつ短いほど顕著である。
- (3) 落下穴面積が等しく（425cm²）、その配置が異なるB4とB5を比べると、落下穴を縁石より離して配置したB5の落下率の方が小さい。

3.7.3 混合形と縦仕切り形ますふたの比較

図－3.13 に、両者のますふたを合わせて、落下穴面積 A と落下率 γ の関係を示す。ただし、同図は縦断勾配 $i_1=8\%$ 、流下流量 $Q_1=8\ell/s$ と最も排水効率の悪い条件での値をプロットしている。この図より、混合型では落下穴面積 A が大きくなるにつれて落下率 γ が単調に大きくなる傾向を示すが、縦仕切

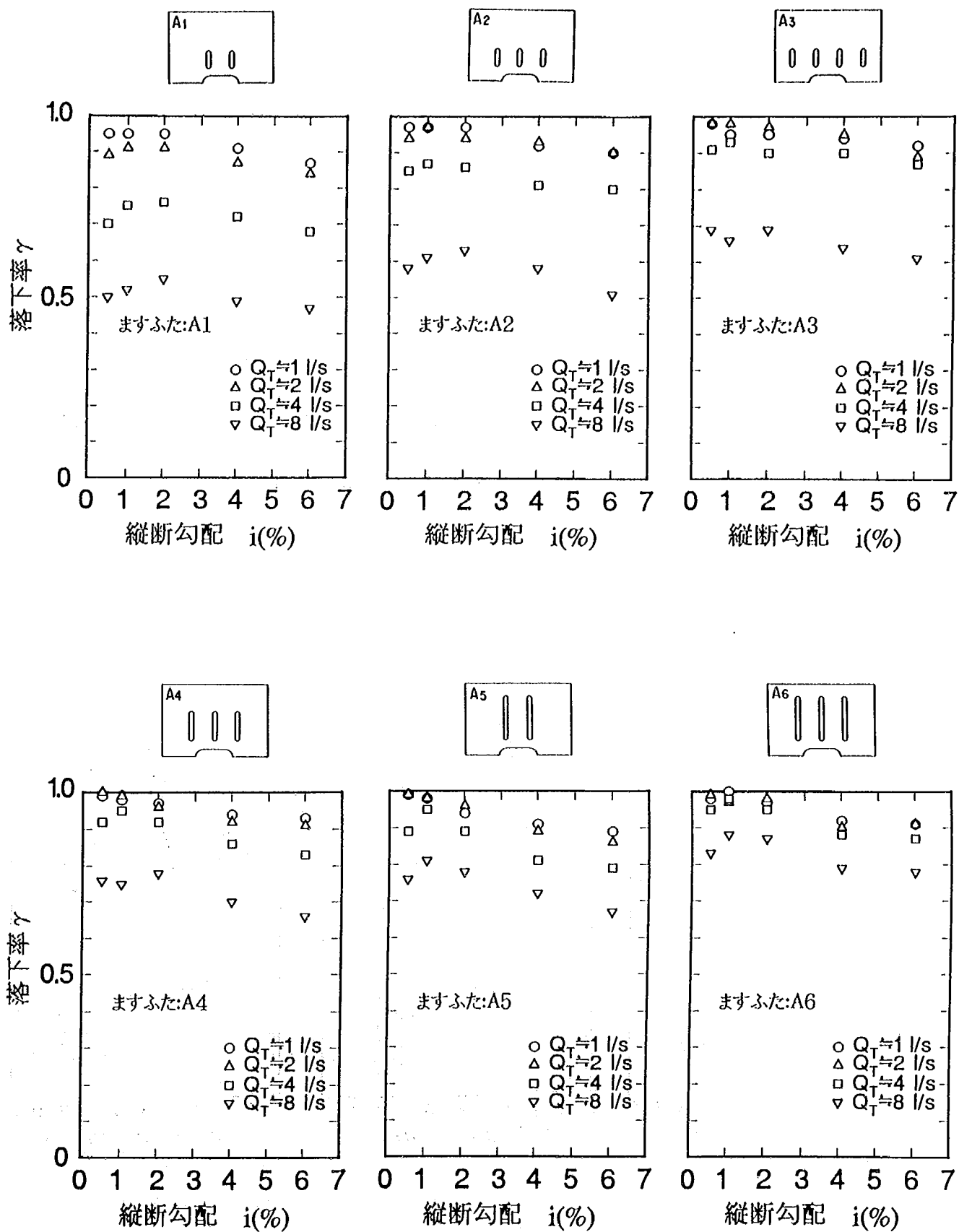


図-3.9 縦断勾配と落下率の関係（混合形）

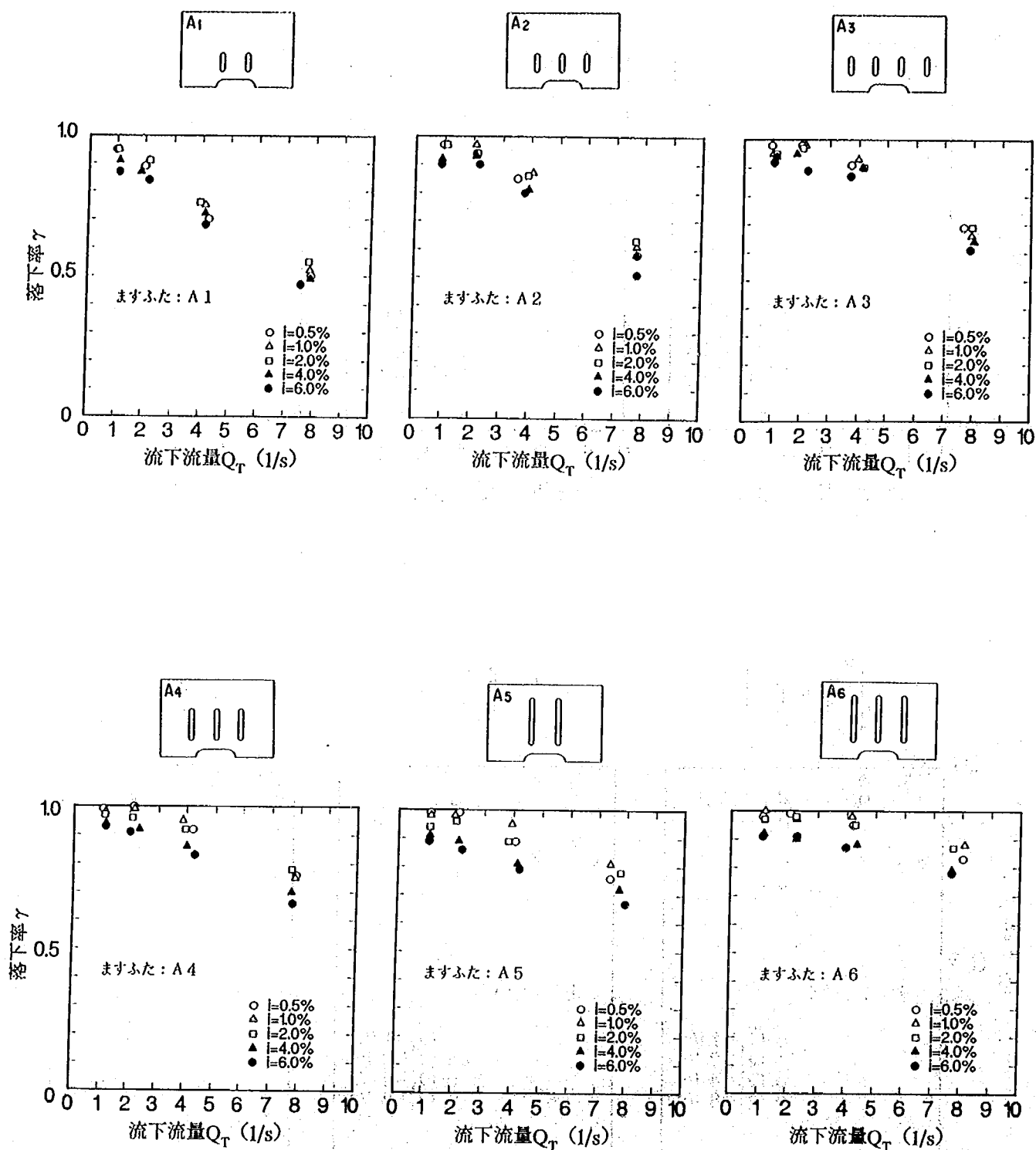


図-3.10 流下流量と落下率の関係 (混合形)

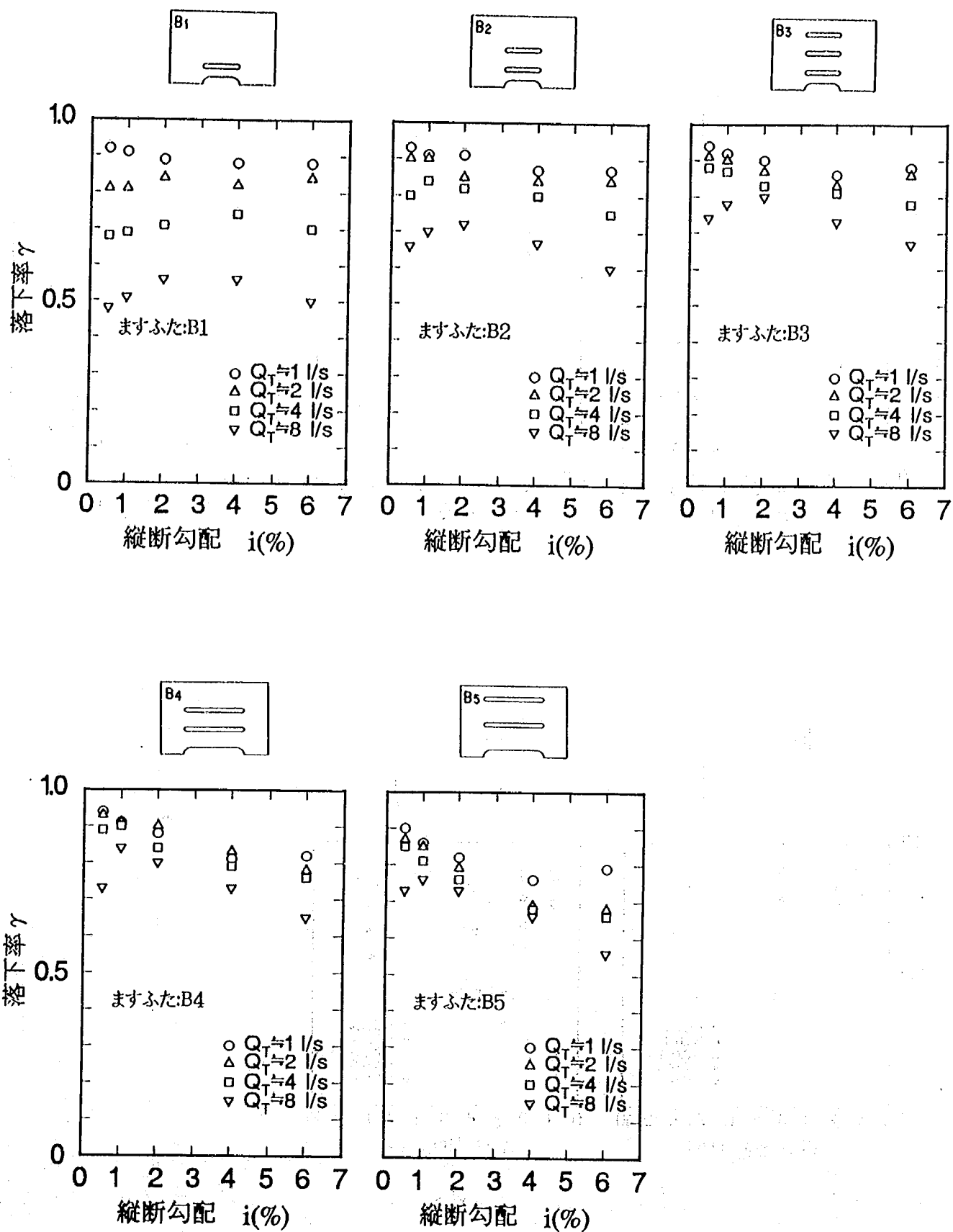


図-3.11 縦断勾配と落下率の関係（縦仕切り形）

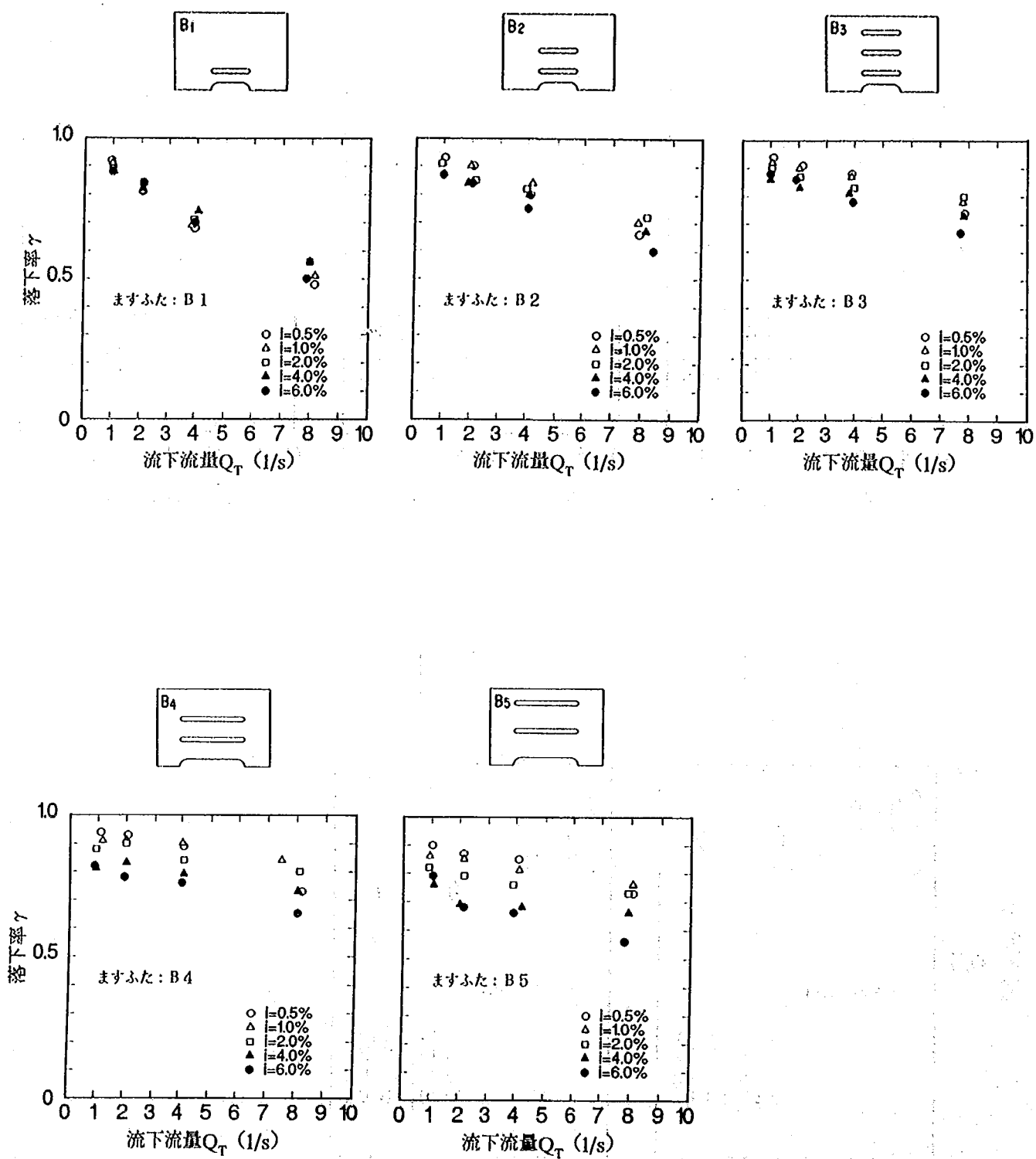


図-3.12 流下流量と落下率の関係(縦仕切り形)

り形では落下穴面積 A が $300 \sim 400 \text{ cm}^2$ で落下率 γ の値が頭打ちとなっている。特に、落下穴面積が最大 (425 cm^2) の B 5 の落下率 γ は、落下穴面積がほぼ半分の B 1 ないしは B 2 の落下率 γ とほぼ同じ値である。このことは、B 5 のように落下穴を縁石より離して配置することは不利であることを示唆している。すなわち、側溝を流れる水は縁石に近いほど水深が深いので、そこに落下穴をできるだけ近づけることが有利であるといえる。

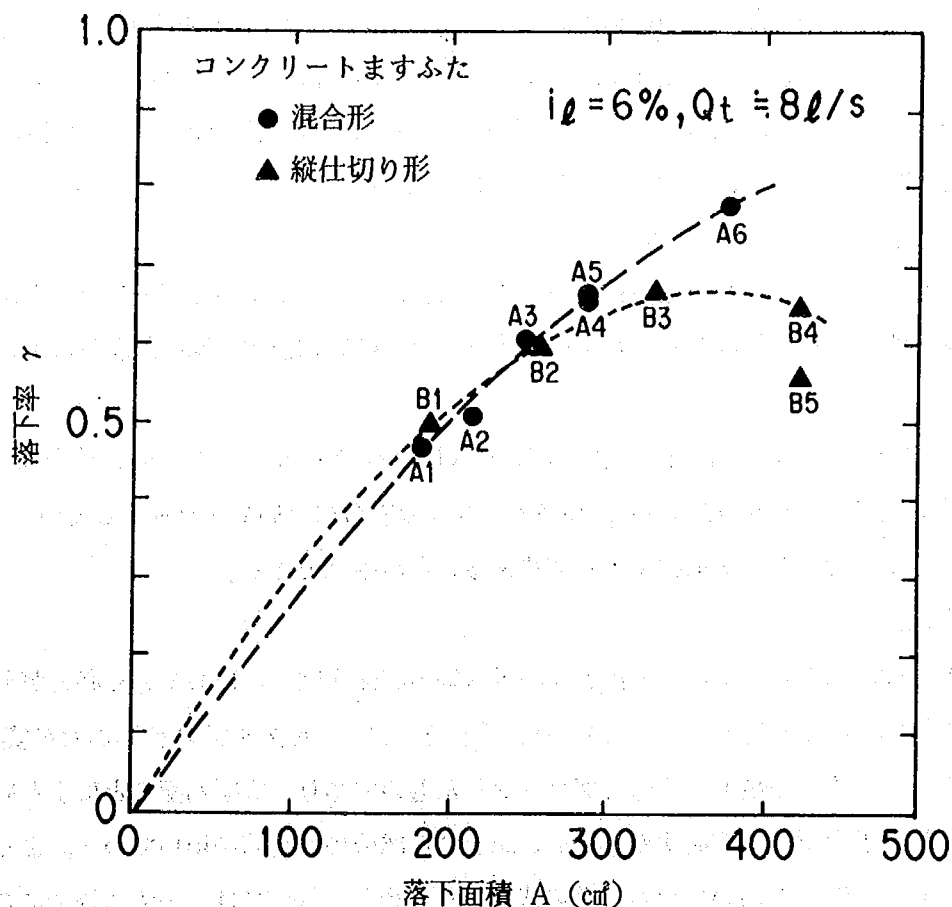


図-3.13 落下面積と落下率の関係

3.7.4 鋼製格子ふた（グレーチング）

鋼製格子ふたは、横幅3種類（50, 60, 70 cm）、縦幅3種類（30.5, 39.5, 48.5 cm）の組み合わせで9タイプについて実験した。

図-3.14 に、流下流量 Q_i をパラメータとして、縦断勾配 i_i と落下率 γ の関係を示す。また、図-3.15 に、縦断勾配 i_i をパラメータとして、流下流量 Q_i と落下率 γ の関係を示す。これらの図より以下のことが読み取れる。

- (1) 流下流量 Q_i が $1 \sim 2 \ell/s$ の範囲では、縦断勾配 i_i 及びふたの種類にかかわらず落下率 γ は1.0である。この流量の範囲で湛水幅が最大になるのは $Q_i = 1 \sim 2 \ell/s$ 、 $i_i = 2\%$ のときであり、湛水幅は45cmとなる。他方、用いたふたの横幅は30.5~48.5cmであり、横幅が30.5cmのとき流水の一部はふたの外側を流れてくるが、それも流速が遅いためにすべてふたに引き込まれたものである。
- (2) 流下流量 $Q_i = 4 \ell/s$ の場合、湛水幅が50cm以下となる $i_i = 1\%$ 以上のとき、落下率 γ はふたの種類にかかわらず1.0となる。 $Q_i = 8 \ell/s$ の場合には、湛水幅がさらに広がるため、落下率はやや低下する。しかし、最低でも0.8である。
- (3) 実験時の観察によれば、ふたの正面に流下してきた水はすべてふたから落下した。また、横断勾配が6%の側溝部の水はすべて側面からふたに引き込まれた。横断勾配が2%の路面部の水のみが下流へ落下した。

