

マイクロフィルム用資料

グレーチングの走行安全性に関する 共同研究報告書（その1）

平成11年8月

建設省土木研究所道路研究室
本州四国連絡橋公団

Copyright © (1999) 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。

グレーチングの走行安全性に関する共同研究報告書（その1）

建設省土木研究所

道路部 部長	中村 亮
道路交通総括研究官	常田 賢一
道路研究室長	大下 武志 ^{*1}
道路研究室長	濱田 俊一
道路研究室研究員	池原 圭一
企画部 橋梁計画官	西谷 雅弘 ^{*2}

本州四国連絡橋公団

設計部 部長	奥川 淳志 ^{*3}
部長	北川 信
設計第二課長	村瀬 佐太美 ^{*4}
設計第二課長	山岸 一彦 ^{*5}
設計第一課長代理	鳥海 隆一 ^{*6}
設計第二課長代理	大橋 治一 ^{*7}
設計第二課長代理	山田 郁夫 ^{*8}
設計第二課長代理	荻原 勝也 ^{*9}
設計第二課	杉町 直明
設計第二課	梁取 直樹 ^{*10}

要 旨

本報告は、建設省土木研究所と本州四国連絡橋公団が行っている「グレーチングの走行安全性に関する共同研究」の中間成果をまとめたものである。本共同研究は、既存のオープングレーチングのすべり摩擦特性、新たに試作した新形状のオープングレーチングのすべり摩擦特性について検討を行っている。

キーワード：オープングレーチング、すべり摩擦係数、長大橋、海峡横断道路プロジェクト

- *1：現 建設省土木研究所材料施工部施工研究室長
- *2：現 // 構造橋梁部基礎研究室主任研究員
- *3：現 本州四国連絡橋公団第一管理局長
- *4：現 (財)本州四国連絡道路管理協会交通管理部長
- *5：現 (財)駐車場整備推進機構調査研究部長
- *6：現 広島県道路公社安芸灘大橋架橋事務所技術専門監
- *7：現 本州四国連絡橋公団企画開発部企画課長代理
- *8：現 // 保全部道路保全課長代理
- *9：現 // 企画開発部企画課長代理
- *10：現 // 第一管理局垂水管理事務所橋梁維持課

目 次

第1章 総 論	1
1.1 共同研究の目的	1
1.2 共同研究の内容	1
第2章 既存のグレーチングのすべり摩擦特性	2
2.1 実験条件等	2
2.1.1 試験用グレーチング	2
2.1.2 すべり測定車	2
2.1.3 実験条件	6
2.2 実験結果	7
2.2.1 縦すべり摩擦係数	7
2.2.2 横すべり摩擦係数	15
2.2.3 実験結果のまとめ	35
2.3 グレーチングにおけるすべり摩擦係数の評価値	35
第3章 新形状のグレーチングのすべり摩擦特性	37
3.1 実験方法	37
3.2 実験結果	39
3.2.1 静止すべり摩擦係数と動すべり摩擦係数（縦すべり摩擦係数）の相関関係	41
3.2.2 すべり摩擦性能に関する基本的特性の検討	42
3.2.3 道路構造令の設計値との比較	56
3.2.3 実験結果のまとめ	58
3.3 今後の課題	58

第1章 総 論

1.1 共同研究の目的

近年の橋梁建設では、経済的で合理的な橋梁の建設が必要とされており、死荷重の軽減によるコスト縮減、また強風時の安定性を確保する観点から、走行面の構造をオープングレーチング（以下、「グレーチング」と言う）にすることが検討されている。そのため、国内においてあまり検討されていないグレーチングの走行安全性について、すべり摩擦特性、制動時や車線変更時の車両挙動、ドライバーの走行感覚等を調査することにより、走行安全性の観点からグレーチングの走行車線への適用性を検討する必要がある。

本共同研究では、グレーチングの走行安全性に関する検討を中心に行うとともに、製作コスト、耐風性、耐久性等も踏まえて、総合的な観点から最適なグレーチング形状を提案することを目的としている。

1.2 共同研究の内容

本研究は建設省土木研究所と本州四国連絡橋公団で行っている共同研究であり、表－ 1.1 に示すような研究内容を分担して取り組んでいる。研究期間は平成 9 年度から平成 12 年度までの 4 年間で予定しているが、本報告は平成 10 年度までに行った 2 年分の検討結果のうち、すべり摩擦試験に関する中間報告を行うものである。

具体的内容としては、実際の路肩等で使われている既存のグレーチングのすべり摩擦特性、新たに試作した新形状のグレーチングのすべり摩擦特性について報告するものである。

表－ 1.1 研究内容及び研究分担等

研究項目	研究細目	研究分担		年 次 計 画			
		土研	本四	9 年度	10 年度	11 年度	12 年度
1 耐風性等から必要なグレーチング性能の検討	・耐風性等からの性能検討	○	◎	—	—		
	・吹上風の影響調査	○	◎		—		
2 走行安全性から必要なグレーチング性能の検討	・すべり摩擦性能調査	◎	○	—	—		
	・走行安全性調査	◎	○			—	—
3 交通運用方策の検討	・品質管理上の目標値、規制内容等の検討	◎	◎			—	—

第2章 既存のグレーチングのすべり摩擦特性

長大橋梁の走行面に適用可能なグレーチング形状を検討する前段として、耐風性の観点から既に路肩等に設置されている既存のグレーチングのすべり摩擦抵抗力を調査した。調査に当たっては、実際のグレーチングと表面の材質や部材間隔等を同様に加工した試験用のグレーチングを製作して、土木研究所が所有する第五輪を搭載したバス型のすべり摩擦測定車（以下、「すべり測定車」と言う）及び試験走路内の高速すべり実車挙動実験施設（散水装置）を利用してすべり摩擦抵抗力を測定した。

2.1 実験条件等

2.1.1 試験用グレーチング

試験用グレーチングは、図－2.1 と図－2.2 に示す2種類を製作した。図－2.1 は既に路肩等で使われているタイプであり、それに対して図－2.2 は部材構成は同じであるが、補助部材に凹凸加工（すべり止め加工）を施した改良タイプである。

試験用グレーチングは、各タイプともに100枚ずつ製作して、図－2.3 に示すように試験走路内の高速すべり実車挙動実験施設に連続して敷き並べた。

なお、試験用グレーチングの設置方向によってすべり摩擦抵抗力の測定結果が変わることが想定されるため、図－2.4 に示すように一般的な走行方向を縦方向設置、それに対して90°反転した方向を横方向設置として2種類の方向で測定した。

2.1.2 すべり測定車

すべり摩擦抵抗力の測定は、図－2.5 に示すすべり測定車を利用した。試験用タイヤは、建設省が主に路面管理用に使っているすべり測定用標準タイヤ（以下、「標準タイヤ」と言う）と一般市場タイヤ（以下、「一般タイヤ」と言う）を使用した。