図-3.16 は鋼製格子ふたの横幅と落下率の関係を示したものである。ここに、流下流量 Q_i は最大の $8 \ell/s$ で、縦断勾配 i_i は最低の0.5%および最大の8%の場合についてプロットしている。この図より、鋼製格子ふたの落下率はおおよそ横幅によって決まることが確認できる。

3.7.5 路面湛水幅

設計チャートの作成にあたっては、流量と路面湛水幅の関係を明らかにしておく必要がある。このため、実験では路面湛水幅の測定を行うこととしていた。図-3.17は、Aタイプのますふたの実験を行った際に測定された湛水幅を流下流量との関係でプロットしたものであり、縦断勾配ごとにまとめている。なお、ここにプロットした湛水幅は、等流状態に近いと思われる部分の測定値を用いている。また、同図中の実線は、粗度係数 $n = 0.0135$ を用いてマンシングの式により求めた、等流条件での湛水幅である。

図より、側溝部分（幅50cm）を流れるときの湛水幅は実験値と計算値がよく一致しているが、路面部に湛水幅が広がるにつれ、また縦断勾配が大きくなるのに伴い、両者の差が大きくなっているのがわかる。この原因は、路面部での湛水深が極めて浅いために表面張力及び粘性の影響が現れたこと、及び縦断勾配が大きくなれば等流条件での流速も大きくなるが、それを得るための助走区間が今回の模型水路では短かったことが考えられる。

次節では路面湛水幅を一定とした落下率の設計チャートの作成を試みるが、このとき路面湛水幅については実験値を用いず、マンシング式による値を用いることとする。

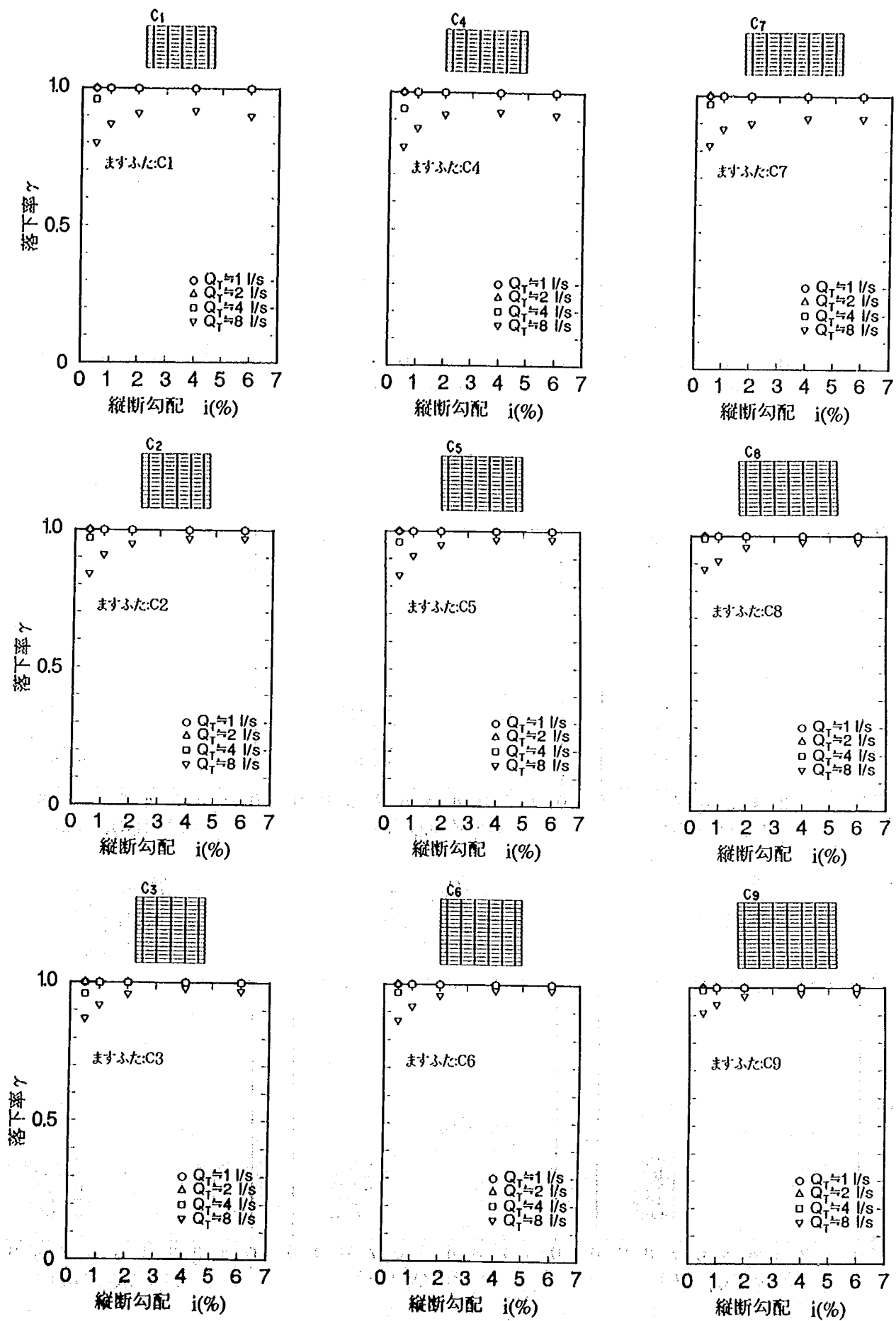


図-3.14 縦断勾配と落下率の関係 (グレーチング)

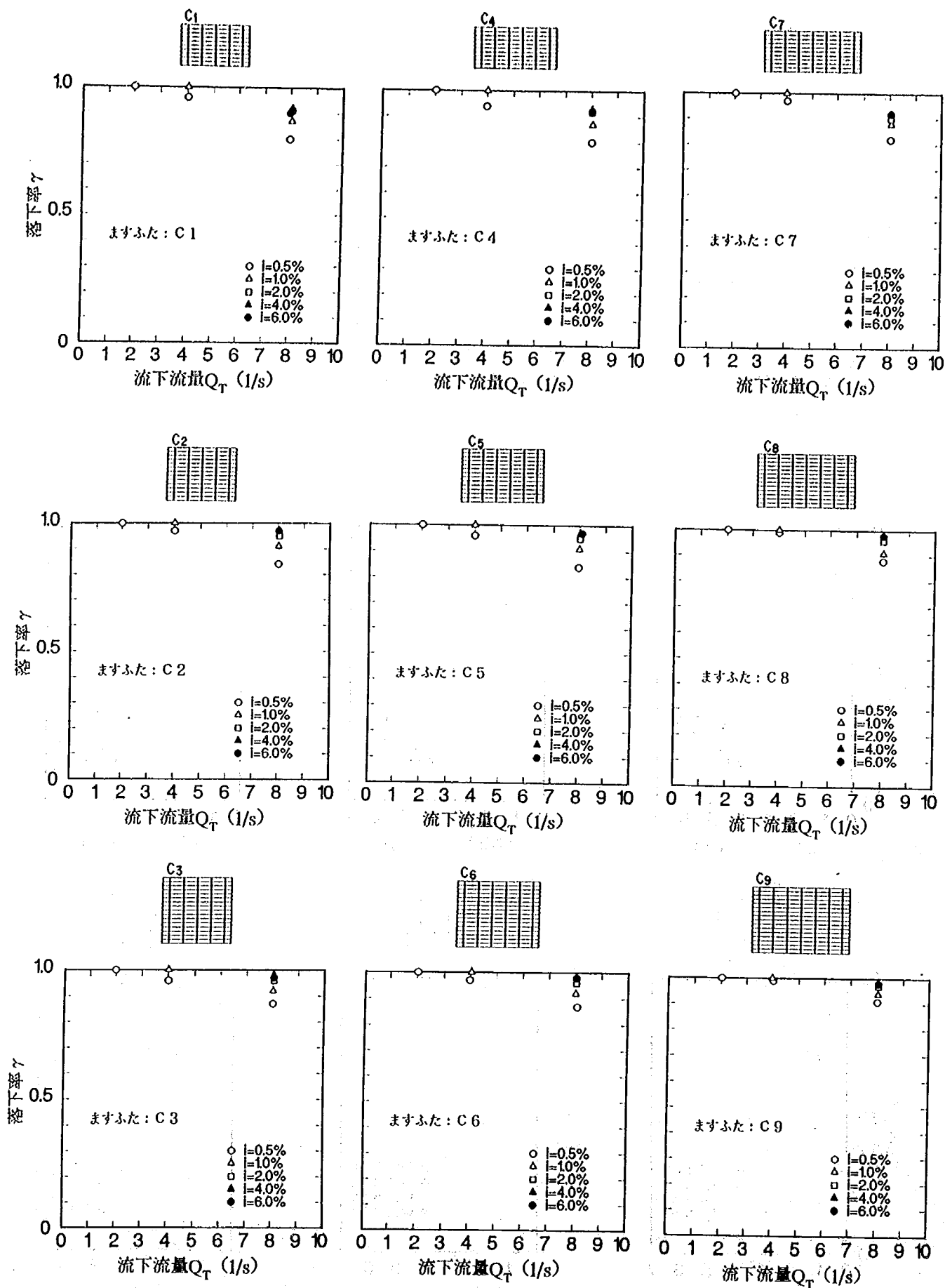


図-3.15 流下流量と落下率の関係 (グレーチング)

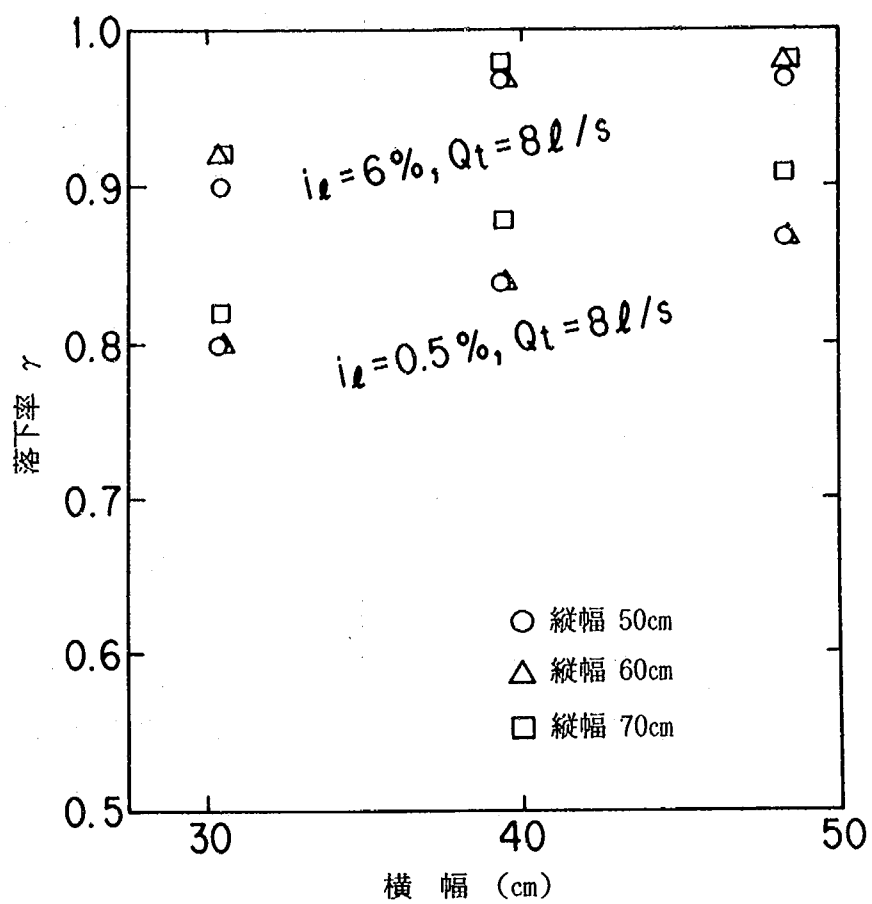


図-3.16 グレーチングの横幅と落下率の関係

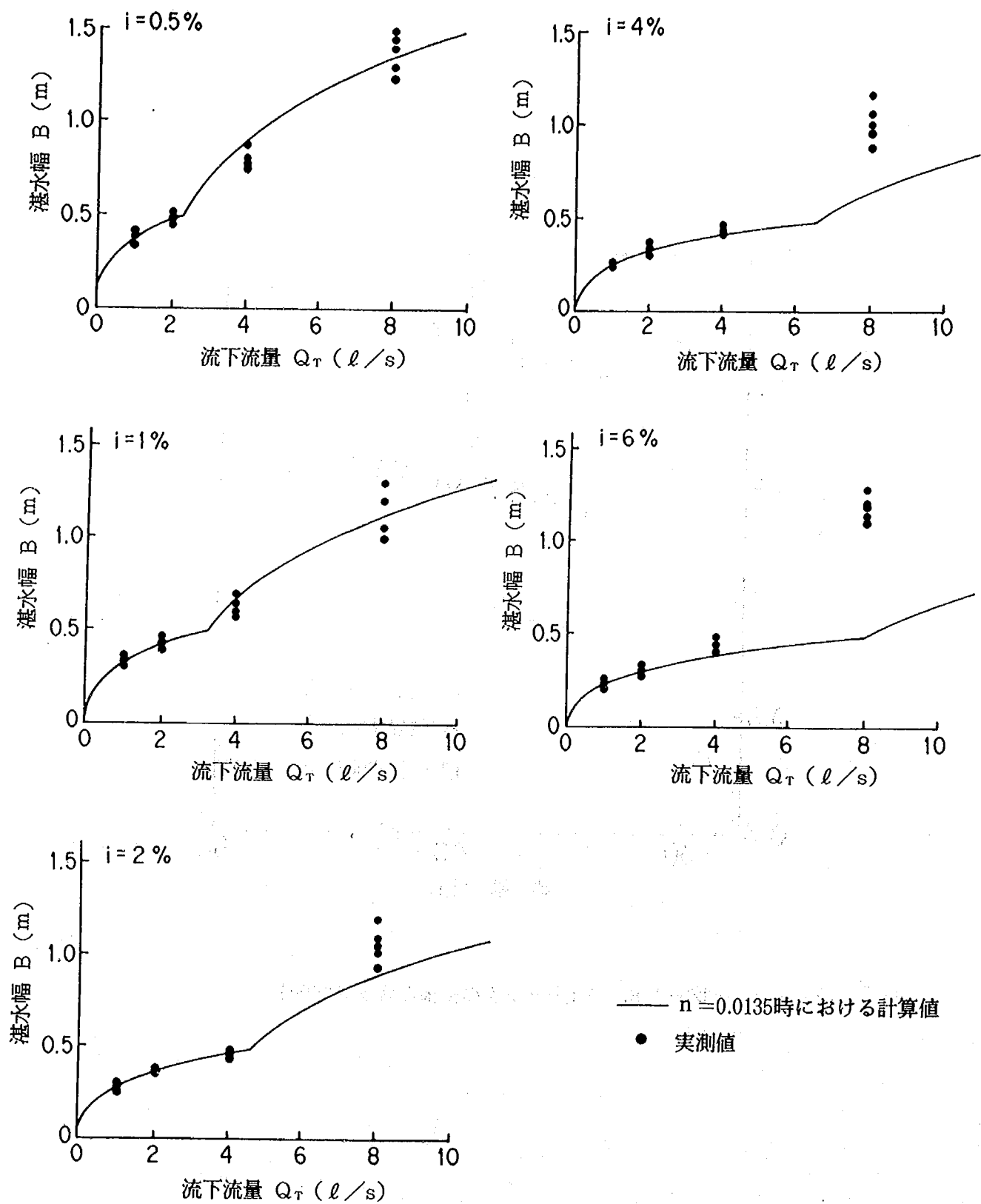


図-3.17 流下流量と湛水幅の関係 (Aタイプの実験での測定例)

4. 設計用チャートの作成

ここでは、許容路面湛水幅を規定して、流下流量、縦断勾配と落下率の関係を設計チャートにまとめることを試みる。ここに、許容湛水幅としては、通常最も多く採用されていると考えられる1 mとする。

はじめに、ますふたA1を例にとり、設計チャートの作成手順を以下に示す。

(1) 予備実験で得られた粗度関係 $n=0.0135$ 、側溝断面を用い、マンニング式により湛水幅1 mとなる等流条件での流下流量 Q_1 を求める。

(2) 流下流量 Q_1 と落下流量 Q_2 の関係についての実験結果(付図-1)より、(1)で求めた流下流量 Q_1 のときの落下流量 Q_2 を読み取る。なお、流下流量 Q_1 の値が実験での最大流量 $8 \ell/s$ を越える場合には、落下流量 Q_2 の値は外挿的に求めた。

(3) 以上をそれぞれの縦断勾配 i_1 について行って両者の関係をプロットすれば図-3.18(a)が得られる。(4) 同時に、縦断勾配 i_1 と落下率 γ の関係が図-3.18(b)のように得られる。

このようにして、許容湛水幅1 mのときの、3種類のますふたの流下流量 Q_1 ・落下流量 Q_2 及び落下率 γ と縦断勾配 i_1 の関係をまとめたものを図-3.18~20に示す。これらの図より以下のことがわかる。

(1) コンクリートますふた(混合形)については、落下穴面積の大きいものほど落下率が高い。落下率は縦断勾配が大きくなると小さくなる。ただし、その低下度合いは落下穴の短いA1~A3タイプで著しいように見られる。さらに、A1~A3タイプでは、縦断勾配がある値より大きくなると、落下流量が小さくなる傾向が見受けられる。これは、流速が大きくなるために、横断方向の落下穴の幅より外側を流れる流水の横流入が小さくなるためと考えられる。

(2) コンクリートますふた(縦仕切り形)については、落下穴が長く本数が多いほど、また、落下穴が縁石側に寄っているものほど落下率が高い。ほぼ同程度の落下穴面積を有する混合形のますふたと比較してみると、縦仕切り形ますふたの落下率は同程度かあるいはやや大きくなっている。

(3) 鋼製格子ふたの落下率はコンクリートますふたに比べてかなり大きい。落下率はもっぱらふたの横幅に支配されている。このことは、横幅の範囲に流下してきた流水は完全に落下していることを示している。縦断勾配が大きくなると落下率はやや低下するが、これは路面側の流水の横流入の割合が小さくなるためである。

なお、図-3.18~20(a)は、許容湛水幅を1 mとしたときのますふたの流下流量 Q_1 ・落下流量 Q_2 及び落下率 γ と縦断勾配 i_1 の関係をまとめたものである。これらのチャートを用いれば、街きょ部の横断形状及び縦断勾配を与えることにより流下流量 Q_1 が得られ、さらにますふた形式を指定することにより落下率 γ が得られる。さらに、道路単位長さ当たりの流出量 q を別途計算することにより、ます(ふた)の設置間隔 L が次式により得られる。

$$L = \gamma \cdot Q_1 / q \quad \dots\dots\dots (4.1)$$

コンクリートますふた（混合形）

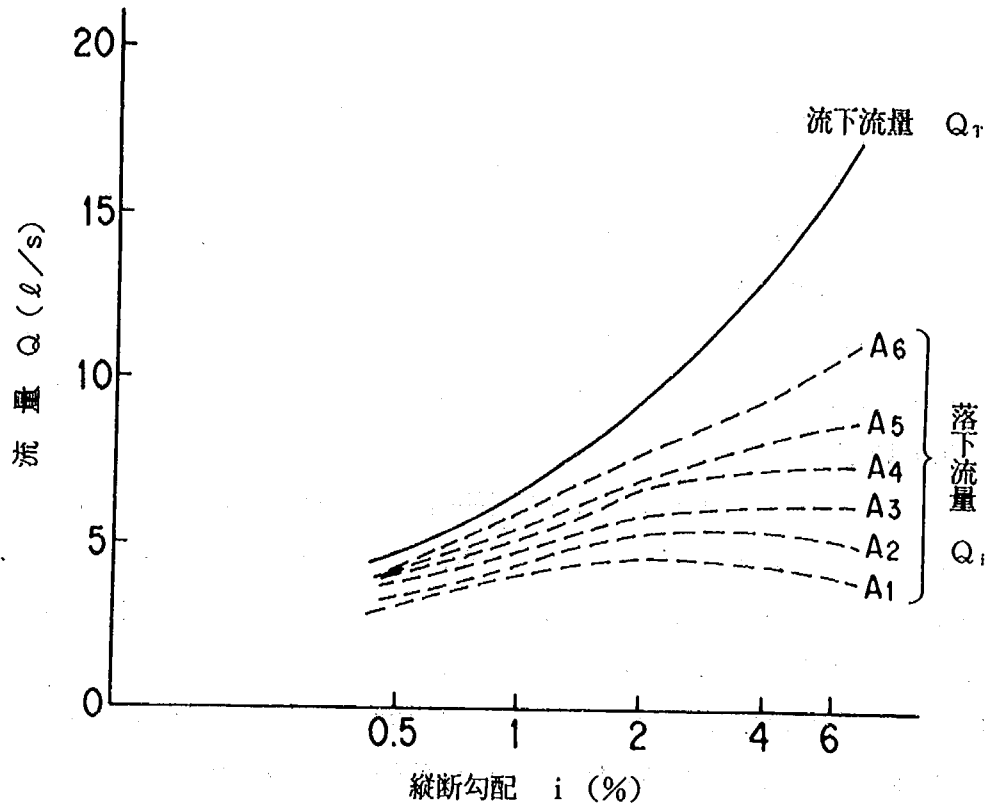


図-3.18(a) 縦断勾配と流量の関係

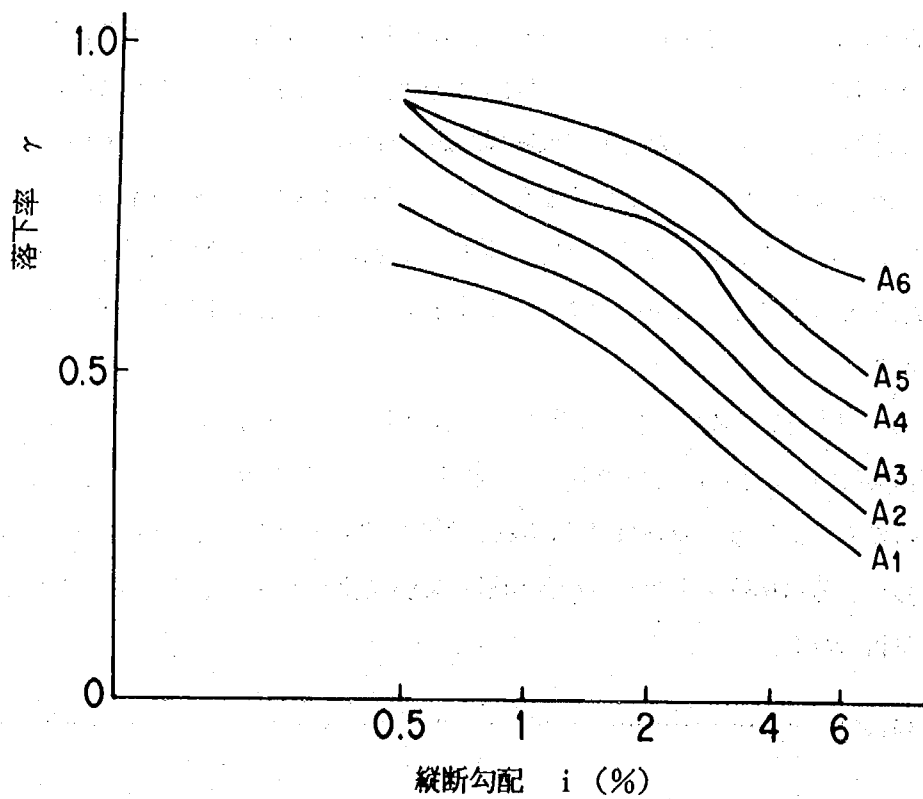


図-3.18(b) 縦断勾配と落下率の関係

コンクリートますふた（縦仕切り形）

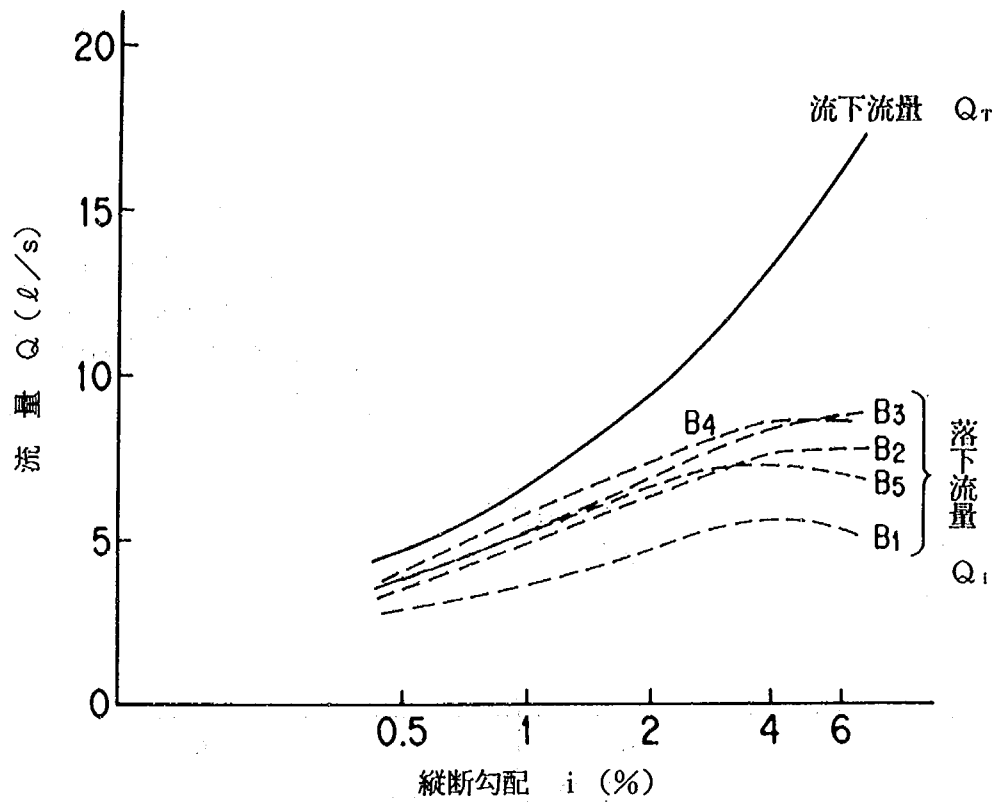


図-3.19(a) 縦断勾配と流量の関係

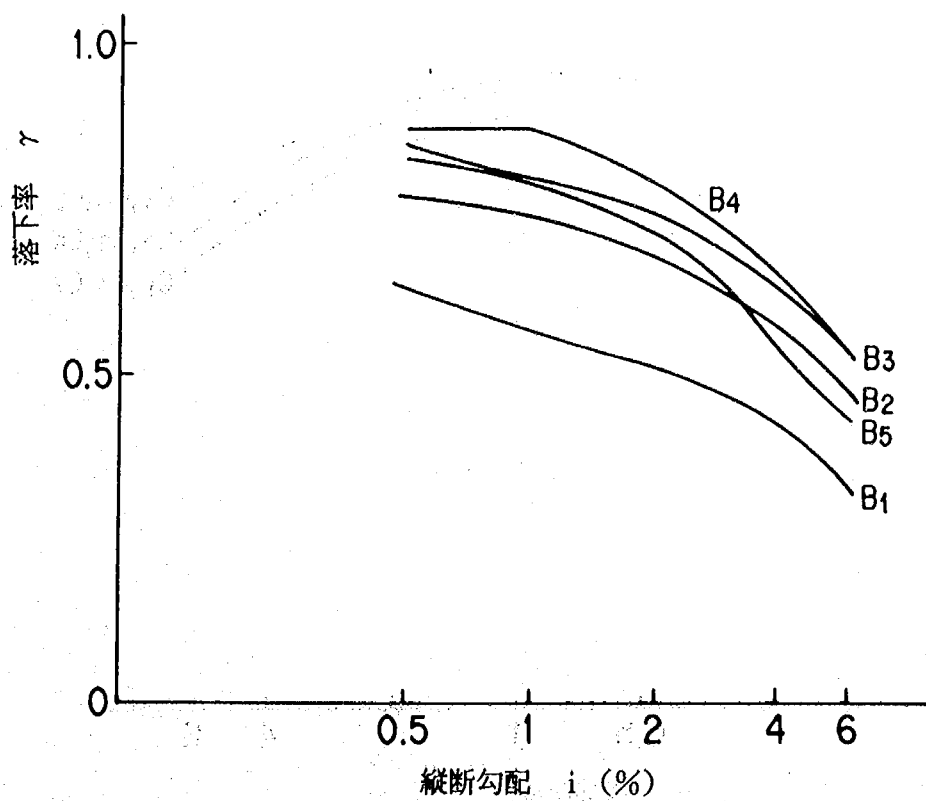


図-3.19(b) 縦断勾配と落下率の関係

鋼製格子ふた（グレーチング）

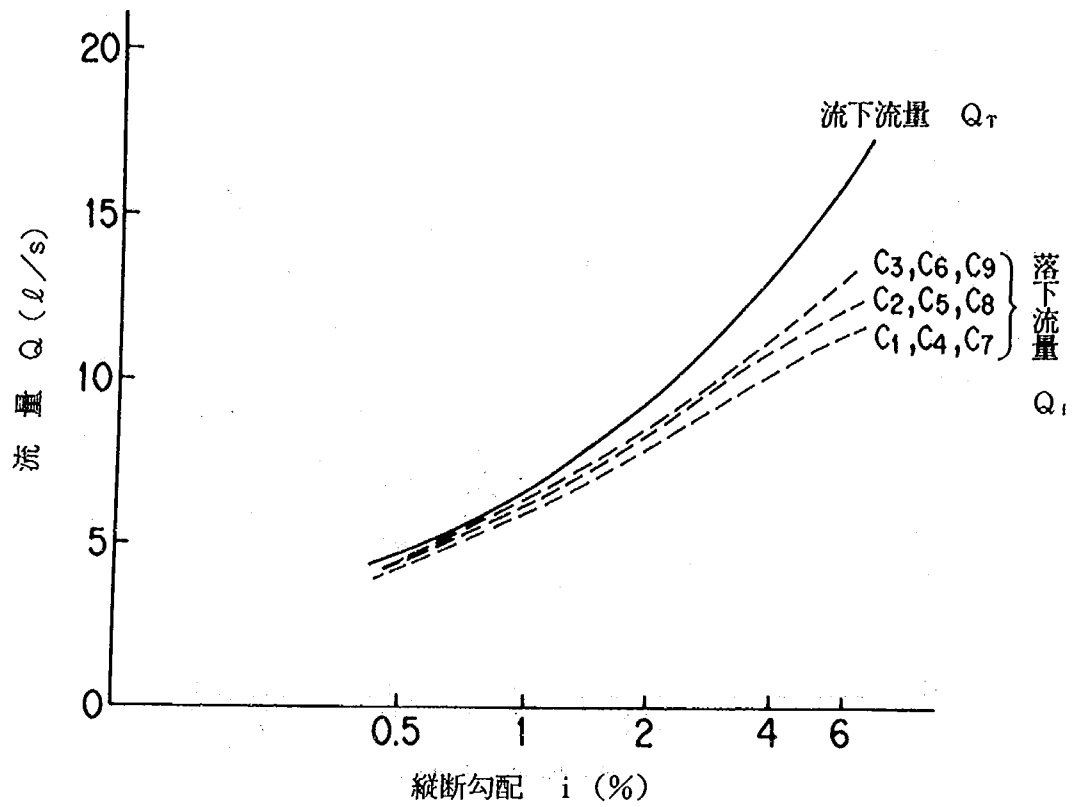


図-3.20 (a) 縦断勾配と流量の関係

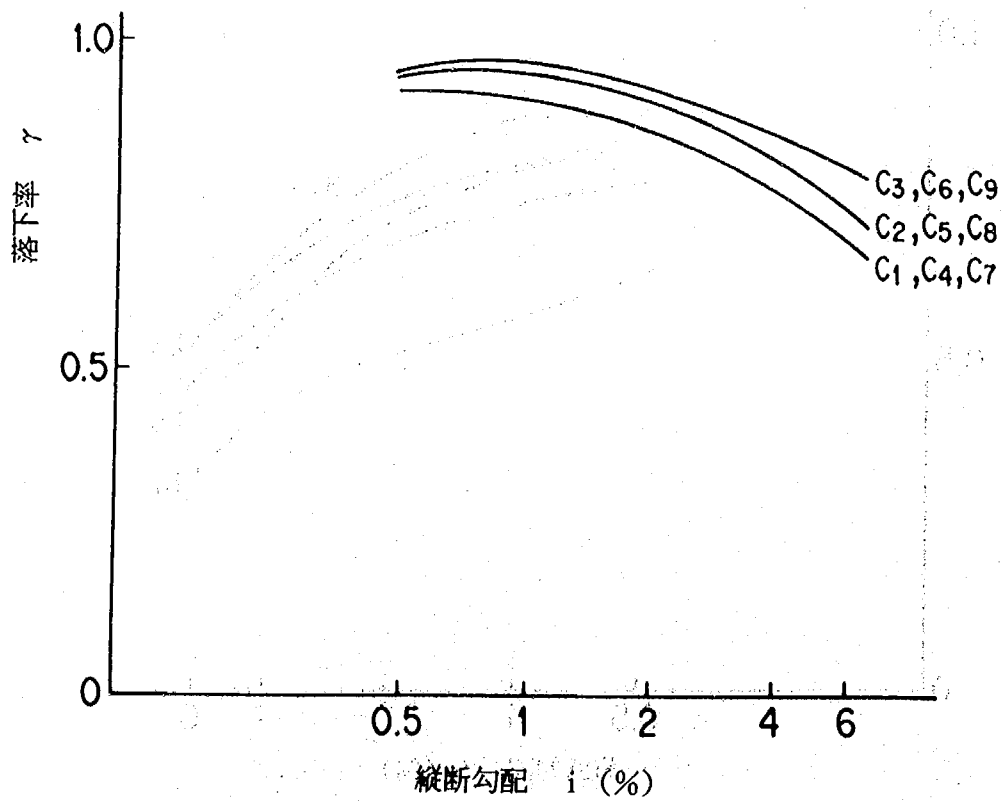


図-3.20 (b) 縦断勾配と落下率の関係

5. まとめと今後の課題⁴⁾

都市部の側溝（街きょ）の雨水排水ますの設置間隔を設計するのに必要なパラメータである、ますふたの落下率に関する実験を行い、その結果をとりまとめた。得られた主な知見は以下のとおりである。

- (1) 落下率は、ふたの落下穴面積が一定であっても、ふた形式および穴の配置によって異なった値となる。
- (2) コンクリートますふたでは、縦仕切り形よりも混合形の落下率の方がやや大きい。
- (3) 鋼製格子ふた（グレーチング）の落下率はコンクリートますふたに比べて大きい。
- (4) 実験結果をまとめて、設計チャートとして使いやすいような形に整理した。

なお、以下の点が今後の課題として残される。

- (1) 道路の縦断勾配がゼロあるいはゼロに近いときの落下率、
- (2) ますふたにゴミ等が詰まることの影響の評価方法、
- (3) ます設置間隔の設計方針として許容湛水幅を 1.0m と規定することの妥当性。

謝 辞

本実験を実施するに先立ち、当時、道路土工排水工指針改訂分科会委員であり、かつ建設省土木研究所下水道部下水道研究室長であった中村栄一氏（現 滋賀県土木部下水道課長）には、この分野の専門ではない著者らのために関連文献情報を提供していただいた。土木研究所企画部システム課（当時）の村椿良範氏には、2.1 に示したアンケート調査結果を提供していただいた。また、本実験は、（財）建設技術研究所筑波試験所の田代洋一氏、最上谷吉則氏に担当していただいた。以上の諸氏にはここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所下水道研究室：路面排水に関する研究報告書、土木研究所資料第523号、1969年7月。
- 2) (社)日本道路協会：道路土工－排水工指針、1987年6月。
- 3) Despotovic, Jovan : Laboratory Investigation of Urban Drainage Inlet Capacity, Proceedings of Technical Session D, 22th Congress, International Association for Hydraulic Research (IAHR), and also, Proceedings of 4th International Conference in Urban Storm Drainage, pp.94-99, 1987.
- 4) 松尾 修、高橋晃浩、古賀泰之：雨水ますふたの落下率に関する実験、第19回日本道路会議論文集、pp. 154-155、1991.

付表・付図

	ページ
付表－1 (a) 流下流量と落下流量の測定値（混合形ますふた）	1
(b) " （縦仕切り形ますふた）	2
(c) " （グレーチング）	3
付図－1 (a) 流下流量と落下流量の関係（混合形ますふた）	5
(b) " （縦仕切り形ますふた）	8
(c) " （グレーチング）	11
付表－2 (a) 流下率の計算結果（混合形ますふた）	16
(b) " （縦仕切り形ますふた）	17
(c) " （グレーチング）	18
付図－2 (a) 流下流量と落下率の関係（混合形ますふた）	19
(b) " （縦仕切り形ますふた）	22
(c) " （グレーチング）	25

付表-1 (a) 流下流量と落下流量の測定値 (混合形ますふた)

i = 0.5%	A ₁	Q ₁	0.961	Q ₁	1.997	Q ₁	4.251	Q ₁	7.906
		Q ₂	0.916	Q ₂	1.787	Q ₂	2.977	Q ₂	3.917
	A ₂	Q ₁	0.958	Q ₁	2.096	Q ₁	3.523	Q ₁	7.782
		Q ₂	0.926	Q ₂	1.976	Q ₂	3.012	Q ₂	4.539
	A ₃	Q ₁	0.975	Q ₁	1.997	Q ₁	3.725	Q ₁	7.684
		Q ₂	0.958	Q ₂	1.960	Q ₂	3.402	Q ₂	5.333
	A ₄	Q ₁	1.004	Q ₁	2.131	Q ₁	4.209	Q ₁	7.856
		Q ₂	0.997	Q ₂	2.142	Q ₂	3.893	Q ₂	5.973
	A ₅	Q ₁	1.119	Q ₁	2.114	Q ₁	4.066	Q ₁	7.419
		Q ₂	1.107	Q ₂	2.102	Q ₂	3.615	Q ₂	5.672
	A ₆	Q ₁	1.085	Q ₁	2.019	Q ₁	4.200	Q ₁	8.043
		Q ₂	1.066	Q ₂	1.997	Q ₂	3.974	Q ₂	6.689
i = 1.0%	A ₁	Q ₁	1.055	Q ₁	2.114	Q ₁	4.116	Q ₁	7.856
		Q ₂	1.000	Q ₂	1.917	Q ₂	3.082	Q ₂	4.057
	A ₂	Q ₁	1.073	Q ₁	2.080	Q ₁	4.066	Q ₁	7.770
		Q ₂	1.040	Q ₂	2.014	Q ₂	3.531	Q ₂	4.710
	A ₃	Q ₁	1.022	Q ₁	2.142	Q ₁	3.966	Q ₁	7.943
		Q ₂	0.975	Q ₂	2.108	Q ₂	3.678	Q ₂	5.333
	A ₄	Q ₁	1.096	Q ₁	2.165	Q ₁	3.852	Q ₁	7.832
		Q ₂	1.070	Q ₂	2.137	Q ₂	3.670	Q ₂	5.858
	A ₅	Q ₁	1.130	Q ₁	1.970	Q ₁	3.925	Q ₁	7.419
		Q ₂	1.104	Q ₂	1.922	Q ₂	3.717	Q ₂	5.983
	A ₆	Q ₁	1.150	Q ₁	2.245	Q ₁	4.141	Q ₁	8.081
		Q ₂	1.150	Q ₂	2.187	Q ₂	4.041	Q ₂	7.078
i = 2.0%	A ₁	Q ₁	1.029	Q ₁	2.148	Q ₁	3.942	Q ₁	7.819
		Q ₂	0.975	Q ₂	1.965	Q ₂	3.012	Q ₂	4.294
	A ₂	Q ₁	1.059	Q ₁	2.125	Q ₁	3.901	Q ₁	7.733
		Q ₂	1.022	Q ₂	2.008	Q ₂	3.372	Q ₂	4.884
	A ₃	Q ₁	1.134	Q ₁	2.047	Q ₁	4.158	Q ₁	7.968
		Q ₂	1.073	Q ₂	1.981	Q ₂	3.725	Q ₂	5.492
	A ₄	Q ₁	1.066	Q ₁	2.085	Q ₁	3.942	Q ₁	7.709
		Q ₂	1.033	Q ₂	2.033	Q ₂	3.638	Q ₂	6.004
	A ₅	Q ₁	1.115	Q ₁	2.014	Q ₁	3.820	Q ₁	7.782
		Q ₂	1.051	Q ₂	1.933	Q ₂	3.417	Q ₂	6.078
	A ₆	Q ₁	1.146	Q ₁	2.222	Q ₁	4.268	Q ₁	7.697
		Q ₂	1.107	Q ₂	2.170	Q ₂	4.049	Q ₂	6.695
i = 4.0%	A ₁	Q ₁	1.092	Q ₁	1.869	Q ₁	4.116	Q ₁	7.881
		Q ₂	0.993	Q ₂	1.620	Q ₂	2.984	Q ₂	3.836
	A ₂	Q ₁	0.902	Q ₁	2.085	Q ₁	3.925	Q ₁	7.758
		Q ₂	0.833	Q ₂	1.933	Q ₂	2.794	Q ₂	4.477
	A ₃	Q ₁	1.134	Q ₁	1.833	Q ₁	4.107	Q ₁	8.031
		Q ₂	1.063	Q ₂	1.742	Q ₂	3.686	Q ₂	5.101
	A ₄	Q ₁	1.111	Q ₁	2.328	Q ₁	3.999	Q ₁	7.709
		Q ₂	1.048	Q ₂	2.142	Q ₂	3.424	Q ₂	5.432
	A ₅	Q ₁	1.115	Q ₁	2.119	Q ₁	4.149	Q ₁	7.758
		Q ₂	1.011	Q ₂	1.896	Q ₂	3.372	Q ₂	5.552
	A ₆	Q ₁	1.123	Q ₁	2.245	Q ₁	4.337	Q ₁	7.660
		Q ₂	1.033	Q ₂	2.030	Q ₂	3.820	Q ₂	6.067
i = 6.0%	A ₁	Q ₁	1.088	Q ₁	2.137	Q ₁	4.141	Q ₁	7.539
		Q ₂	0.951	Q ₂	1.787	Q ₂	2.808	Q ₂	3.538
	A ₂	Q ₁	0.893	Q ₁	2.204	Q ₁	3.788	Q ₁	7.782
		Q ₂	0.808	Q ₂	1.987	Q ₂	3.019	Q ₂	3.983
	A ₃	Q ₁	1.059	Q ₁	2.216	Q ₁	3.709	Q ₁	7.906
		Q ₂	0.975	Q ₂	1.965	Q ₂	3.232	Q ₂	4.857
	A ₄	Q ₁	1.100	Q ₁	2.008	Q ₁	4.277	Q ₁	7.758
		Q ₂	1.022	Q ₂	1.828	Q ₂	3.553	Q ₂	5.197
	A ₅	Q ₁	1.096	Q ₁	2.239	Q ₁	4.226	Q ₁	7.968
		Q ₂	0.972	Q ₂	1.922	Q ₂	3.342	Q ₂	5.333
	A ₆	Q ₁	1.077	Q ₁	2.257	Q ₁	3.966	Q ₁	7.660
		Q ₂	0.975	Q ₂	2.058	Q ₂	3.462	Q ₂	5.973