すべり測定車では、制動とカーブでの走行や車線変更を想定した2種類のすべり摩擦抵抗力を測定することができる。一般的には、制動時のすべり摩擦抵抗力を縦すべり摩擦抵抗力、カーブでの走行や車線変更時のすべり摩擦抵抗力を横すべり摩擦抵抗力と定義している。縦すべり摩擦抵抗力は、試験車を走行させて測定輪のみにブレーキをかけた時のブレーキ力（BF）と試験輪が後方へ引っ張られるけん引力（TF）の2系統で測定している。一方の横すべり摩擦抵抗力は、試験車を走行させて測定輪を進行方向とは違う方向に向けて自由回転させた状態で発生する遠心力に対する抵抗力を測定している。この抵抗力も2系統で測定しており、タイヤに対して直角方向に働く横方向力（SF）と車体に対して直角方向に働くコーナリング力（CF）を測定している。

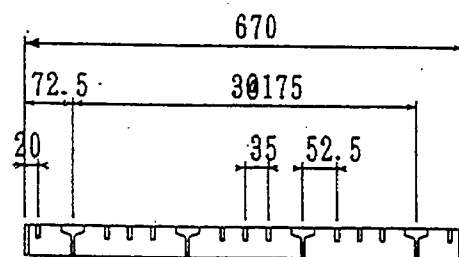
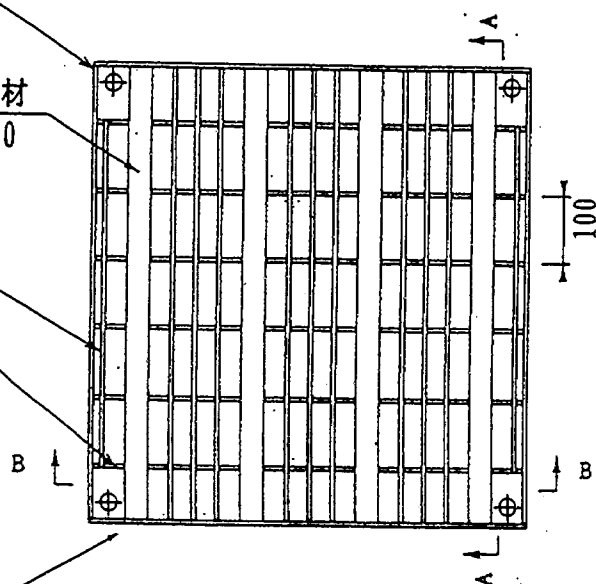
サイドプレート
FB44x6

主部材
I-150

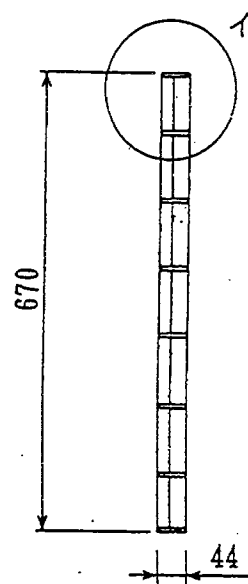
補助部材
FB19x6

横部材
FB44x6

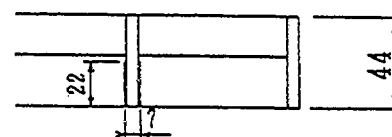
エンドプレート
FB44x6



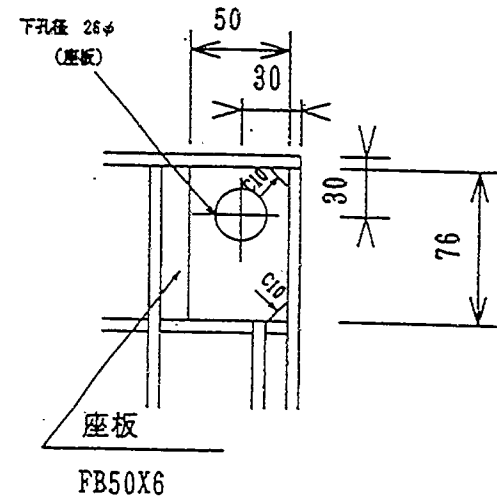
B - B 矢視



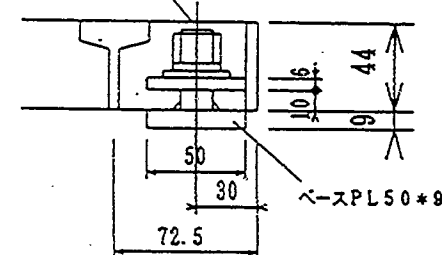
A - A 矢視



イ部拡大図

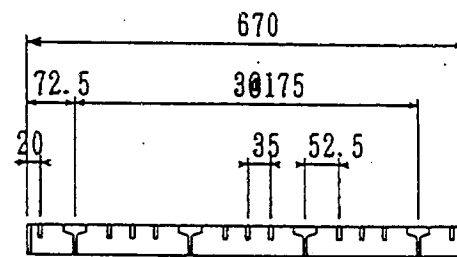
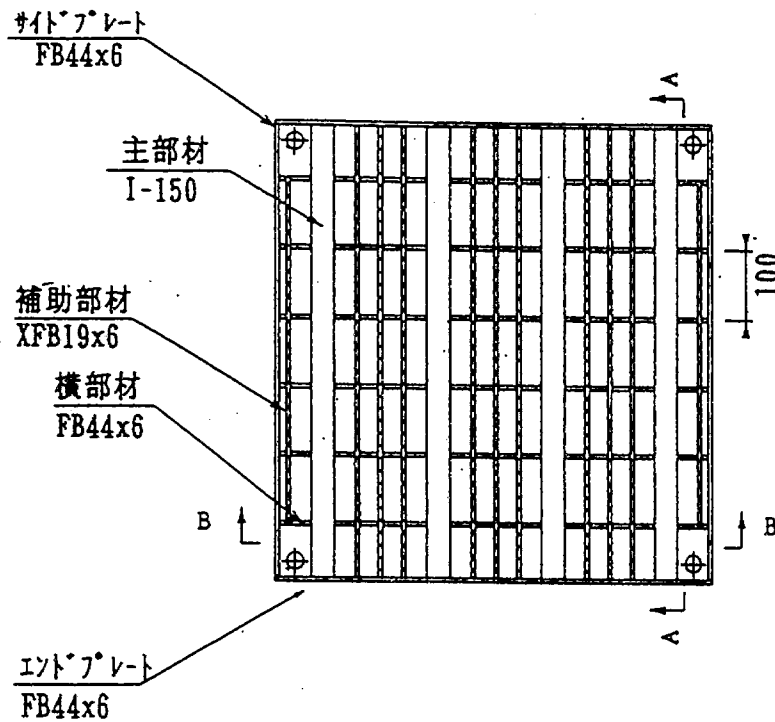


固定ボルトM16×40 (スタッド)
並丸座金 バネ座金 ナット

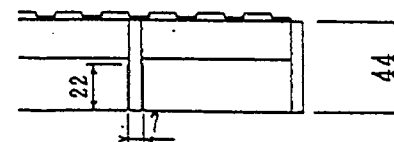
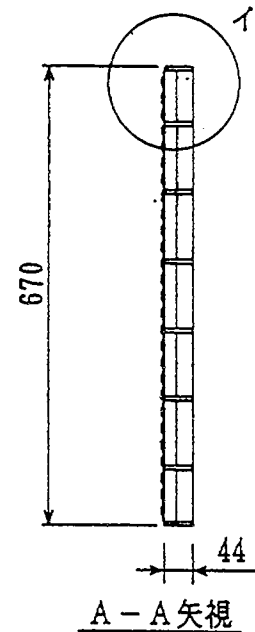