付表-1 (b) 流下流量と落下流量の測定値 (縦仕切り形ますふた)

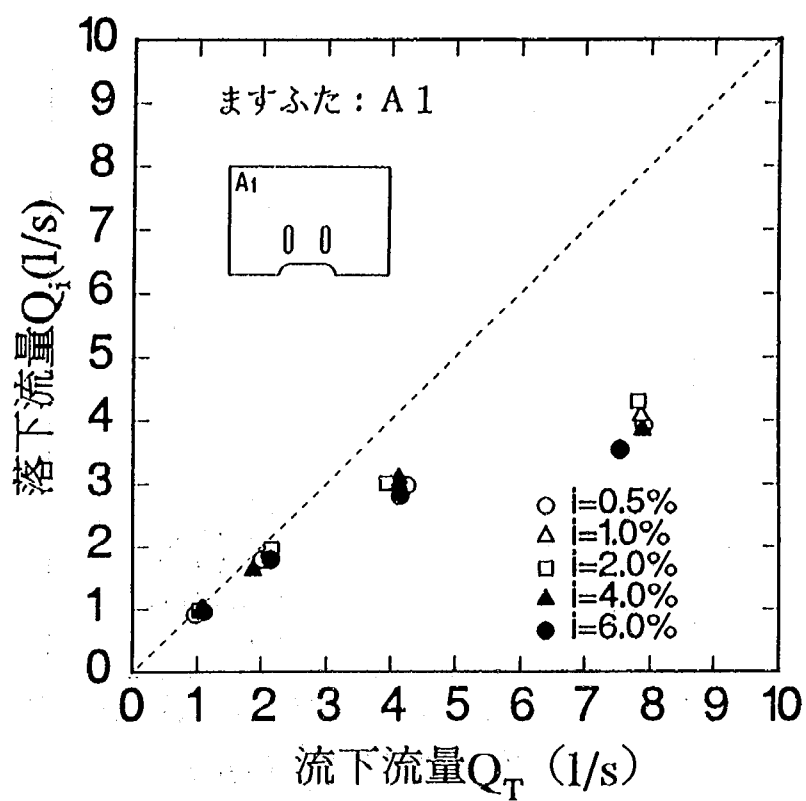
i = 0.5%	B ₁	Q ₁	0.951	Q ₁	2.052	Q ₁	3.966	Q ₁	8.156
		Q ₂	0.876	Q ₂	1.658	Q ₂	2.696	Q ₂	3.925
	B ₂	Q ₁	1.040	Q ₁	2.058	Q ₁	4.099	Q ₁	7.906
		Q ₂	0.972	Q ₂	1.854	Q ₂	3.268	Q ₂	5.188
	B ₃	Q ₁	1.092	Q ₁	2.148	Q ₁	3.901	Q ₁	7.856
		Q ₂	1.026	Q ₂	1.965	Q ₂	3.447	Q ₂	5.816
	B ₄	Q ₁	1.092	Q ₁	2.047	Q ₁	4.066	Q ₁	8.182
		Q ₂	1.026	Q ₂	1.912	Q ₂	3.623	Q ₂	5.962
	B ₅	Q ₁	1.022	Q ₁	2.114	Q ₁	4.082	Q ₁	8.056
		Q ₂	0.923	Q ₂	1.843	Q ₂	3.477	Q ₂	5.910
i = 1.0%	B ₁	Q ₁	0.986	Q ₁	2.047	Q ₁	3.861	Q ₁	8.169
		Q ₂	0.899	Q ₂	1.658	Q ₂	2.657	Q ₂	4.200
	B ₂	Q ₁	0.968	Q ₁	1.965	Q ₁	4.158	Q ₁	7.856
		Q ₂	0.883	Q ₂	1.777	Q ₂	3.485	Q ₂	5.522
	B ₃	Q ₁	1.044	Q ₁	2.019	Q ₁	3.885	Q ₁	7.794
		Q ₂	0.954	Q ₂	1.812	Q ₂	3.379	Q ₂	6.067
	B ₄	Q ₁	1.150	Q ₁	1.992	Q ₁	4.024	Q ₁	7.467
		Q ₂	1.044	Q ₂	1.807	Q ₂	3.623	Q ₂	6.281
	B ₅	Q ₁	0.919	Q ₁	2.131	Q ₁	4.099	Q ₁	8.056
		Q ₂	0.789	Q ₂	1.802	Q ₂	3.328	Q ₂	6.109
i = 2.0%	B ₁	Q ₁	1.011	Q ₁	2.080	Q ₁	3.925	Q ₁	7.981
		Q ₂	0.902	Q ₂	1.737	Q ₂	2.781	Q ₂	4.494
	B ₂	Q ₁	0.933	Q ₁	2.131	Q ₁	3.966	Q ₁	8.143
		Q ₂	0.850	Q ₂	1.817	Q ₂	3.261	Q ₂	5.879
	B ₃	Q ₁	1.051	Q ₁	2.058	Q ₁	3.983	Q ₁	7.832
		Q ₂	0.951	Q ₂	1.782	Q ₂	3.298	Q ₂	6.281
	B ₄	Q ₁	0.933	Q ₁	1.992	Q ₁	4.074	Q ₁	8.093
		Q ₂	0.817	Q ₂	1.792	Q ₂	3.432	Q ₂	6.500
	B ₅	Q ₁	0.896	Q ₁	2.137	Q ₁	3.885	Q ₁	7.906
		Q ₂	0.725	Q ₂	1.687	Q ₂	2.936	Q ₂	5.786
i = 4.0%	B ₁	Q ₁	1.033	Q ₁	2.052	Q ₁	4.066	Q ₁	7.981
		Q ₂	0.906	Q ₂	1.677	Q ₂	3.019	Q ₂	4.486
	B ₂	Q ₁	1.022	Q ₁	1.869	Q ₁	4.057	Q ₁	8.118
		Q ₂	0.886	Q ₂	1.576	Q ₂	3.254	Q ₂	5.432
	B ₃	Q ₁	1.000	Q ₁	2.030	Q ₁	3.804	Q ₁	7.832
		Q ₂	0.860	Q ₂	1.677	Q ₂	3.068	Q ₂	5.704
	B ₄	Q ₁	0.930	Q ₁	1.997	Q ₁	4.082	Q ₁	8.043
		Q ₂	0.755	Q ₂	1.653	Q ₂	3.225	Q ₂	5.858
	B ₅	Q ₁	1.069	Q ₁	1.997	Q ₁	4.192	Q ₁	7.918
		Q ₂	0.808	Q ₂	1.381	Q ₂	2.868	Q ₂	5.207
i = 6.0%	B ₁	Q ₁	1.000	Q ₁	2.091	Q ₁	3.958	Q ₁	7.881
		Q ₂	0.883	Q ₂	1.762	Q ₂	2.754	Q ₂	3.933
	B ₂	Q ₁	0.993	Q ₁	2.025	Q ₁	4.024	Q ₁	8.373
		Q ₂	0.860	Q ₂	1.707	Q ₂	3.026	Q ₂	5.063
	B ₃	Q ₁	0.993	Q ₁	1.912	Q ₁	3.942	Q ₁	7.709
		Q ₂	0.876	Q ₂	1.648	Q ₂	3.082	Q ₂	5.169
	B ₄	Q ₁	0.883	Q ₁	1.943	Q ₁	4.016	Q ₁	8.043
		Q ₂	0.725	Q ₂	1.525	Q ₂	3.040	Q ₂	5.217
	B ₅	Q ₁	1.040	Q ₁	2.131	Q ₁	3.909	Q ₁	7.782
		Q ₂	0.820	Q ₂	1.443	Q ₂	2.561	Q ₂	4.346

付表-1 (c) 流下流量と落下流量の測定値 (グレーチング)

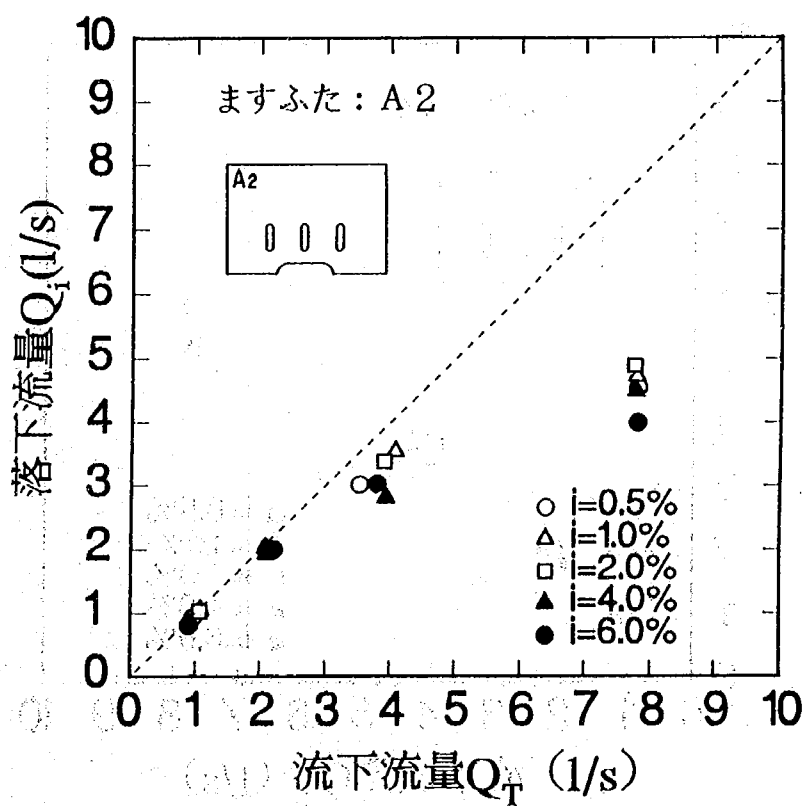
i = 0.5%	C ₁	Q ₁	—	Q ₁	1.997	Q ₁	4.024	Q ₁	7.981
		Q ₂	—	Q ₁	1.997	Q ₁	3.852	Q ₁	6.401
	C ₂	Q ₁	—	Q ₁	2.003	Q ₁	3.999	Q ₁	8.031
		Q ₂	—	Q ₁	2.003	Q ₁	3.885	Q ₁	6.745
	C ₃	Q ₁	—	Q ₁	1.981	Q ₁	3.999	Q ₁	8.031
		Q ₂	—	Q ₁	1.981	Q ₁	3.836	Q ₁	7.020
	C ₄	Q ₁	—	Q ₁	2.008	Q ₁	3.983	Q ₁	8.031
		Q ₂	—	Q ₁	2.008	Q ₁	3.772	Q ₁	6.423
	C ₅	Q ₁	—	Q ₁	2.008	Q ₁	3.999	Q ₁	7.981
		Q ₂	—	Q ₁	2.008	Q ₁	3.852	Q ₁	6.723
	C ₆	Q ₁	—	Q ₁	2.014	Q ₁	3.974	Q ₁	8.068
		Q ₂	—	Q ₁	2.014	Q ₁	3.861	Q ₁	7.066
	C ₇	Q ₁	—	Q ₁	2.008	Q ₁	4.033	Q ₁	8.031
		Q ₂	—	Q ₁	2.008	Q ₁	3.909	Q ₁	6.600
	C ₈	Q ₁	—	Q ₁	2.008	Q ₁	3.999	Q ₁	8.006
		Q ₂	—	Q ₁	2.008	Q ₁	3.966	Q ₁	7.066
	C ₉	Q ₁	—	Q ₁	2.008	Q ₁	4.016	Q ₁	8.006
		Q ₂	—	Q ₁	2.008	Q ₁	3.983	Q ₁	7.300
i = 1.0%	C ₁	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	4.024	Q ₁	8.043
		Q ₂	—	Q ₁	—	Q ₁	4.024	Q ₁	6.962
	C ₂	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	3.999	Q ₁	8.031
		Q ₂	—	Q ₁	—	Q ₁	3.999	Q ₁	7.335
	C ₃	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	4.007	Q ₁	8.031
		Q ₂	—	Q ₁	—	Q ₁	4.007	Q ₁	7.419
	C ₄	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	3.999	Q ₁	8.056
		Q ₂	—	Q ₁	—	Q ₁	3.999	Q ₁	7.020
	C ₅	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	3.999	Q ₁	7.993
		Q ₂	—	Q ₁	—	Q ₁	3.999	Q ₁	7.300
	C ₆	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	4.024	Q ₁	8.006
		Q ₂	—	Q ₁	—	Q ₁	4.024	Q ₁	7.371
	C ₇	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	4.016	Q ₁	8.056
		Q ₂	—	Q ₁	—	Q ₁	4.016	Q ₁	7.089
	C ₈	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	3.999	Q ₁	8.018
		Q ₂	—	Q ₁	—	Q ₁	3.999	Q ₁	8.371
	C ₉	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	3.974	Q ₁	8.031
		Q ₂	—	Q ₁	—	Q ₁	3.974	Q ₁	7.587
i = 2.0%	C ₁	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.056
		Q ₂	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.324
	C ₂	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.056
		Q ₂	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.636
	C ₃	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.056
		Q ₂	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.721
	C ₄	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.018
		Q ₂	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.359
	C ₅	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.018
		Q ₂	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.660
	C ₆	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.031
		Q ₂	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.660
	C ₇	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.043
		Q ₂	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.395
	C ₈	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.006
		Q ₂	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.684
	C ₉	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.043
		Q ₂	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.782

付表-1 (c) 流下流量と落下流量の測定値 (グレーチング)

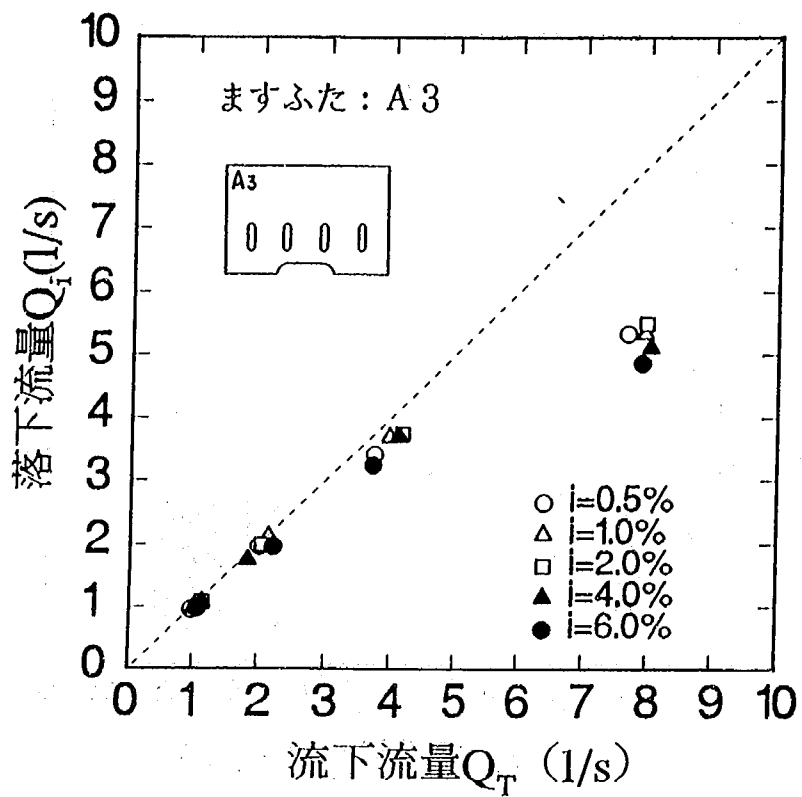
i = 4.0%	C ₁	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.056
		Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.443
	C ₂	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.043
		Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.832
	C ₃	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.056
		Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.918
	C ₄	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.018
		Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.431
	C ₅	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.018
		Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.794
	C ₆	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.031
		Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.931
	C ₇	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.043
		Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.539
	C ₈	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.006
		Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.881
	C ₉	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.043
		Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.943
i = 6.0%	C ₁	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.968
		Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.217
	C ₂	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.031
		Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.782
	C ₃	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.056
		Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.881
	C ₄	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.018
		Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.359
	C ₅	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.093
		Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.844
	C ₆	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.031
		Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.869
	C ₇	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.043
		Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.431
	C ₈	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.006
		Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.844
	C ₉	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	8.043
		Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	—	Q ₁	7.906



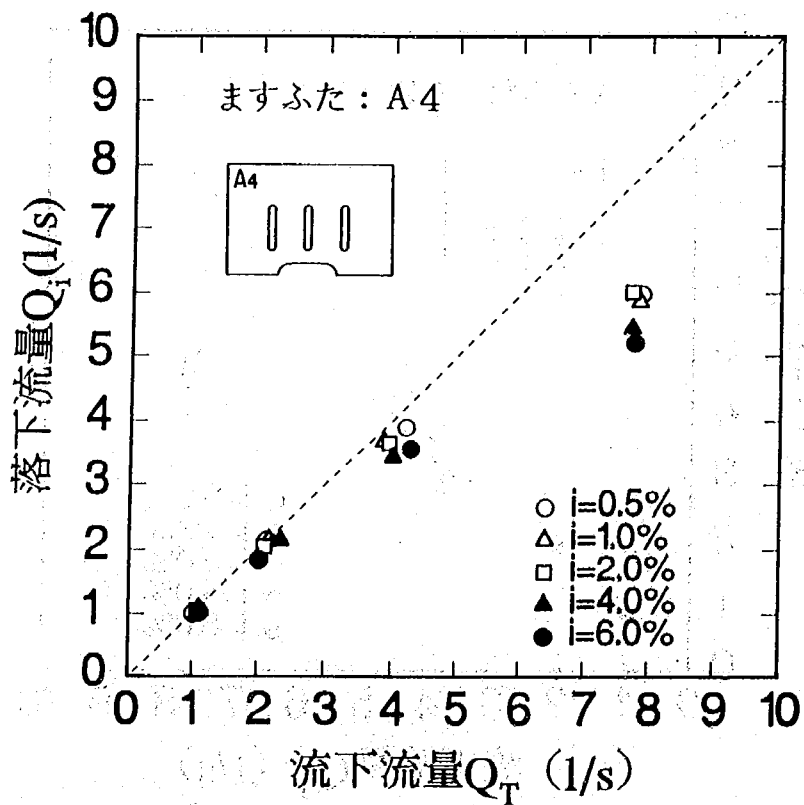
付図-1 (a) 流下流量と落下流量の関係 (混合形ますふた)



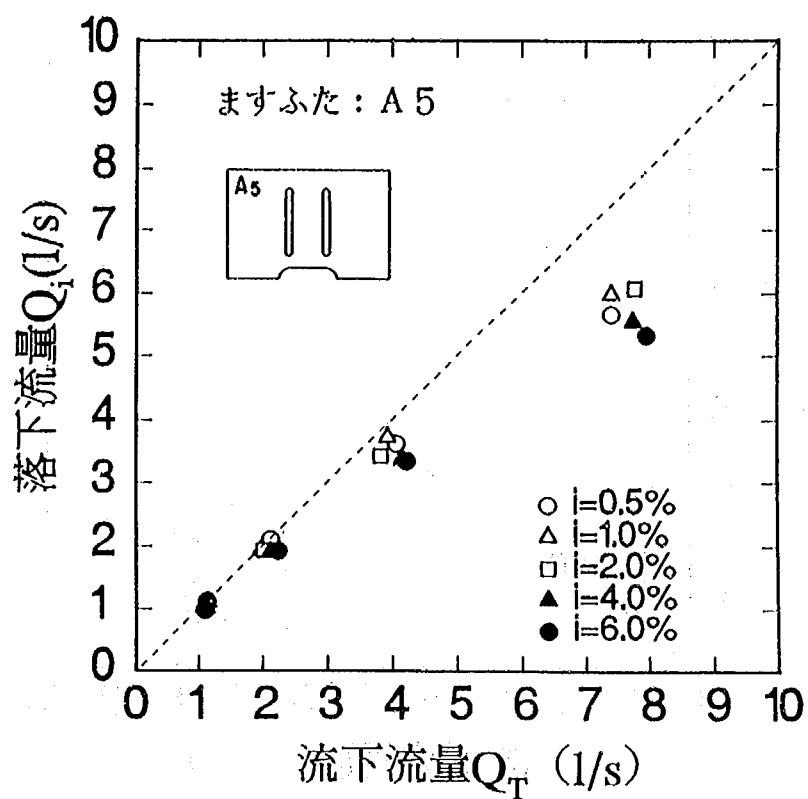
付図-1 (a) 流下流量と落下流量の関係 (混合形ますふた)



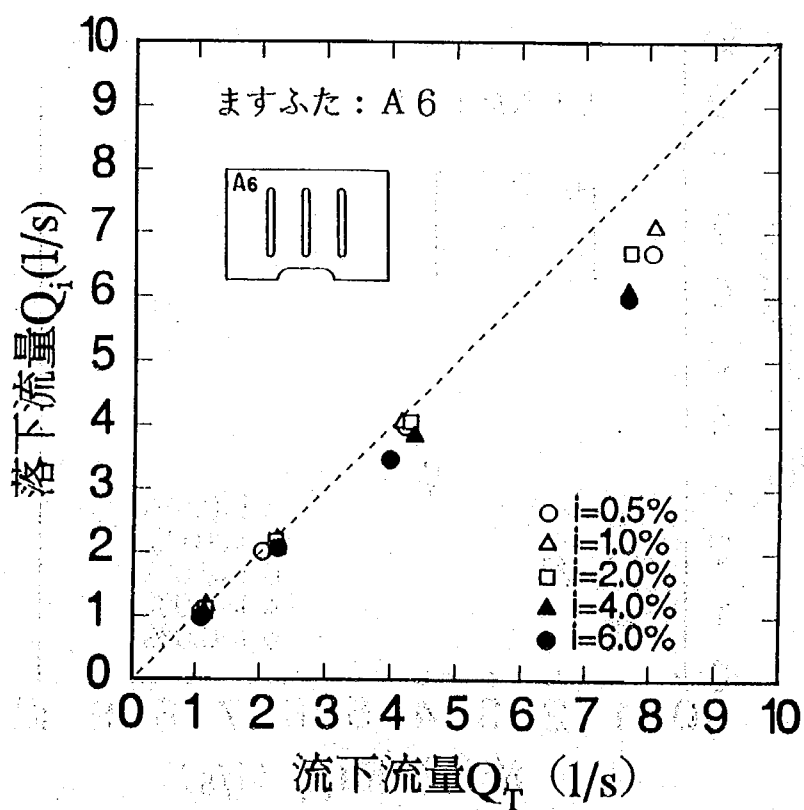
付図-1 (a) 流下流量と落下流量の関係 (混合形ますふた)



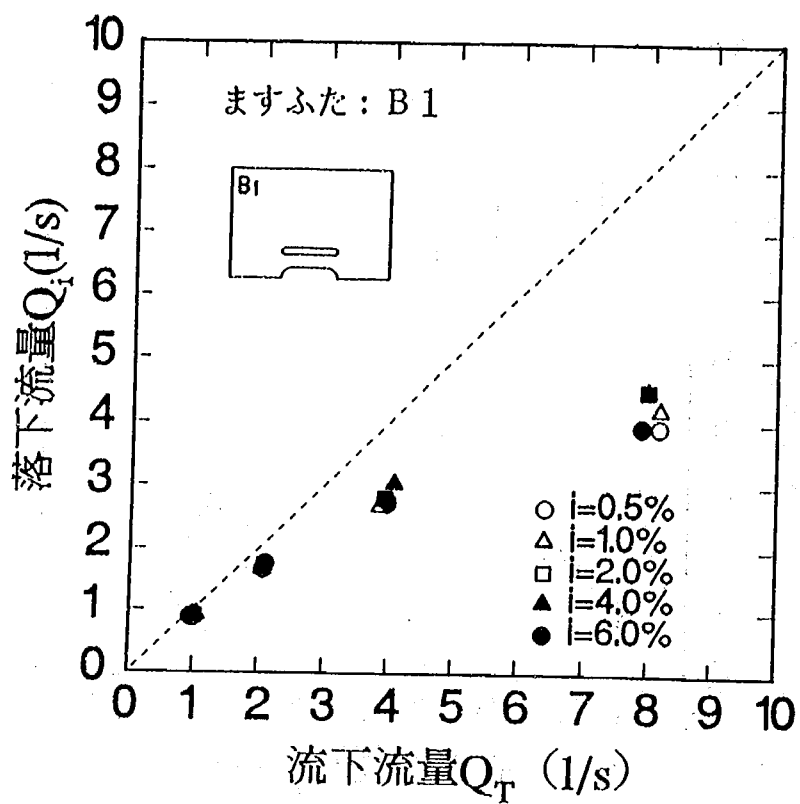
付図-1 (a) 流下流量と落下流量の関係 (混合形ますふた)



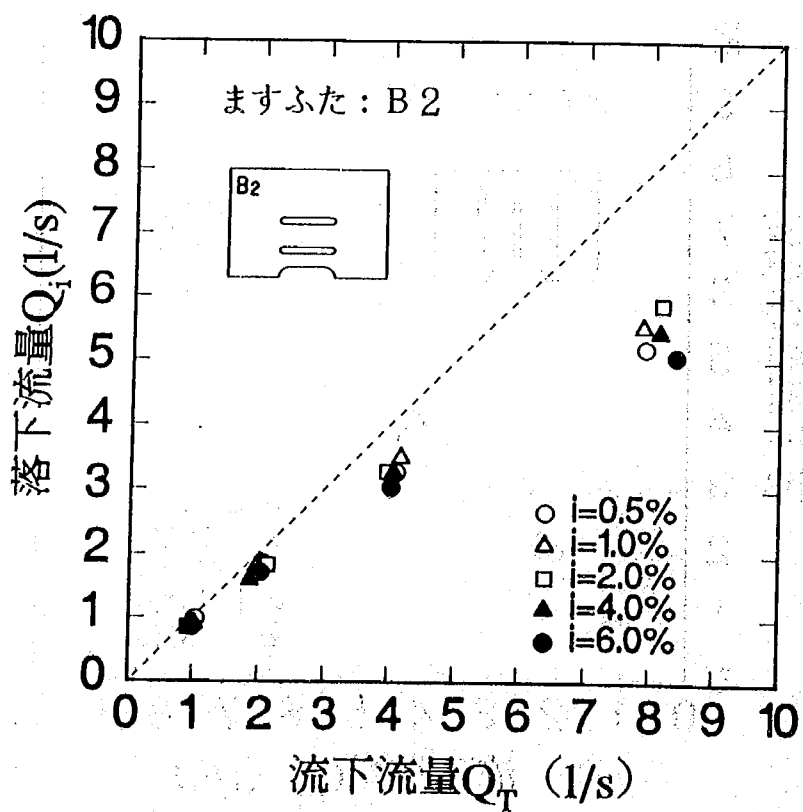
付図-1 (a) 流下流量と落下流量の関係 (混合形ますふた)



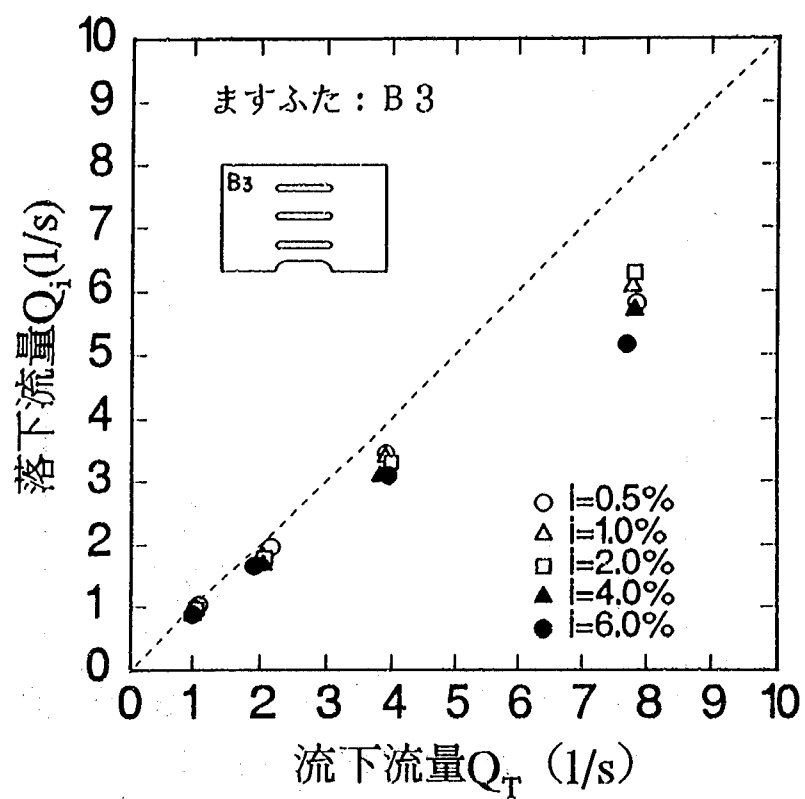
付図-1 (a) 流下流量と落下流量の関係 (混合形ますふた)



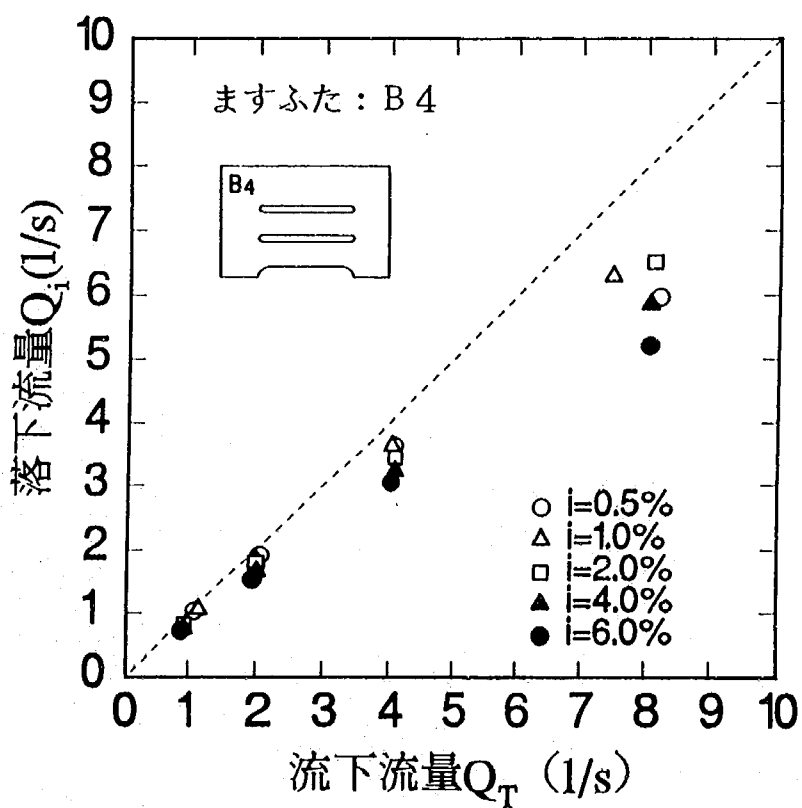
付図-1 (b) 流下流量と落下流量の関係 (縦仕切り形ますふた)



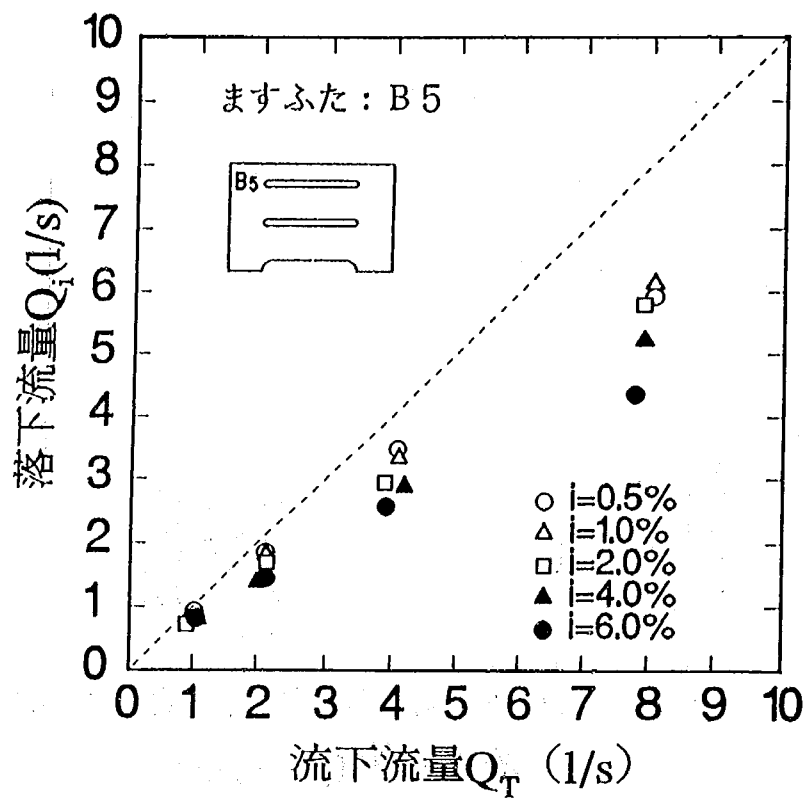
付図-1 (b) 流下流量と落下流量の関係 (縦仕切り形ますふた)



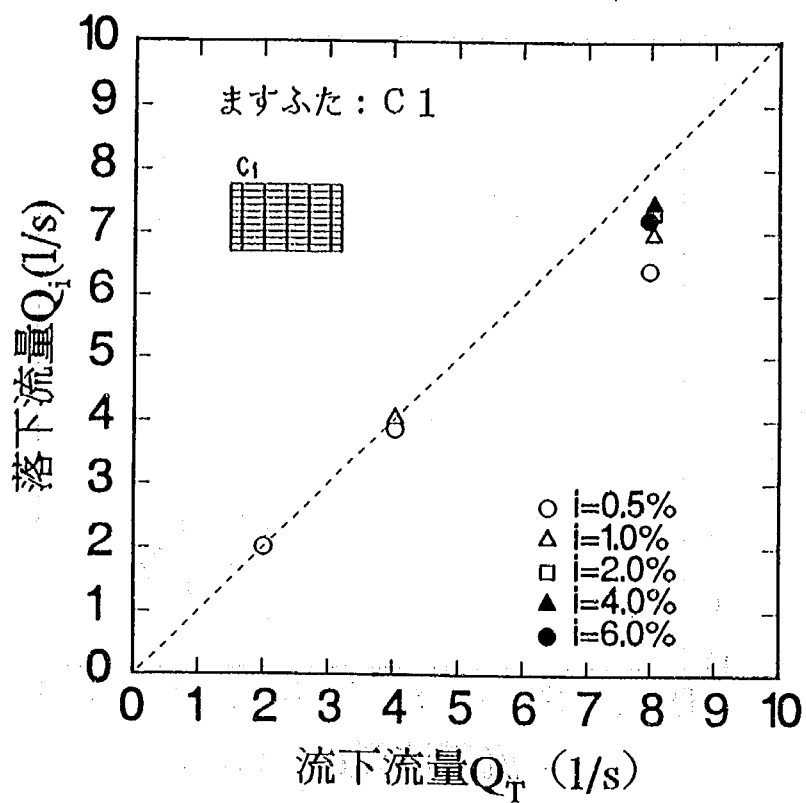
付図-1 (b) 流下流量と落下流量の関係（縦仕切り形ますふた）



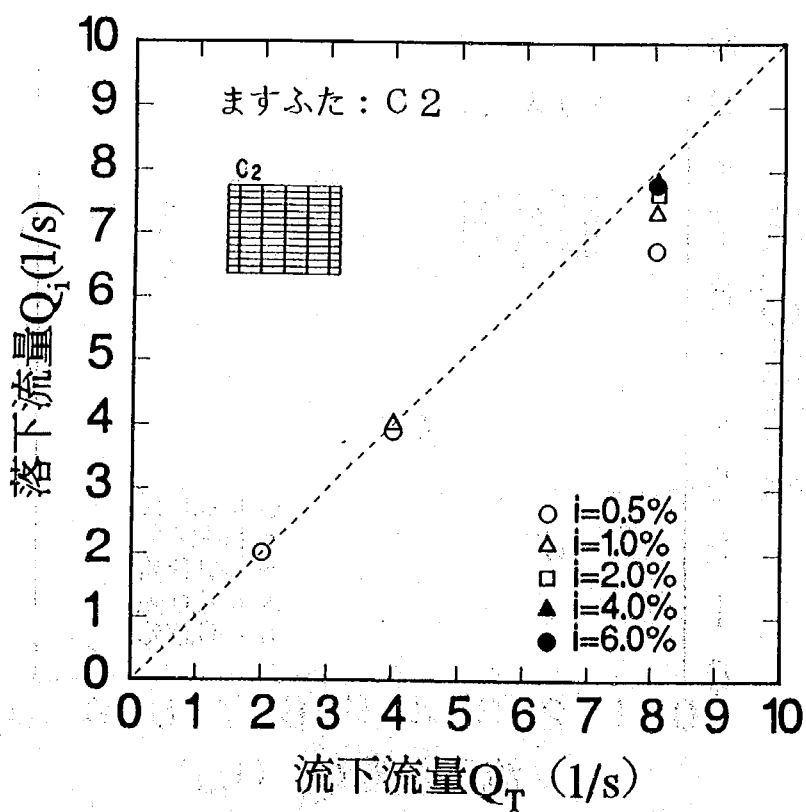
付図-1 (b) 流下流量と落下流量の関係（縦仕切り形ますふた）



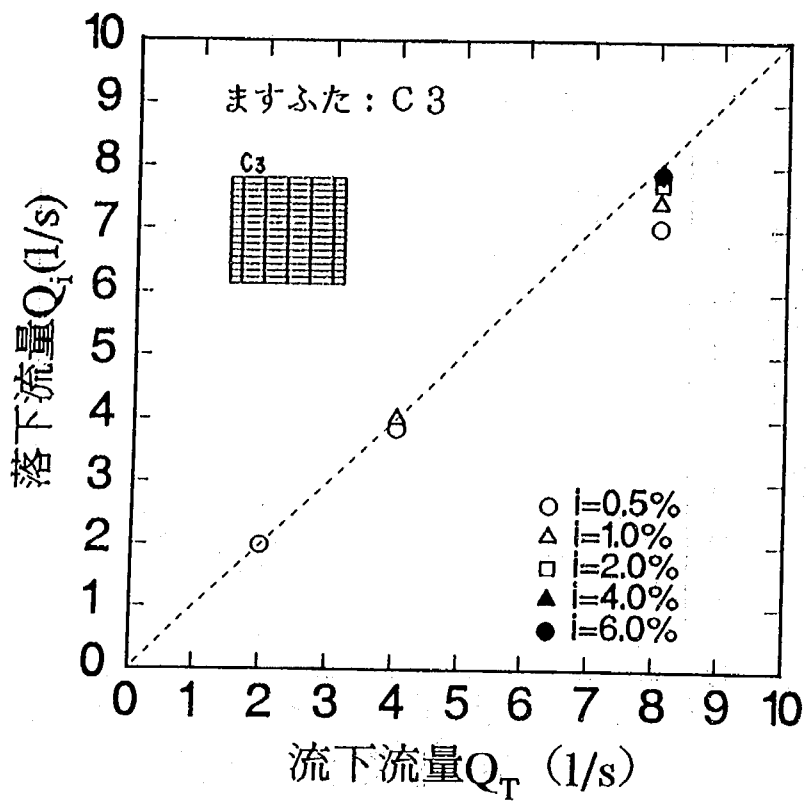
付図-1 (b) 流下流量と落下流量の関係 (縦仕切り形ますふた)



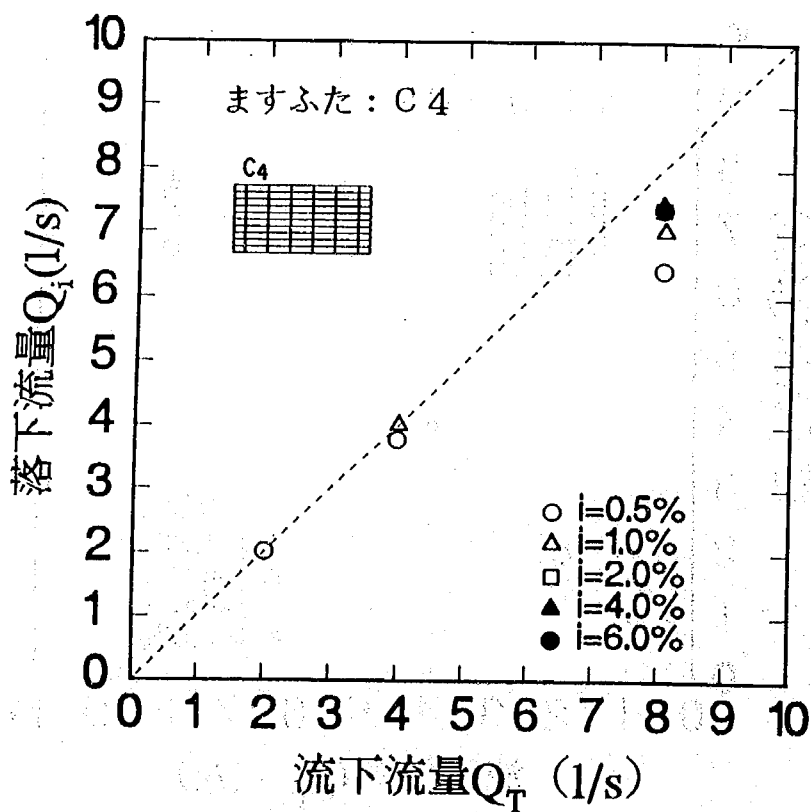
付図-1 (c) 流下流量と落下流量の関係 (グレーチング)