年月日	H9.10.03	
		供試体NO. 4-1 (高速すべり実車挙動実験用)
工事	09DE-113E	図番 97研-3004-4-14

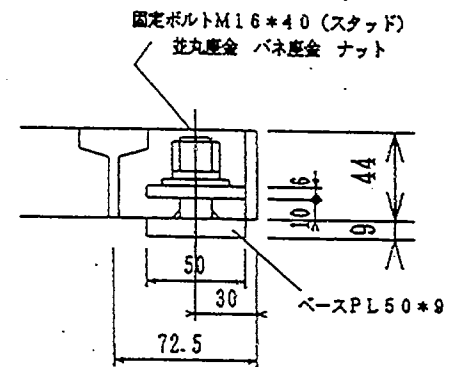
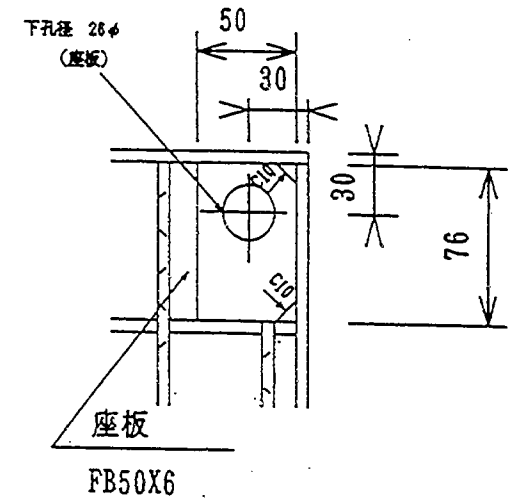
図- 2.1 試験用グレーチングの概要



B - B 矢視



イ部拡大図



年月日	H9.10.03	
		供試体 NO. 4-2 (高速すべり実車挙動実験用)
工事	09DE-113E	図番 97研-3004-4-15

図-2.2 試験用グレーチングの概要 (補助部材凹凸タイプ)

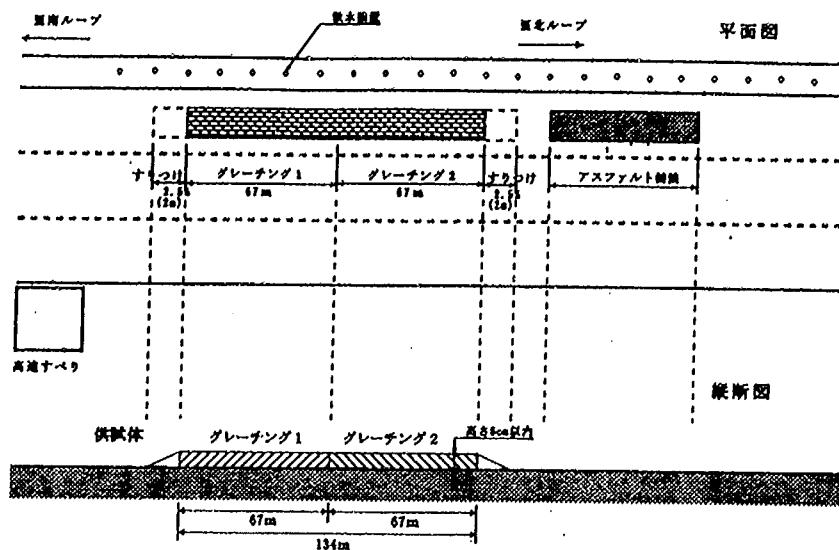


図- 2.3 グレーチング設置状況

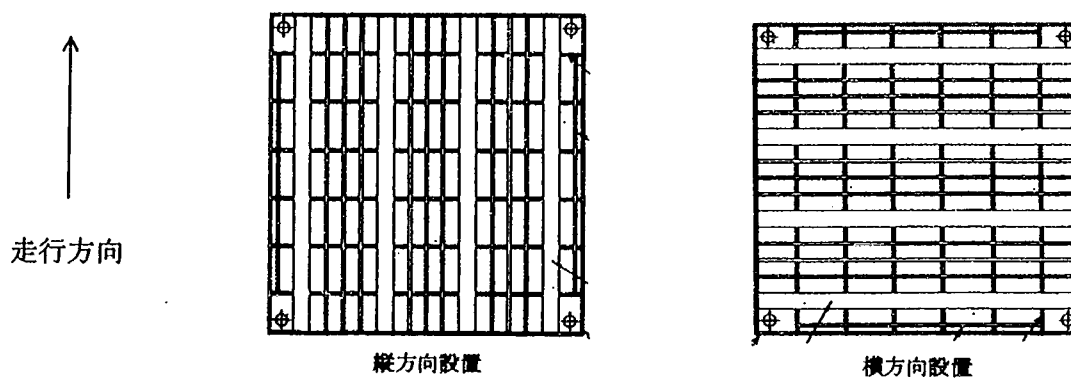


図- 2.4 グレーチングの設置方向の定義

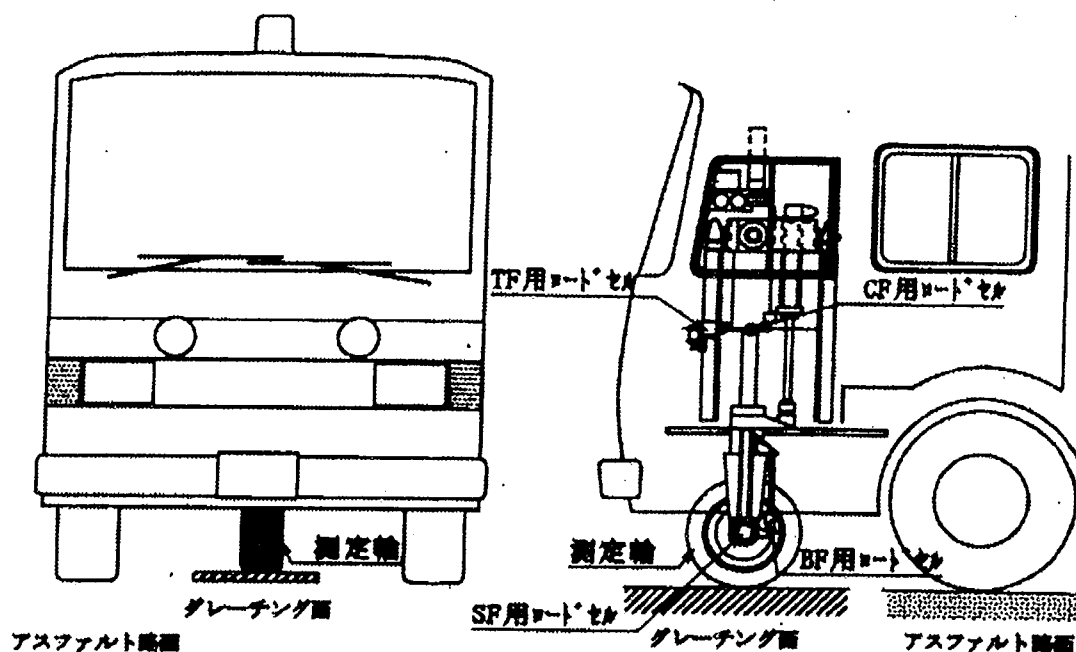


図- 2.5 すべり測定車

2.1.3 実験条件

すべり摩擦抵抗力の測定は、表－ 2.1 に示す条件で測定した。路面状態については、晴天と雨天時を想定して乾燥と湿潤状態のすべり摩擦抵抗力を測定している。通常の路面で湿潤状態の測定を行う際には、散水装置等を利用して路面上に 0.5 ～ 1.0mm 厚の水膜ができるように散水しているが、グレーチングの表面にはこのような水膜を作ることは不可能である。また、今回利用した散水装置は側方から横向きに散水する施設であることから雨天時のような状況をあまり正確に再現できないため、一部の実験条件では試験的に散水中と散水直後において測定を行っている。

表－ 2.1 実験条件

測定種類	100%制動時の縦すべり摩擦抵抗力 ステア角 1, 2, 3, 15° の横すべり摩擦抵抗力
測定車	すべり測定車
測定速度	40, 60, 80, 100, 120km/h
測定路面	グレーチング、アスファルト
路面状態	乾燥 湿潤（一部条件で散水直後、散水状態において測定）
測定タイヤ	路面すべり測定用標準タイヤ（リブタイヤ）、165SR13 一般タイヤ、205/65R15

2.2 実験結果

2.2.1 縦すべり摩擦係数

1) 乾燥状態（晴天時を想定）の縦すべり摩擦係数

測定された乾燥時の縦すべり摩擦抵抗力を縦すべり摩擦係数に変換（縦すべり摩擦抵抗力／輪荷重）して整理すると表－ 2.2 及び図－ 2.6 となる。その結果、グレーチングが乾燥した状態の縦すべり摩擦係数は、標準タイヤと一般タイヤともに概ね 0.8 ～ 1.1 程度であり、アスファルト舗装と比較してもあまり大きな違いがないことから、晴天時には通常のアスファルト舗装と同等のすべり摩擦特性が得られていると言える。しかし、タイヤへの影響面では、アスファルト舗装よりも明らかにタイヤの傷みが激しいため、走行安全性への影響が懸念される。よって、今後の走行安全性の検討では、急制動時におけるタイヤへの影響及びドライバーへの影響等も考慮していく必要がある。

表－ 2.2 乾燥時の縦すべり摩擦係数（グレーチング設置方向：縦方向設置）

タイヤ種類	路面 状態	測定速度 (km/h)	すべり摩擦係数		
			アスファルト	グレーチング 凹凸なし	グレーチング 凹凸あり
標準タイヤ	乾燥	40	0.868	0.950	1.036
		60	0.833	0.907	0.909
		80	0.806	0.798	0.952
		100	0.803	0.791	0.822
		120	0.810	0.789	0.861
一般タイヤ	乾燥	40	0.910	0.976	0.913
		60	0.935	1.036	1.048
		80	0.916	0.921	0.981
		100	0.891	0.996	1.036
		120	0.891	0.924	1.110

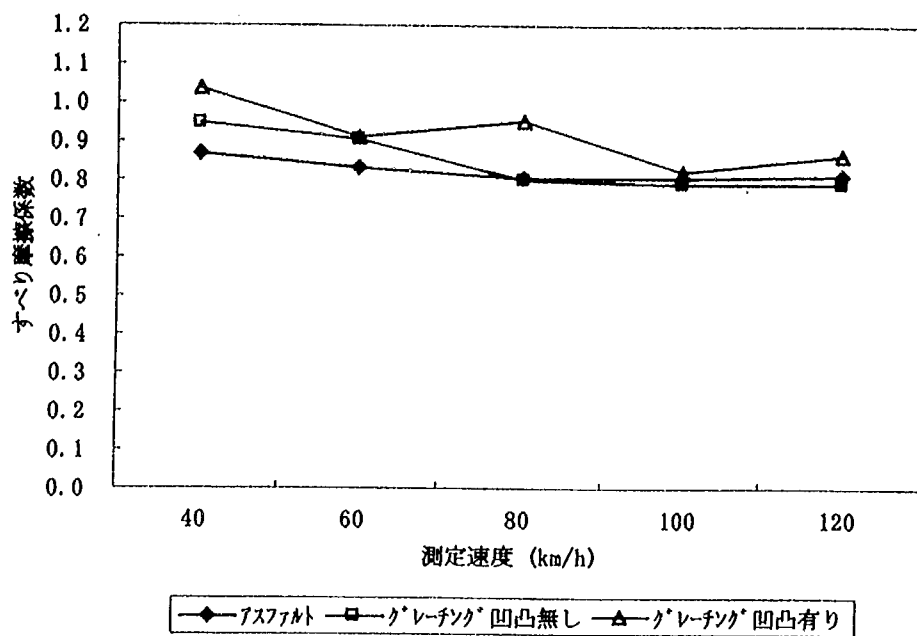


図- 2.6(1) 乾燥状態の縦すべり摩擦係数 (標準タイヤ、縦方向設置)

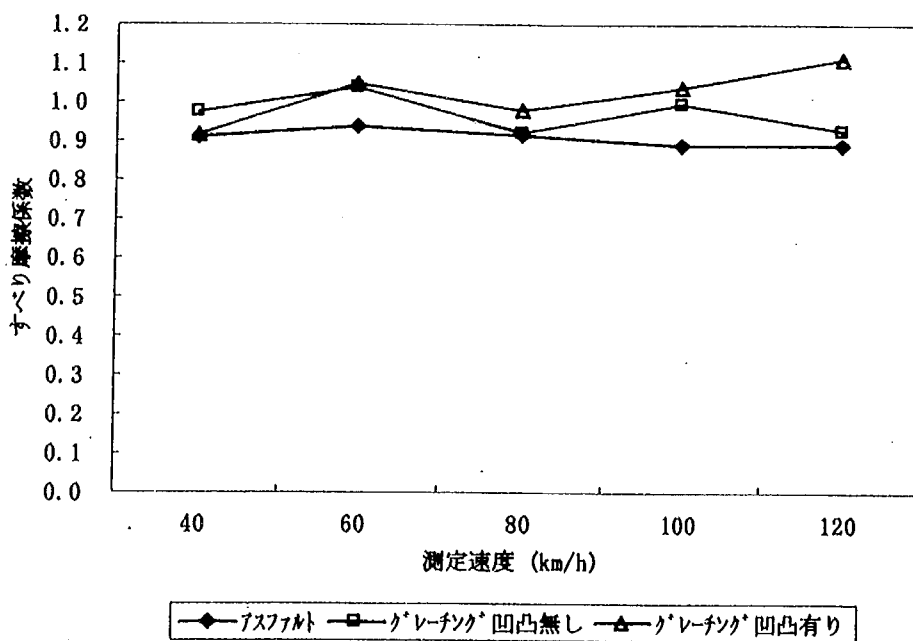


図- 2.6(2) 乾燥状態の縦すべり摩擦係数 (一般タイヤ、縦方向設置)