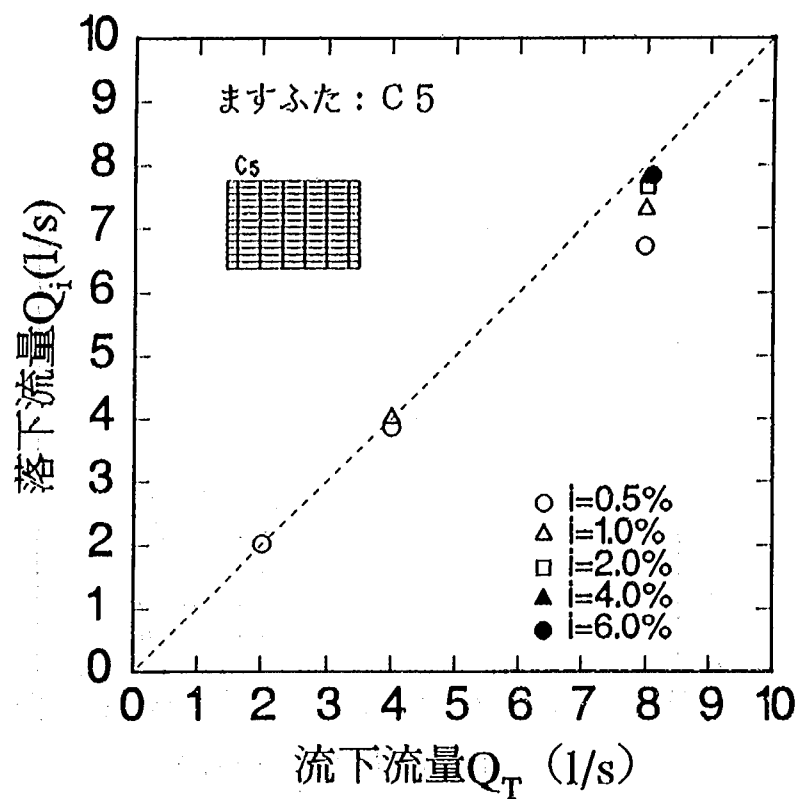
付図-1 (c) 流下流量と落下流量の関係 (グレーチング)



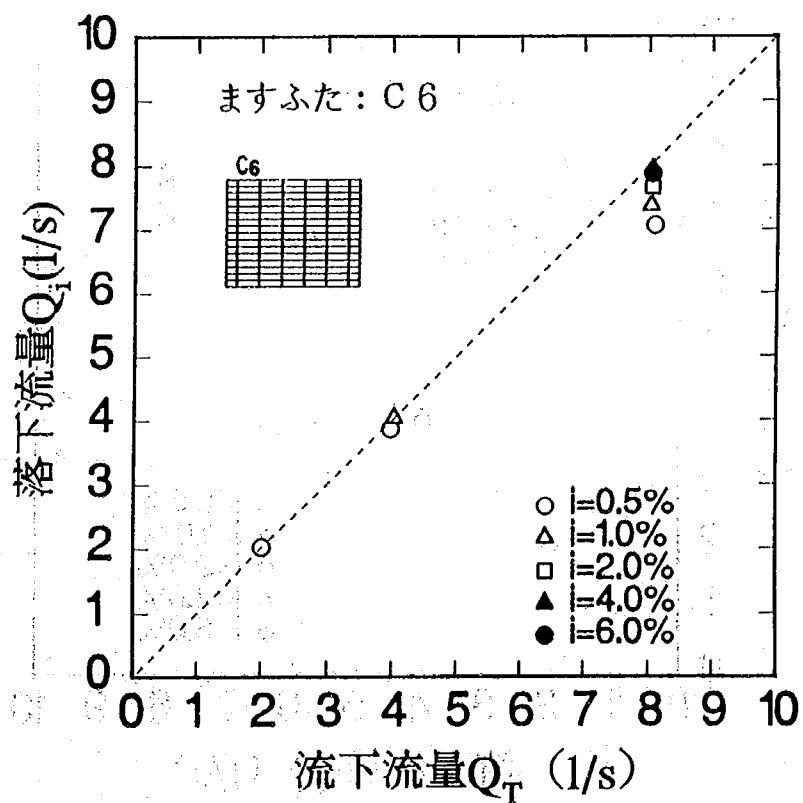
付図-1 (c) 流下流量と落下流量の関係 (グレーチング)



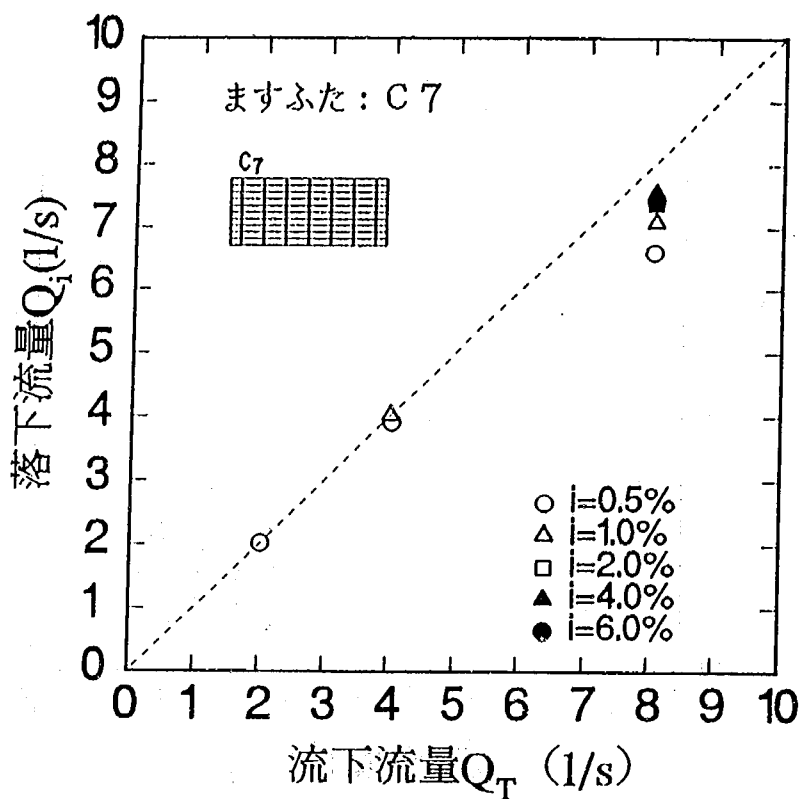
付図-1 (c) 流下流量と落下流量の関係 (グレーチング)



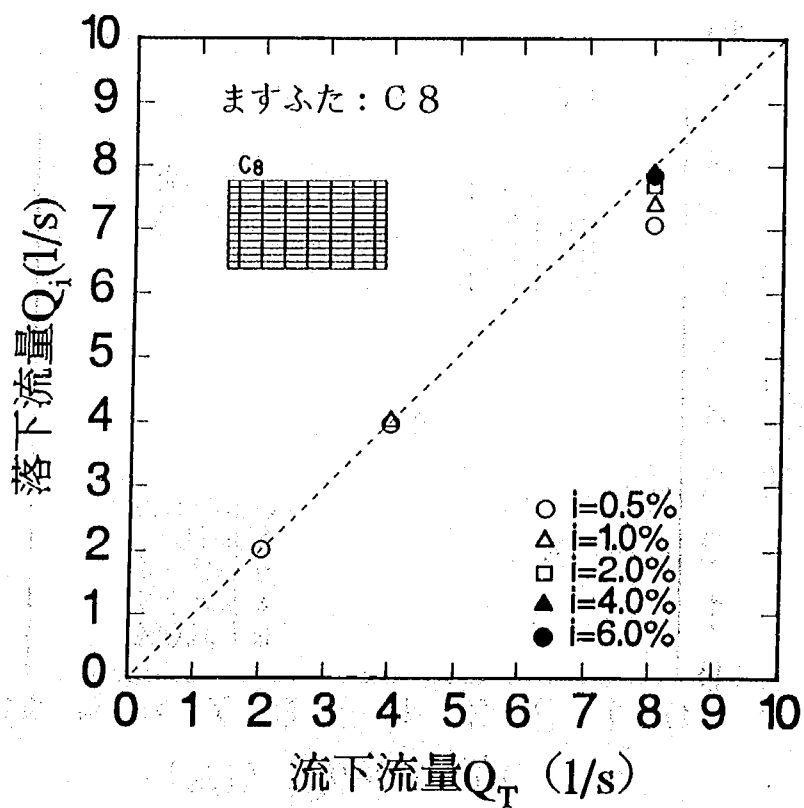
付図-1 (c) 流下流量と落下流量の関係 (グレーチング)



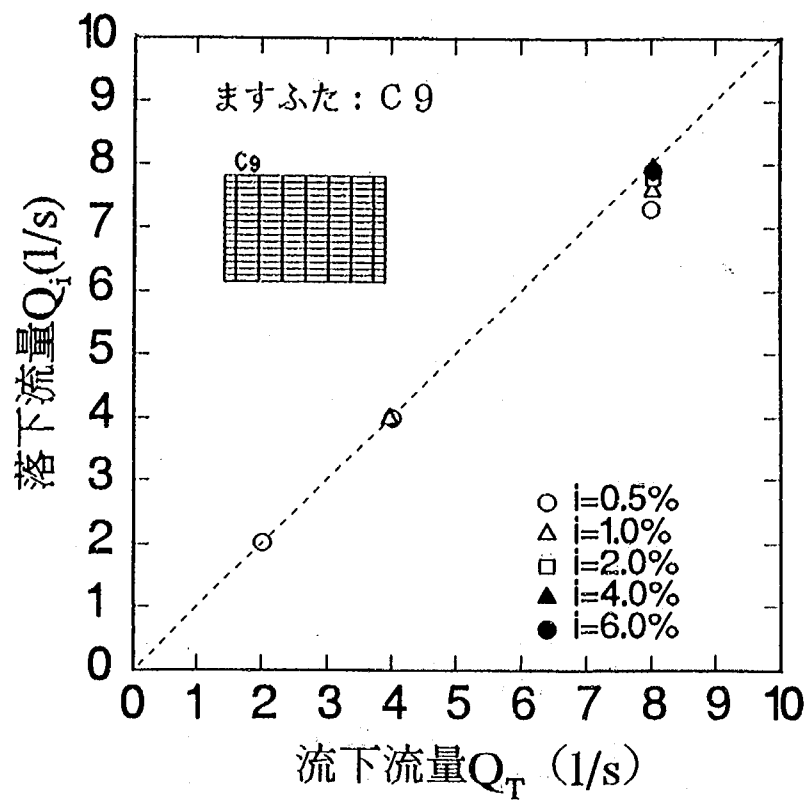
付図-1 (c) 流下流量と落下流量の関係 (グレーチング)



付図-1 (c) 流下流量と落下流量の関係 (グレーチング)



付図-1 (c) 流下流量と落下流量の関係 (グレーチング)



付図-1 (c) 流下流量と落下流量の関係 (グレーチング)

付表-2 (a) 落下率の計算結果 (混合形ますふた)

i	タイプ	$Q_1 \approx 1 \ell/s$	$Q_1 \approx 2 \ell/s$	$Q_1 \approx 4 \ell/s$	$Q_1 \approx 8 \ell/s$
0.5%	A ₁	0.95	0.89	0.70	0.50
	A ₂	0.97	0.94	0.85	0.58
	A ₃	0.98	0.98	0.91	0.69
	A ₄	0.99	1.00	0.92	0.76
	A ₅	0.99	0.99	0.89	0.76
	A ₆	0.98	0.99	0.95	0.83
1.0%	A ₁	0.95	0.91	0.75	0.52
	A ₂	0.97	0.97	0.87	0.61
	A ₃	0.95	0.98	0.93	0.66
	A ₄	0.98	0.99	0.95	0.75
	A ₅	0.98	0.98	0.95	0.81
	A ₆	1.00	0.97	0.98	0.88
2.0%	A ₁	0.95	0.91	0.76	0.55
	A ₂	0.97	0.94	0.86	0.63
	A ₃	0.95	0.97	0.90	0.69
	A ₄	0.97	0.96	0.92	0.78
	A ₅	0.94	0.96	0.89	0.78
	A ₆	0.97	0.98	0.95	0.87
4.0%	A ₁	0.91	0.87	0.72	0.49
	A ₂	0.92	0.93	0.81	0.58
	A ₃	0.94	0.95	0.90	0.64
	A ₄	0.94	0.92	0.86	0.70
	A ₅	0.91	0.89	0.81	0.72
	A ₆	0.92	0.90	0.88	0.79
6.0%	A ₁	0.87	0.84	0.68	0.47
	A ₂	0.90	0.90	0.80	0.51
	A ₃	0.92	0.89	0.87	0.61
	A ₄	0.93	0.91	0.83	0.66
	A ₅	0.89	0.86	0.79	0.67
	A ₆	0.91	0.91	0.87	0.78

A₁ = 182.4 cm²

A₂ = 216.5 cm²

A₃ = 250.5 cm²

A₄ = 288.5 cm²

A₅ = 290.4 cm²

A₆ = 378.5 cm²

付表-2 (b) 落下率の計算結果 (縦仕切り形ますふた)

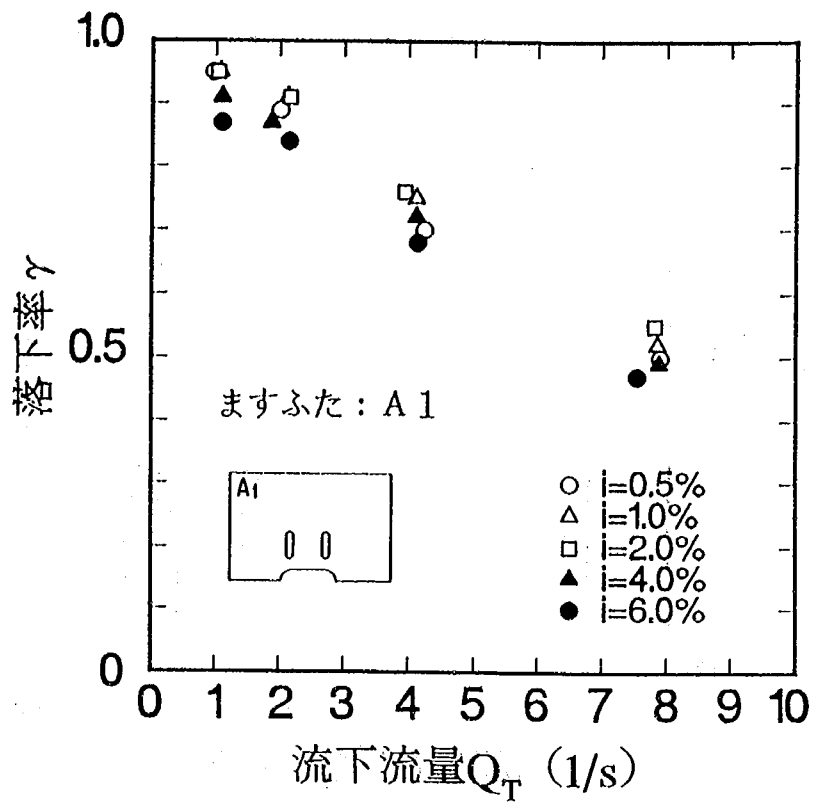
i	タイプ	$Q_1 \approx 1 \ell/s$	$Q_1 \approx 2 \ell/s$	$Q_1 \approx 4 \ell/s$	$Q_1 \approx 8 \ell/s$
0.5%	B ₁	0.92	0.81	0.68	0.48
	B ₂	0.93	0.90	0.80	0.66
	B ₃	0.94	0.91	0.88	0.74
	B ₄	0.94	0.93	0.89	0.73
	B ₅	0.90	0.87	0.85	0.73
1.0%	B ₁	0.91	0.81	0.69	0.51
	B ₂	0.91	0.90	0.84	0.70
	B ₃	0.92	0.90	0.87	0.78
	B ₄	0.91	0.91	0.90	0.84
	B ₅	0.86	0.85	0.81	0.76
2.0%	B ₁	0.89	0.84	0.71	0.56
	B ₂	0.91	0.85	0.82	0.72
	B ₃	0.90	0.87	0.83	0.80
	B ₄	0.88	0.90	0.84	0.80
	B ₅	0.82	0.79	0.76	0.73
4.0%	B ₁	0.88	0.82	0.74	0.56
	B ₂	0.87	0.84	0.80	0.67
	B ₃	0.86	0.83	0.81	0.73
	B ₄	0.81	0.83	0.79	0.73
	B ₅	0.76	0.69	0.68	0.66
6.0%	B ₁	0.88	0.84	0.70	0.50
	B ₂	0.87	0.84	0.75	0.60
	B ₃	0.88	0.86	0.78	0.67
	B ₄	0.82	0.78	0.76	0.65
	B ₅	0.79	0.68	0.66	0.56

B₁ = 187.3 cm²B₂ = 260.4 cm²B₃ = 333.5 cm²B₄ = 425.4 cm²B₅ = 425.4 cm²

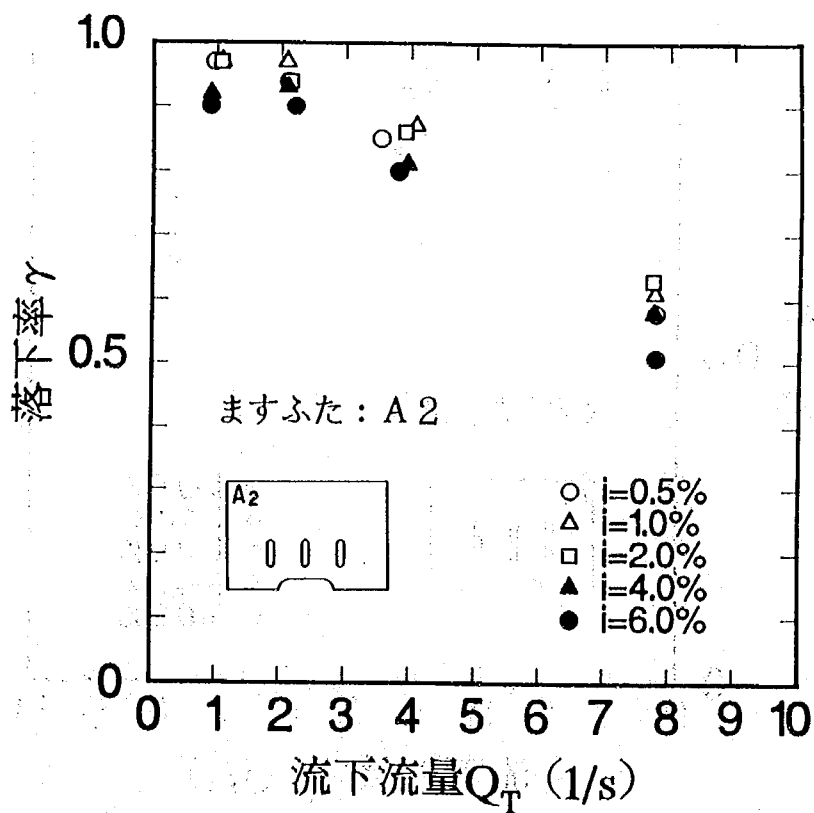
付表-2 (c) 落下率の計算結果 (グレーチング)

i	タイプ	$Q_1 \approx 1 \ell/s$	$Q_1 \approx 2 \ell/s$	$Q_1 \approx 4 \ell/s$	$Q_1 \approx 8 \ell/s$
0.5%	C ₁	1.00	1.00	0.96	0.80
	C ₂	1.00	1.00	0.97	0.84
	C ₃	1.00	1.00	0.96	0.87
	C ₄	1.00	1.00	0.94	0.80
	C ₅	1.00	1.00	0.96	0.84
	C ₆	1.00	1.00	0.97	0.87
	C ₇	1.00	1.00	0.97	0.82
	C ₈	1.00	1.00	0.99	0.88
	C ₉	1.00	1.00	0.99	0.91
1.0%	C ₁	1.00	1.00	1.00	0.87
	C ₂	1.00	1.00	1.00	0.91
	C ₃	1.00	1.00	1.00	0.92
	C ₄	1.00	1.00	1.00	0.87
	C ₅	1.00	1.00	1.00	0.91
	C ₆	1.00	1.00	1.00	0.92
	C ₇	1.00	1.00	1.00	0.88
	C ₈	1.00	1.00	1.00	0.91
	C ₉	1.00	1.00	1.00	0.94
2.0%	C ₁	1.00	1.00	1.00	0.91
	C ₂	1.00	1.00	1.00	0.95
	C ₃	1.00	1.00	1.00	0.96
	C ₄	1.00	1.00	1.00	0.92
	C ₅	1.00	1.00	1.00	0.95
	C ₆	1.00	1.00	1.00	0.96
	C ₇	1.00	1.00	1.00	0.90
	C ₈	1.00	1.00	1.00	0.96
	C ₉	1.00	1.00	1.00	0.97
4.0%	C ₁	1.00	1.00	1.00	0.92
	C ₂	1.00	1.00	1.00	0.97
	C ₃	1.00	1.00	1.00	0.98
	C ₄	1.00	1.00	1.00	0.93
	C ₅	1.00	1.00	1.00	0.97
	C ₆	1.00	1.00	1.00	0.98
	C ₇	1.00	1.00	1.00	0.92
	C ₈	1.00	1.00	1.00	0.98
	C ₉	1.00	1.00	1.00	0.98
6.0%	C ₁	1.00	1.00	1.00	0.90
	C ₂	1.00	1.00	1.00	0.97
	C ₃	1.00	1.00	1.00	0.97
	C ₄	1.00	1.00	1.00	0.92
	C ₅	1.00	1.00	1.00	0.97
	C ₆	1.00	1.00	1.00	0.98
	C ₇	1.00	1.00	1.00	0.92
	C ₈	1.00	1.00	1.00	0.98
	C ₉	1.00	1.00	1.00	0.98