2) 湿潤状態（雨天時を想定）の縦すべり摩擦係数

2-1) グレーチングを縦方向に設置した場合

縦方向設置における湿潤状態の縦すべり摩擦係数を整理すると表- 2.3 及び図- 2.7 となる。一般的にすべり摩擦抵抗力を測定する場合は、路面上に 0.5 ～ 1.0mm 厚の水膜を生じさせて降雨量を統一したことに等しい条件で測定を行っているが、グレーチングの場合は散水ノズルの設置向き等の制約から雨天時の状況を正確に再現することができない。そのため、試験的に散水装置を全開に近い状態で作動させて、水が直接ではなく霧状のしぶきがグレーチングにかかるような状態と、測定の直前で散水を止めた状態の 2 条件で測定を行った。双方の散水条件を比較すると、グレーチングは両者の測定結果に大きな違いはないが、アスファルトは水膜厚が安定せず、時には 4mm 程度の厚さを生じてしまったときもあり、両者の散水条件による測定結果ともやや不安定なデータとなってしまった。

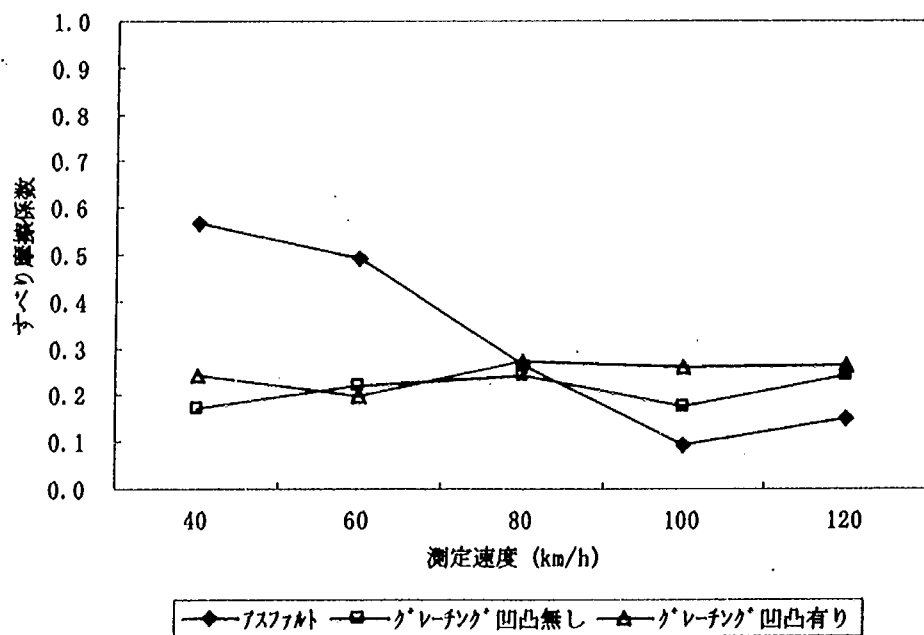
グレーチングと一般的なアスファルトの縦すべり摩擦係数を比較すると、グレーチングの場合は全速度域ですべり摩擦係数があまり変化しなく、低速域ではアスファルトよりも小さく、高速域ではアスファルトよりも大きなすべり摩擦係数になっていた。この原因としては、表面水の排水能力の差が大きく影響していると考えられる。つまり、アスファルトの場合は低速域と高速域ではタイヤ／路面間にある表面水の排水能力に差があるため、タイヤ／路面間の設置面積が高速域ほど小さくなっていく。これに対してグレーチングの場合はもともと表面水が生じにくいため、タイヤ／グレーチング間の設置面積が全速度域であまり変化しない。このように表面水の排水能力の差から速度毎の設置面積の変化傾向に違いが生じるため、両者のすべり摩擦特性は異なる性質を示すと考えられる。

標準タイヤと一般タイヤのグレーチングの縦すべり摩擦係数を比較すると、やや一般タイヤのすべり摩擦係数が大きくなっていた。これは、標準タイヤは縦溝があるだけのタイヤであるのに対し、一般タイヤは静粛性の関係などから横溝が多くあるタイヤであるため、横溝とグレーチングの横部材間でせん断抵抗が働いていることが影響していると考えられる。

グレーチングで凹凸ありと凹凸なしの測定結果を比較すると、縦方向設置の条件では全速度域でほとんど変わらない結果となった。

表ー 2.3 湿潤時の縦すべり摩擦係数（グレーチング設置方向：縦方向設置）

タイヤ種類	路面 状態	測定速度 (km/h)	すべり摩擦係数		
			アスファルト	グレーチング [*] 凹凸なし	グレーチング [*] 凹凸あり
標準タイヤ	散水 状態	40	0.567	0.172	0.241
		60	0.490	0.220	0.197
		80	0.265	0.243	0.272
		100	0.093	0.177	0.260
		120	0.147	0.240	0.263
	散水 直後	40	0.713	0.244	0.244
		60	0.380	0.205	0.205
		80	0.332	0.162	0.231
		100	0.137	0.257	0.299
		120	0.079	0.235	0.316
一般タイヤ	散水 直後	40	0.661	0.247	0.267
		60	0.498	0.254	0.310
		80	0.315	0.285	0.285
		100	0.178	0.326	0.370
		120	0.148	0.365	0.391



図ー 2.7(1) 湿潤時の縦すべり摩擦係数（標準タイヤ、散水状態、縦方向設置）

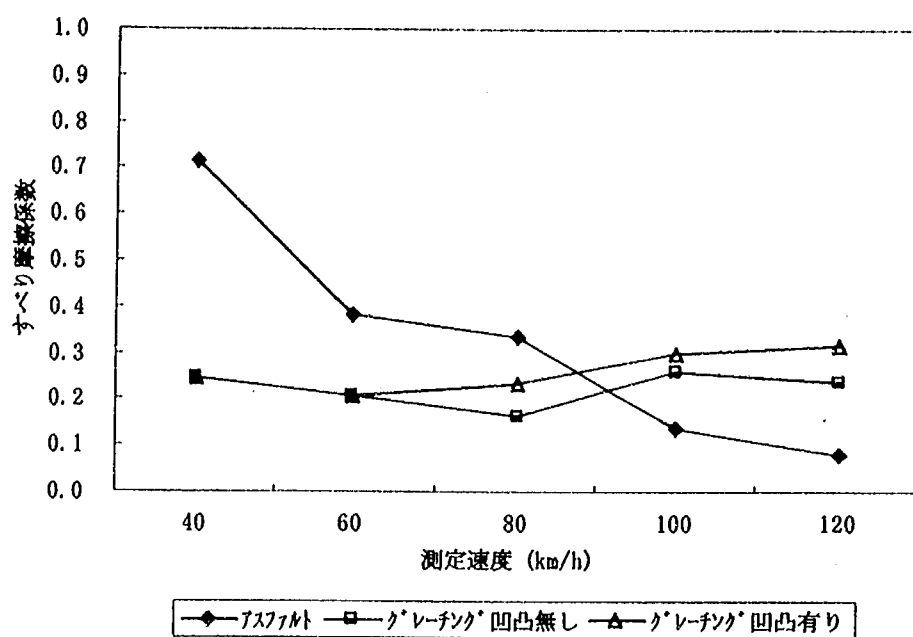


図- 2.7(2) 湿潤時の縦すべり摩擦係数 (標準タイヤ、散水直後、縦方向設置)