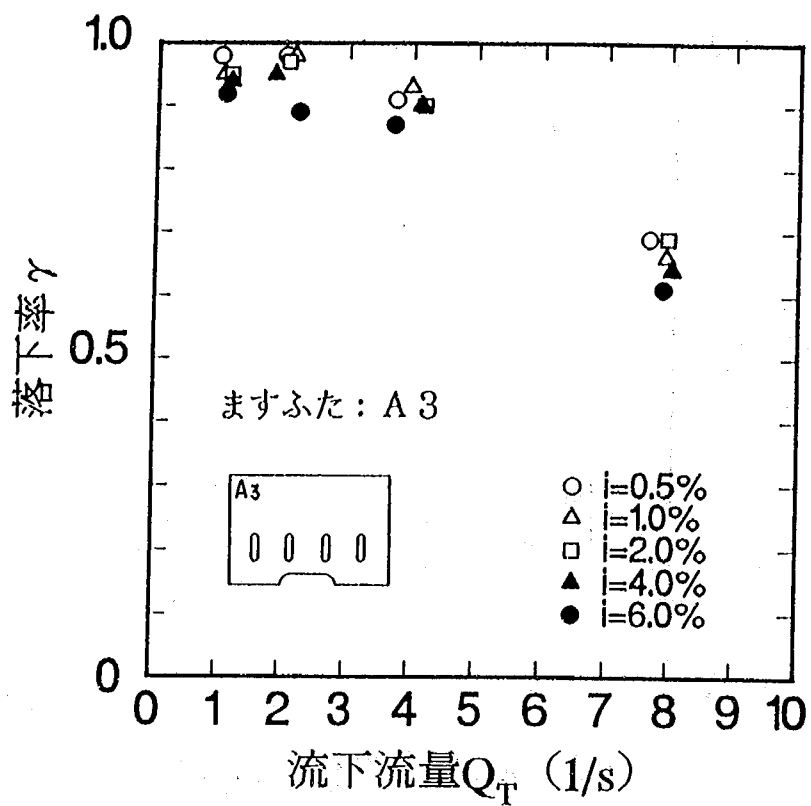
C₁ = 50×30.5C₂ = 50×39.5C₃ = 50×48.5C₄ = 60×30.5C₅ = 60×39.5C₆ = 60×48.5C₇ = 70×30.5C₈ = 70×39.5C₉ = 70×45.5



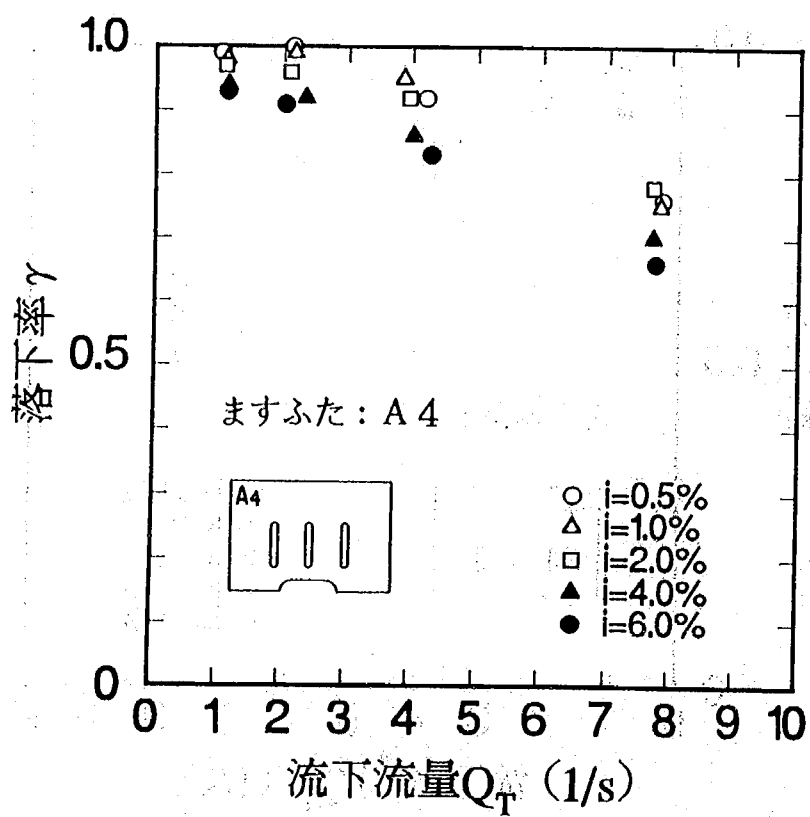
付図-2 (a) 流下流量と落下率の関係 (混合形ますふた)



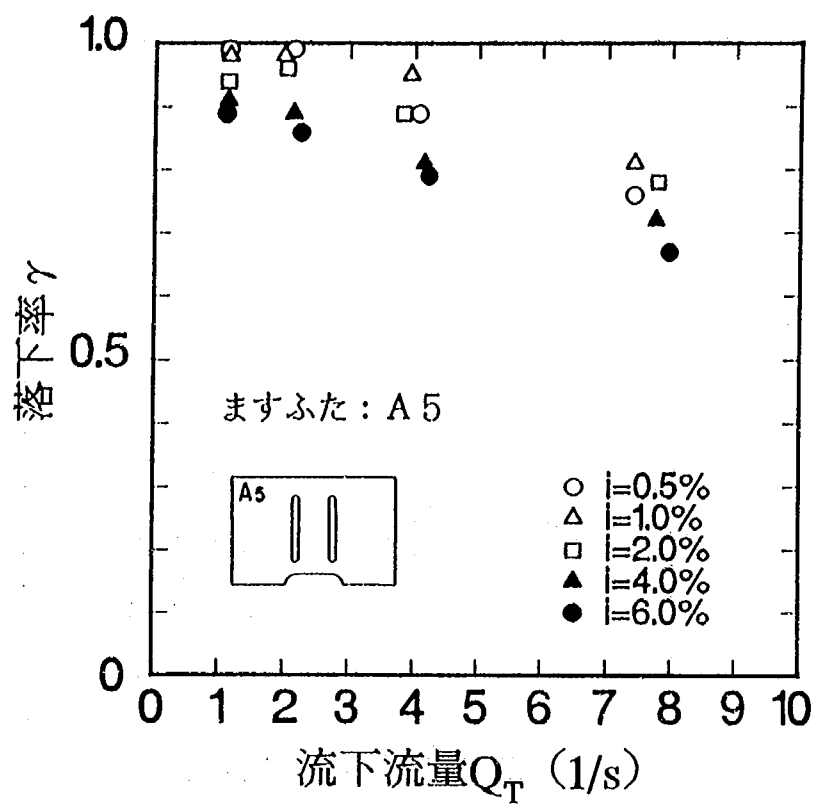
付図-2 (a) 流下流量と落下率の関係 (混合形ますふた)



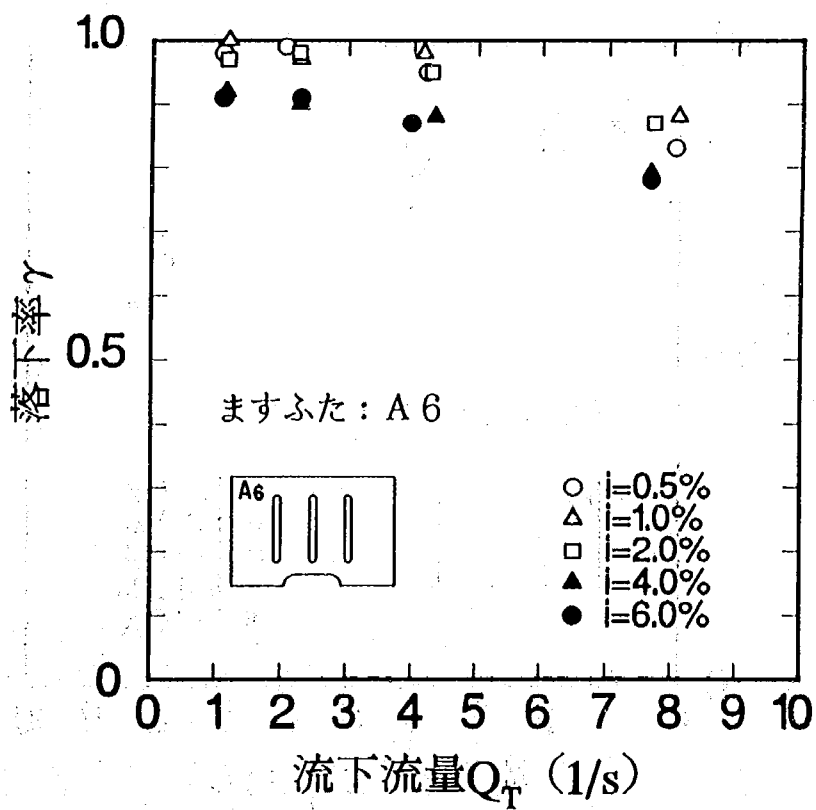
付図-2 (a) 流下流量と落下率の関係 (混合形ますふた)



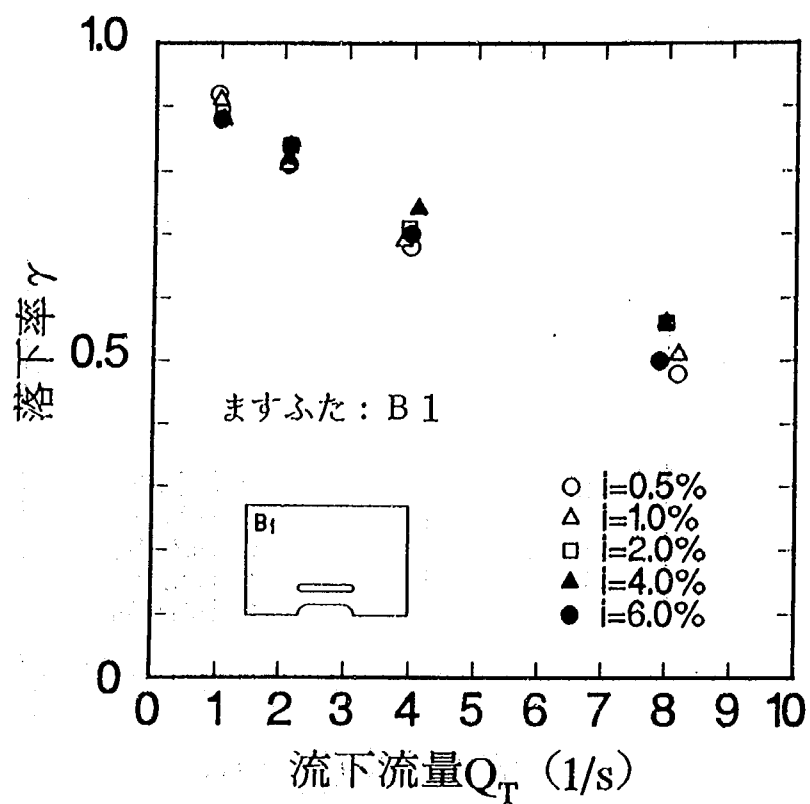
付図-2 (a) 流下流量と落下率の関係 (混合形ますふた)



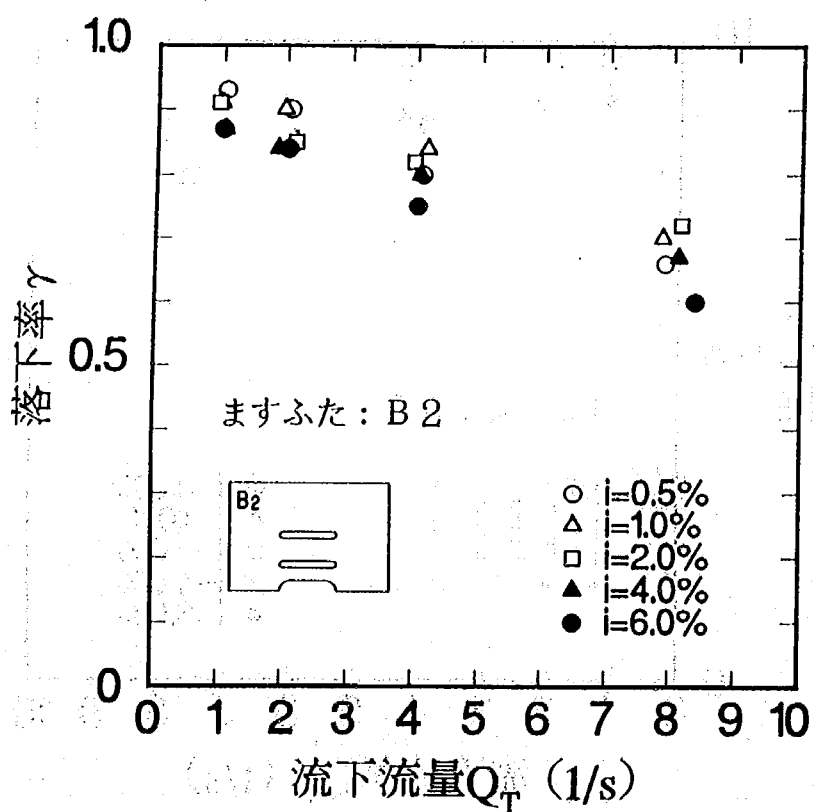
付図-2 (a) 流下流量と落下率の関係 (混合形ますふた)



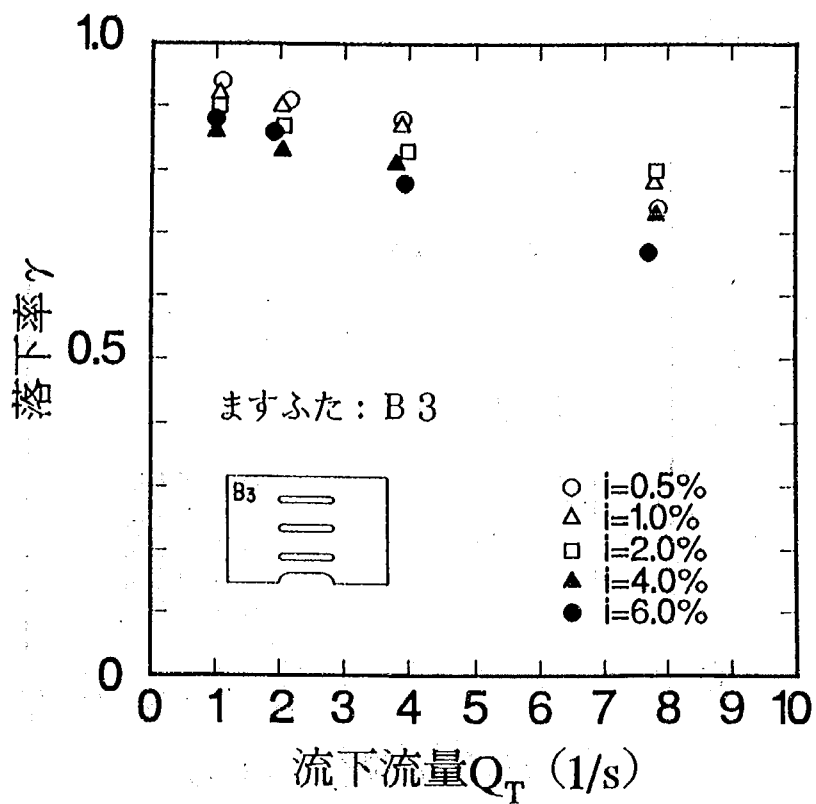
付図-2 (a) 流下流量と落下率の関係 (混合形ますふた)



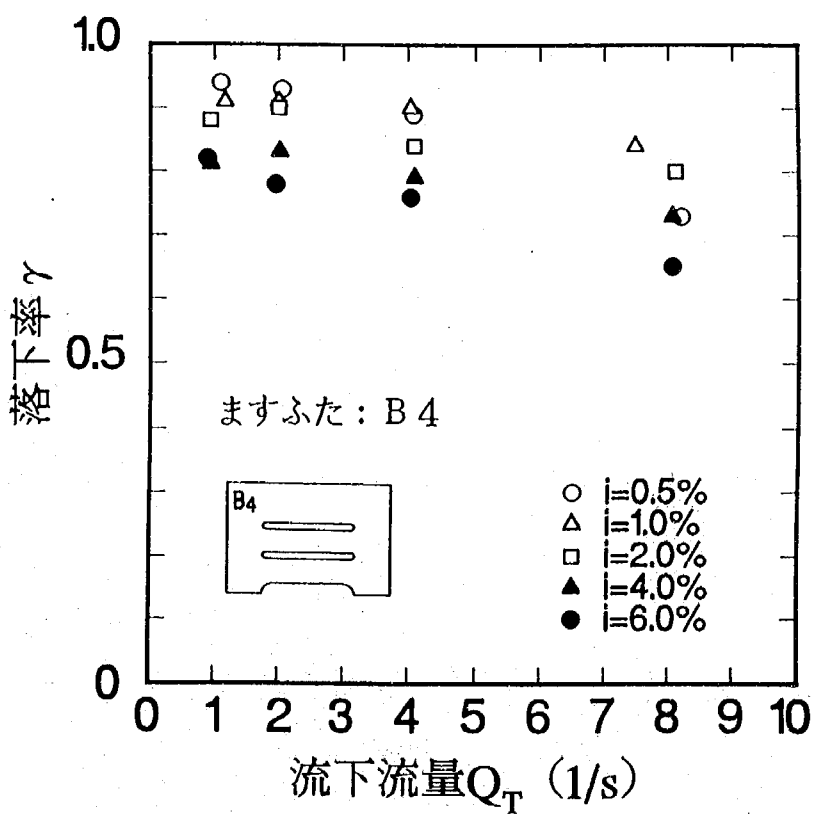
付図-2 (b) 流下流量と落下率の関係 (縦仕切り形ますふた)



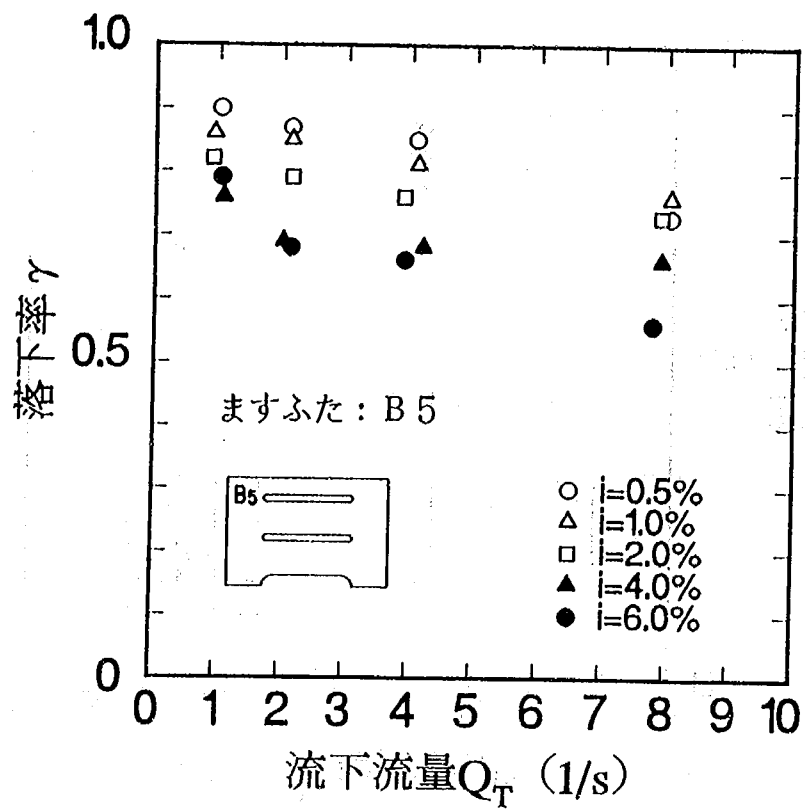
付図-2 (b) 流下流量と落下率の関係 (縦仕切り形ますふた)