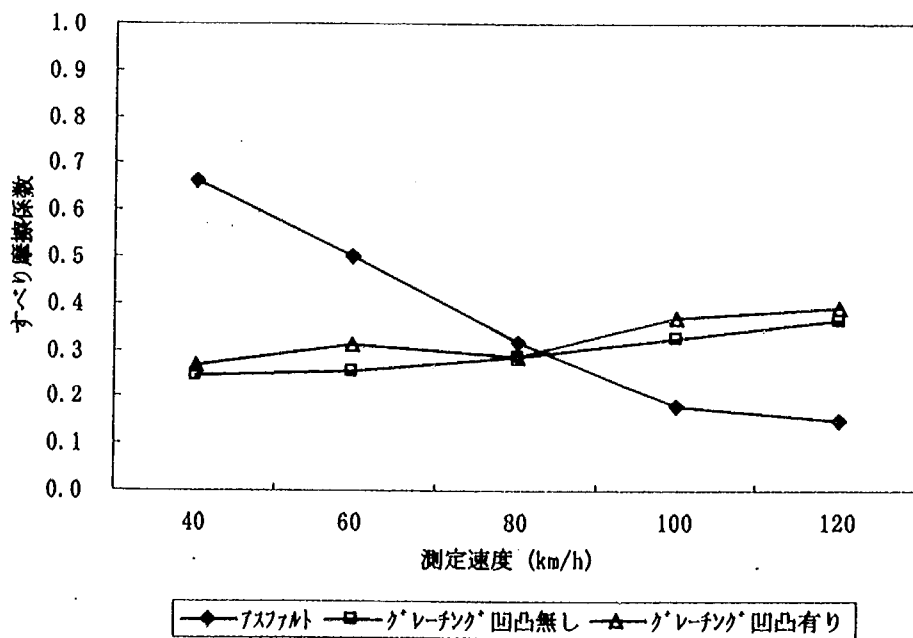


図- 2.7(3) 湿潤時の縦すべり摩擦係数 (一般タイヤ、散水直後、縦方向設置)

2-2) グレーチングを横方向に設置した場合

横方向設置における湿潤状態の縦すべり摩擦係数を整理すると表－ 2.4 及び図－ 2.8 となる。グレーチングで凹凸ありと凹凸なしの測定結果を比較すると、凹凸ありの方が 0.1 ～ 0.15 程度すべり摩擦係数が大きくなっていた。前項の縦方向設置との比較では、凹凸なしの条件では縦方向設置とあまり変わらないが、凹凸ありの条件では縦方向設置よりもすべり摩擦係数が大きくなっていた。

表－ 2.4 湿潤時の縦すべり摩擦係数（グレーチング設置方向：横方向設置）

タイヤ種類	路面 状態	測定速度 (km/h)	すべり摩擦係数		
			アスファルト	グレーチング 凹凸なし	グレーチング 凹凸あり
標準タイヤ	散水 状態	40	0.495	0.223	0.367
		60	0.291	0.202	0.351
		80	0.284	0.224	0.368
		100	0.192	0.264	0.419
		120	0.086	0.253	0.396
	散水 直後	40	0.645	0.170	0.313
		60	0.450	0.213	0.365
		80	0.319	0.224	0.372
		100	0.195	0.266	0.424
		120	0.184	0.403	0.574
一般タイヤ	散水 直後	40	0.753	0.258	0.412
		60	0.586	0.274	0.378
		80	0.527	0.264	0.384
		100	0.351	0.329	0.502
		120	0.194	0.445	0.599

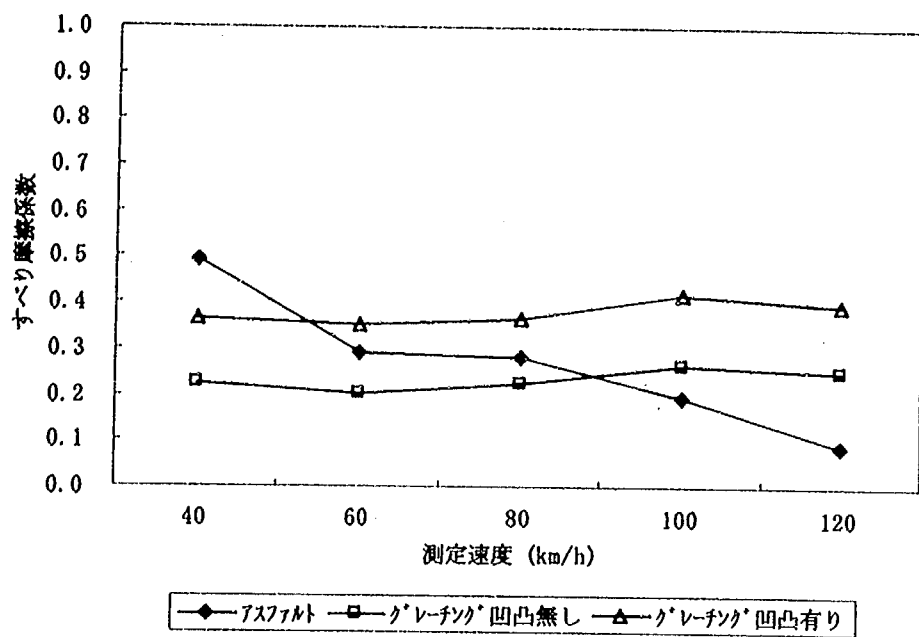


図-2.8(1) 湿潤時の縦すべり摩擦係数 (標準タイヤ、散水状態、横方向設置)

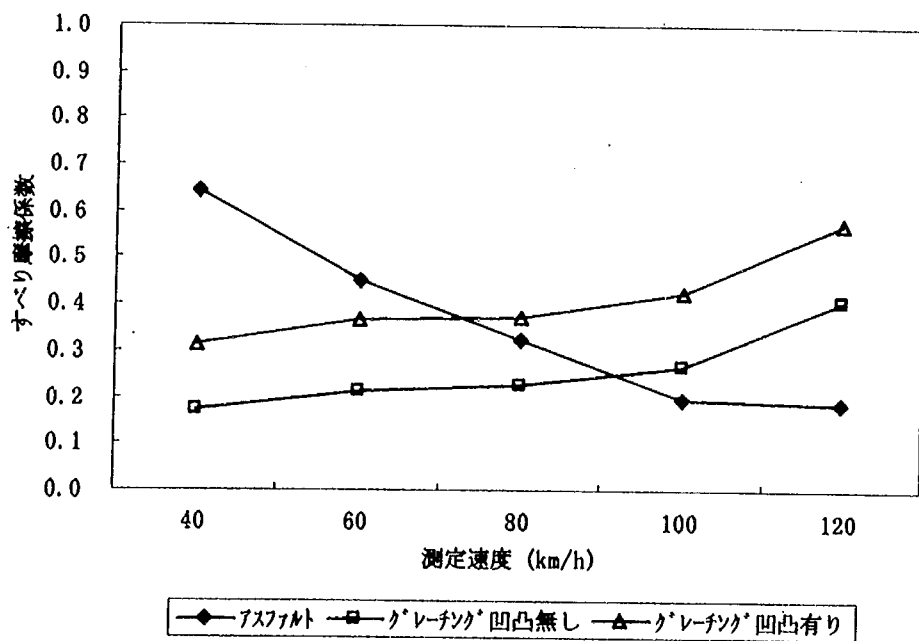
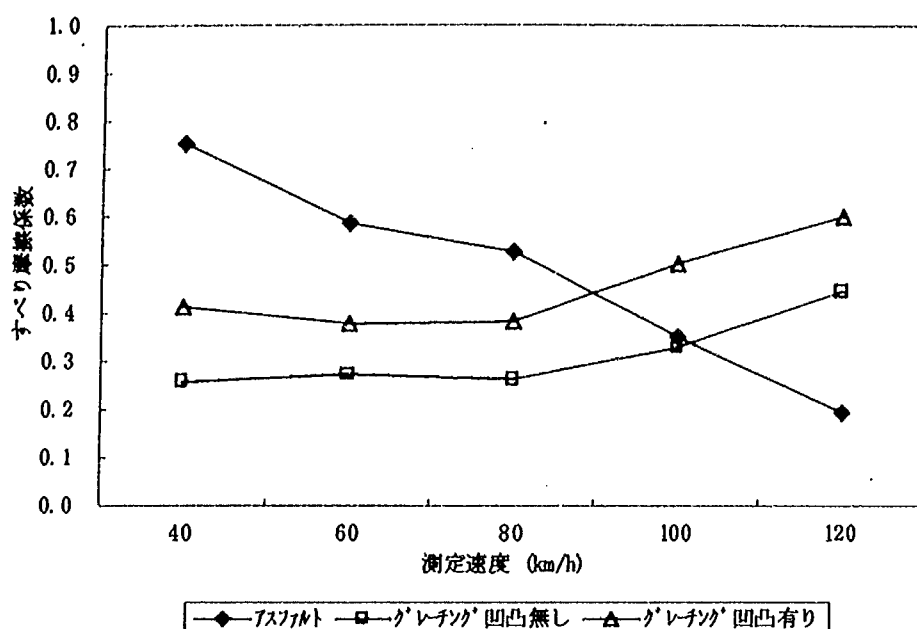


図-2.8(2) 湿潤時の縦すべり摩擦係数 (標準タイヤ、散水直後、横方向設置)



図ー 2.8(3) 湿潤時の縦すべり摩擦係数 (一般タイヤ、散水直後、横方向設置)

2-3) 湿潤状態の縦すべり摩擦係数のまとめ

以上の結果から、湿潤状態の縦すべり摩擦係数は、低速度域ではアスファルトよりも小さいが、高速度域ではアスファルトよりも大きいことがわかった。縦すべり摩擦係数は、制動停止距離に深く関係する指標であるが、グレーチングは低速度域ですべり摩擦係数が小さいことから、実用の速度域ではアスファルトよりも制動停止距離は長くなると考えられる。多くのドライバーの制動停止距離の感覚は、一般的なアスファルト路面での経験から培われるであろうから、アスファルト路面よりも制動停止距離が長くなる場合はドライバーの感覚との開きから事故につながる可能性が示唆される。

よって、走行面にグレーチングを適用するためには、すべり摩擦性能に優れたグレーチングの表面形状を検討する必要がある。本実験の結果を参考にすると、凹凸加工を施して部材を密に配置 (横方向設置) した条件ではすべり摩擦係数が大きくなる傾向を示していることから、次の段階としては部材の配置パターンや凹凸加工を変えることなどによる効果を測定する必要がある。

2.2.2 横すべり摩擦係数

1) 乾燥状態（晴天時を想定）の横すべり摩擦係数

乾燥時の横すべり摩擦係数を整理すると表－ 2.5 及び図－ 2.9 となる。ここで、ステア角とは測定輪を車両進行方向に対して傾けた角度を示すが、ステア角 $1 \sim 3^\circ$ は車線変更を想定し、ステア角 15° は一般的に安定した最大の横すべり摩擦抵抗力を示すことから急ハンドル操作等を行った際の限界に近い状態を想定している。

グレーチングの横すべり摩擦係数をアスファルトと比較すると、標準タイヤと一般タイヤともにステア角 $1 \sim 3^\circ$ では、アスファルトよりもすべり摩擦係数が小さくなるケースもあるが、ステア角 15° ではアスファルトよりもすべり摩擦係数が大きくなっていた。このことからグレーチングは、車線変更時のフィーリング等は多少の違和感が感じられるかもしれないが、限界性は高いと判断されるため、晴天時には特に大きな問題にはならないと思われる。

表－ 2.5(1) 乾燥時の横すべり摩擦係数（グレーチング設置方向：縦方向設置）

タイヤ種類	路面状態	ステア角 ($^\circ$)	測定速度 (km/h)	すべり摩擦係数		
				アスファルト	グレーチング [*] 凹凸なし	グレーチング [*] 凹凸あり
標準タイヤ	乾燥	1	40	0.041	0.050	0.044
			60	0.038	0.060	0.040
			80	0.033	0.046	0.033
			100	0.039	0.050	0.037
			120	0.038	0.043	0.031
		2	40	0.104	0.085	0.087
			60	0.108	0.091	0.103
			80	0.115	0.095	0.093
			100	0.128	0.118	0.098
			120	0.129	0.099	0.094
		3	40	0.227	0.173	0.171
			60	0.222	0.172	0.174
			80	0.236	0.172	0.167
			100	0.246	0.178	0.162
			120	0.259	0.187	0.187
		15	40	0.421	0.492	0.510
			60	0.409	0.491	0.514
			80	0.398	0.495	0.498
			100	0.389	0.511	0.496
			120	0.403	0.500	0.521

表- 2.5(2) 乾燥時の横すべり摩擦係数 (グレーチング設置方向:縦方向設置)

タイヤ種類	路面 状態	ステア角 (°)	測定速度 (km/h)	すべり摩擦係数		
				アスファルト	グレーチング*凹凸なし	グレーチング*凹凸あり
一般タイヤ	乾燥	1	40	0.084	0.063	0.099
			60	0.081	0.069	0.061
			80	0.092	0.069	0.061
			100	0.087	0.086	0.074
			120	0.113	0.074	0.072
		2	40	0.284	0.197	0.224
			60	0.279	0.186	0.197
			80	0.290	0.189	0.190
			100	0.292	0.207	0.213
			120	0.300	0.219	0.212
		3	40	0.363	0.255	0.271
			60	0.363	0.262	0.258
			80	0.367	0.265	0.289
			100	0.369	0.272	0.280
			120	0.407	0.256	0.285
		15	40	0.410	0.475	0.506
			60	0.389	0.500	0.537
			80	0.399	0.481	0.513
			100	0.395	0.483	0.534
			120	0.422	0.496	0.518