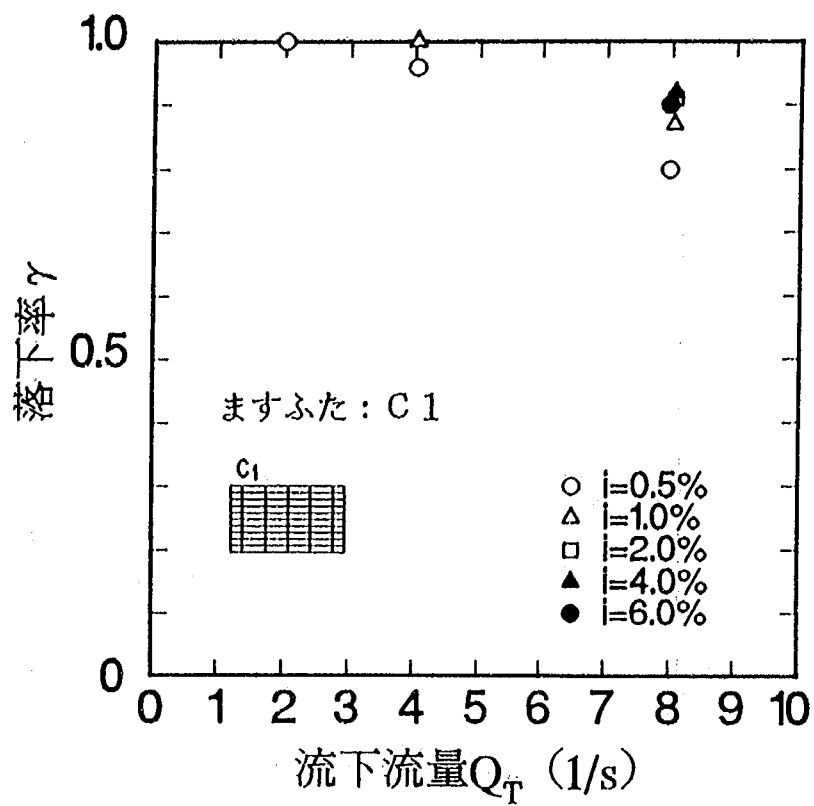
付図-2 (b) 流下流量と落下率の関係 (縦仕切り形ますふた)



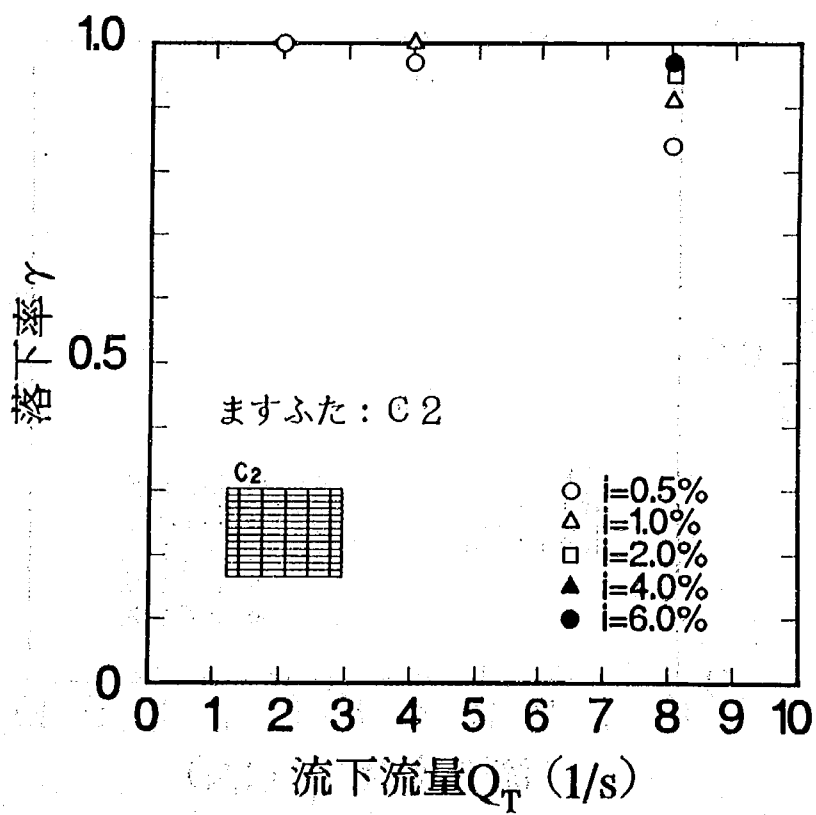
付図-2 (b) 流下流量と落下率の関係 (縦仕切り形ますふた)



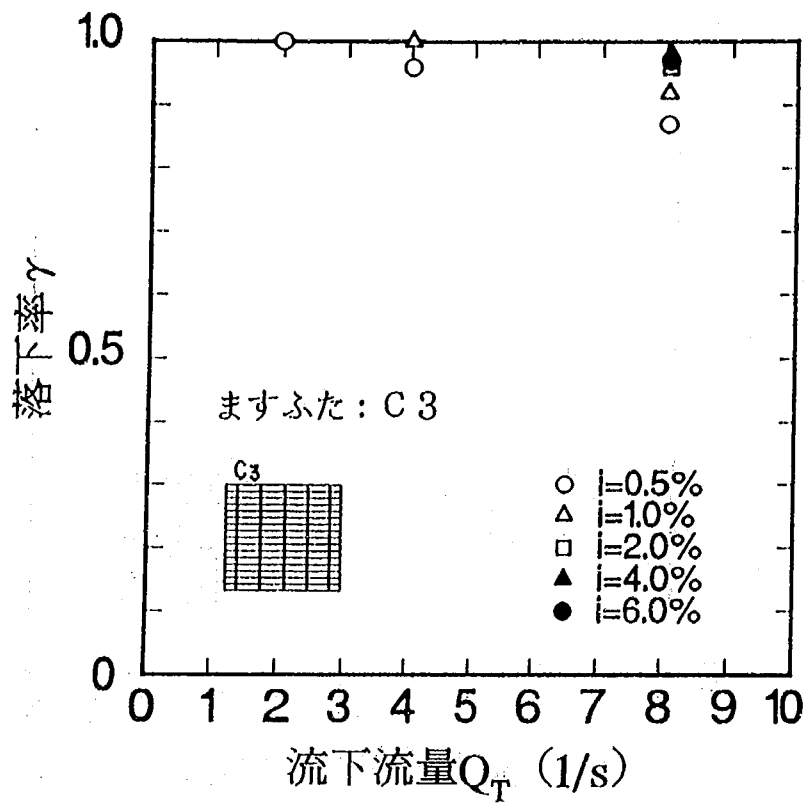
付図－2（b） 流下流量と落下率の関係（縦仕切り形ますふた）



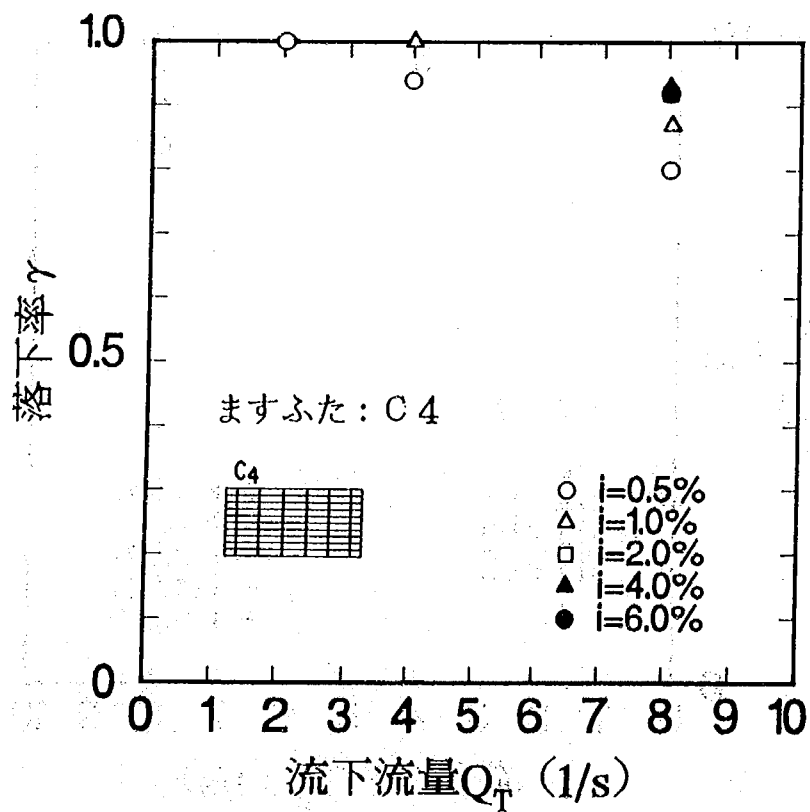
付図-2 (c) 流下流量と落下率の関係 (グレーチング)



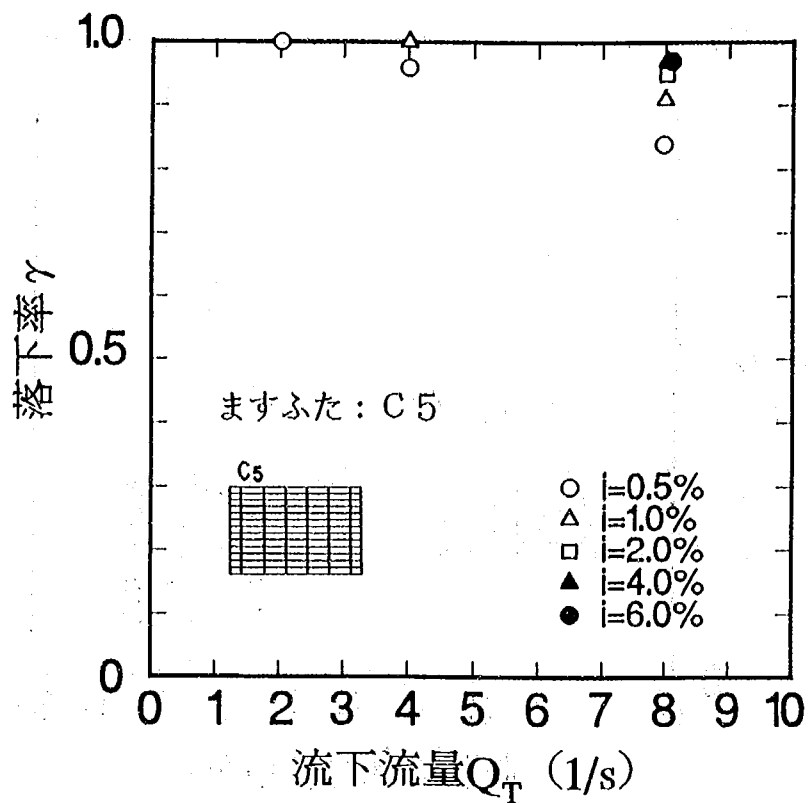
付図-2 (c) 流下流量と落下率の関係 (グレーチング)



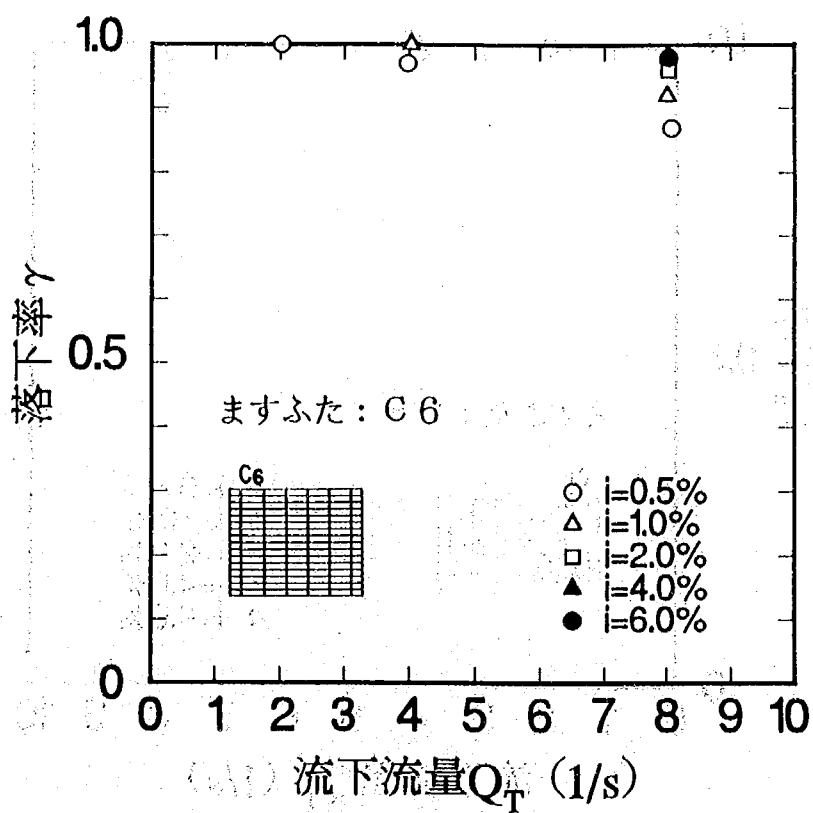
付図-2 (c) 流下流量と落下率の関係 (グレーチング)



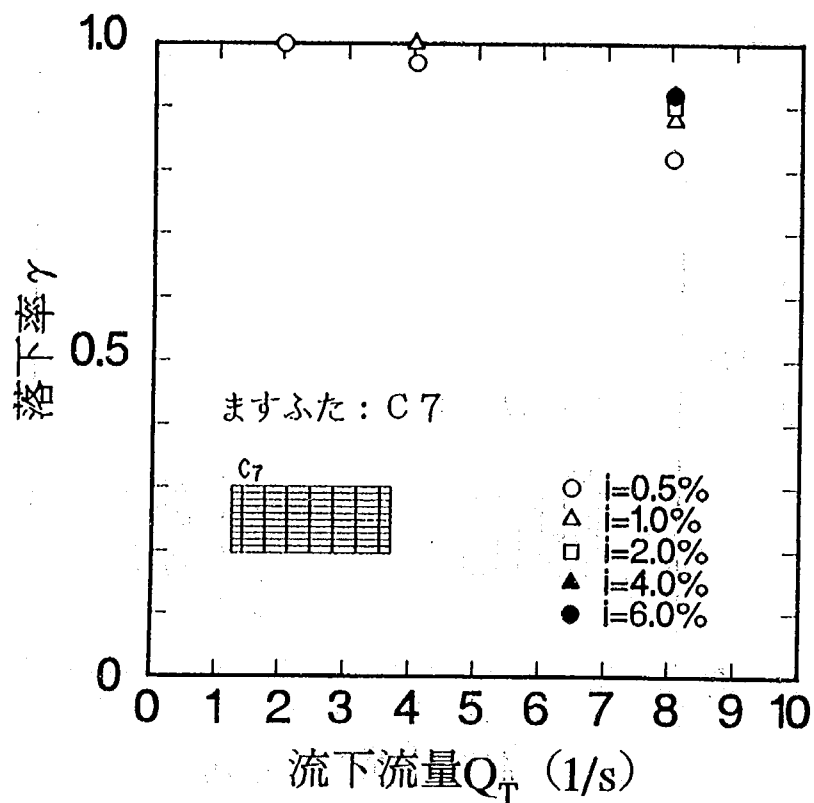
付図-2 (c) 流下流量と落下率の関係 (グレーチング)



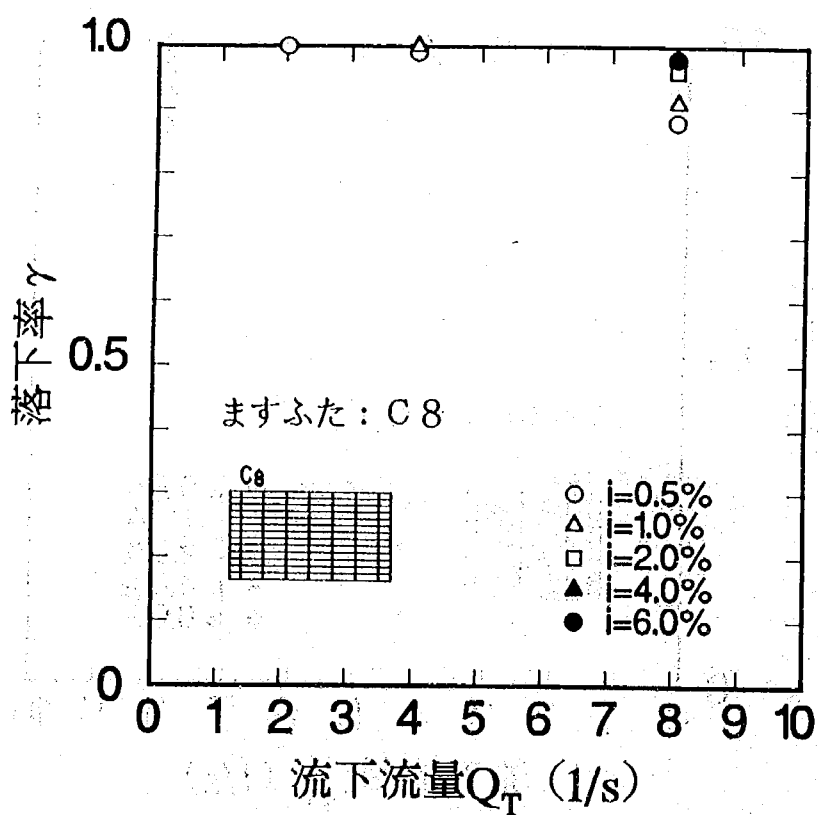
付図-2 (c) 流下流量と落下率の関係 (グレーチング)



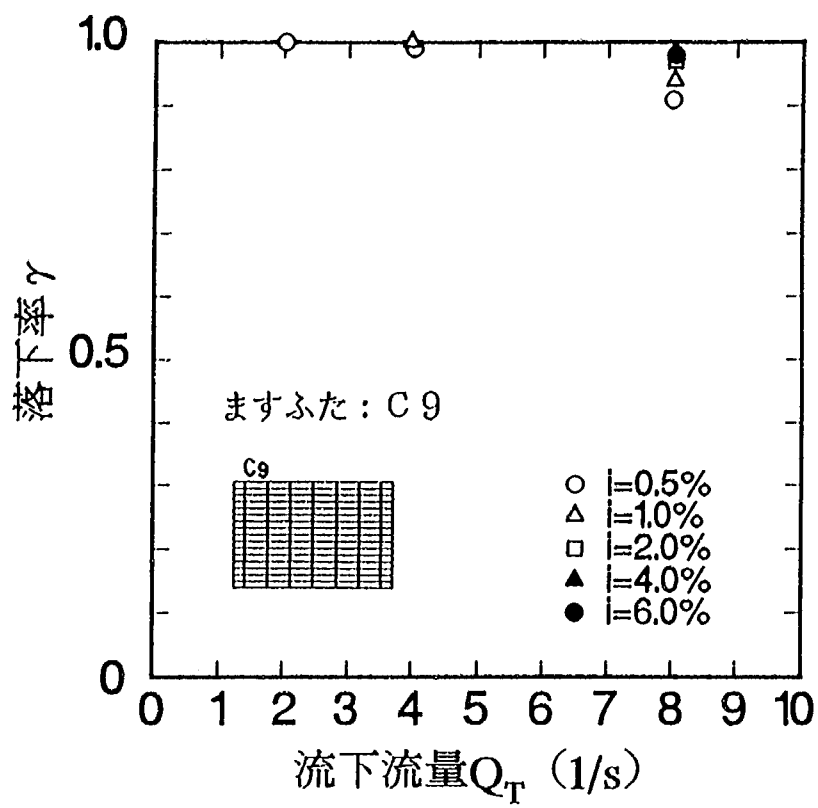
付図-2 (c) 流下流量と落下率の関係 (グレーチング)



付図-2 (c) 流下流量と落下率の関係 (グレーチング)



付図-2 (c) 流下流量と落下率の関係 (グレーチング)



付図－2（c） 流下流量と落下率の関係（グレーチング）

道路排水ますふたの雨水の落下効率
に関する実験的検討報告書

I S S N 0386-5878
土木研究所資料 第3341号
平成7年3月(1995)

古賀 泰之, 松尾 修
高橋 晃浩

要 旨

現行の「道路土工排水工指針」における街きよに設置されるますふたの設置間隔の設計には, ますふたの雨水落下率のデータが用いられる。現在では一般に使用されているますふたの形状・寸法も多様化しており, 上記指針に示されたデータでは必ずしも対応しきれなくなってきた。そこで, 現時点におけるますふたの使用実態を調査し, 実際に使われているますふたの雨水落下率を得るための実験を行った。

キーワード: 道路土工排水工指針, 道路排水ますふた, 実態調査
模型実験, 落下率

郵便はがき

郵便切手
は
つ
て
下
さ
い

3 0 5 - □ □

茨城県つくば市大字旭一番地
建設省土木研究所
地震防災部動土質研究室 行

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第3341号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名

印