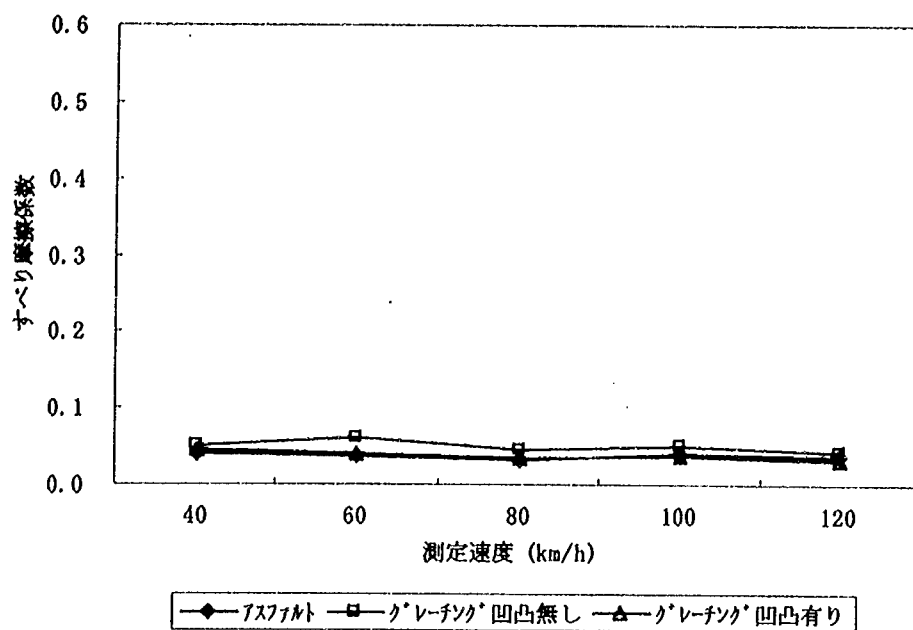


図- 2.9(1) 乾燥時の横すべり摩擦係数 (標準タイヤ、縦方向設置、ステア角 1°)

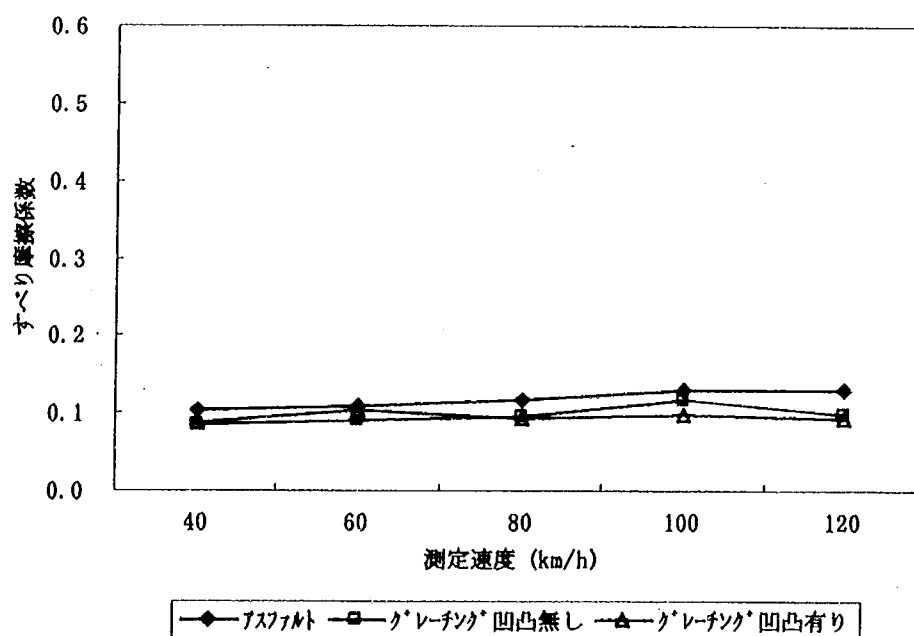
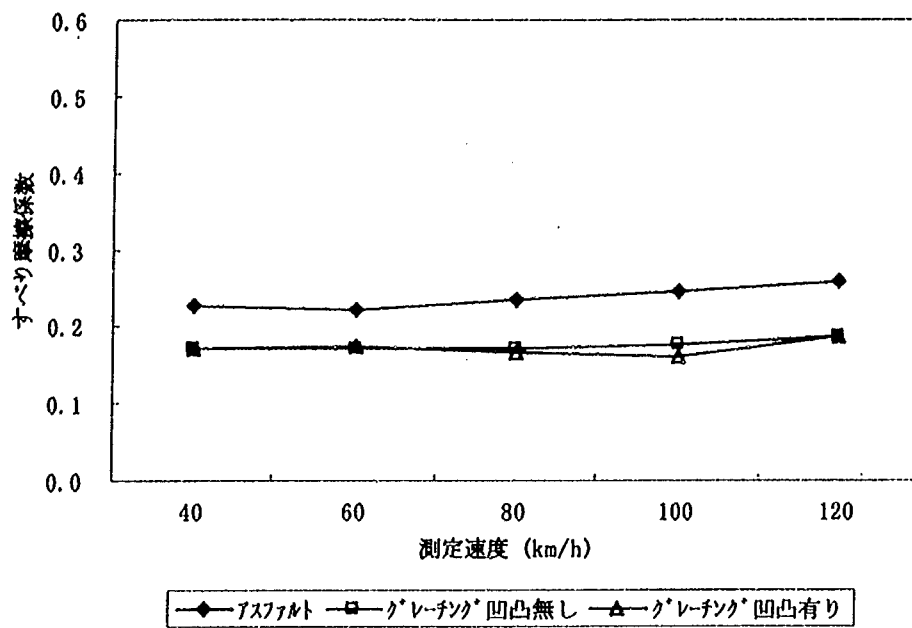
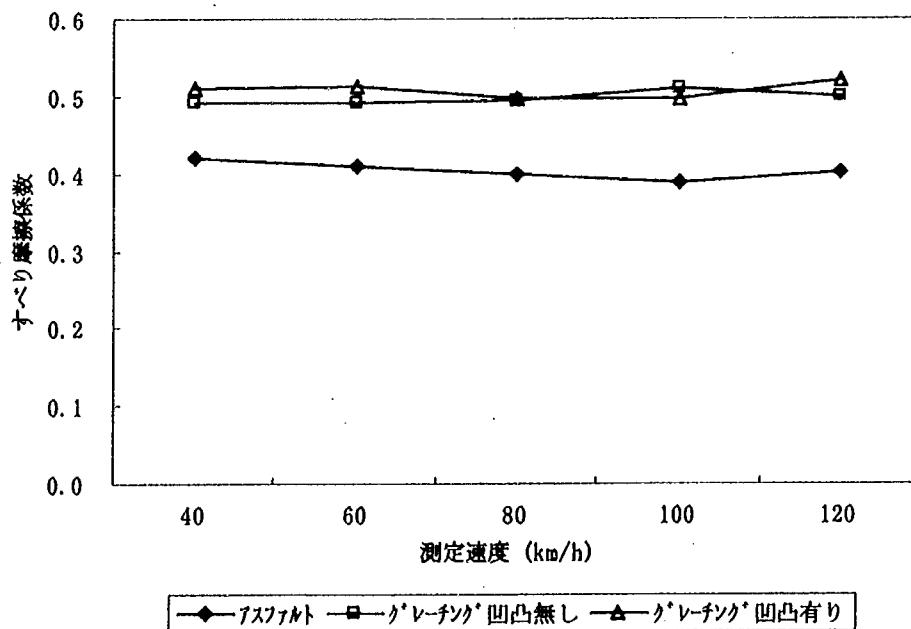


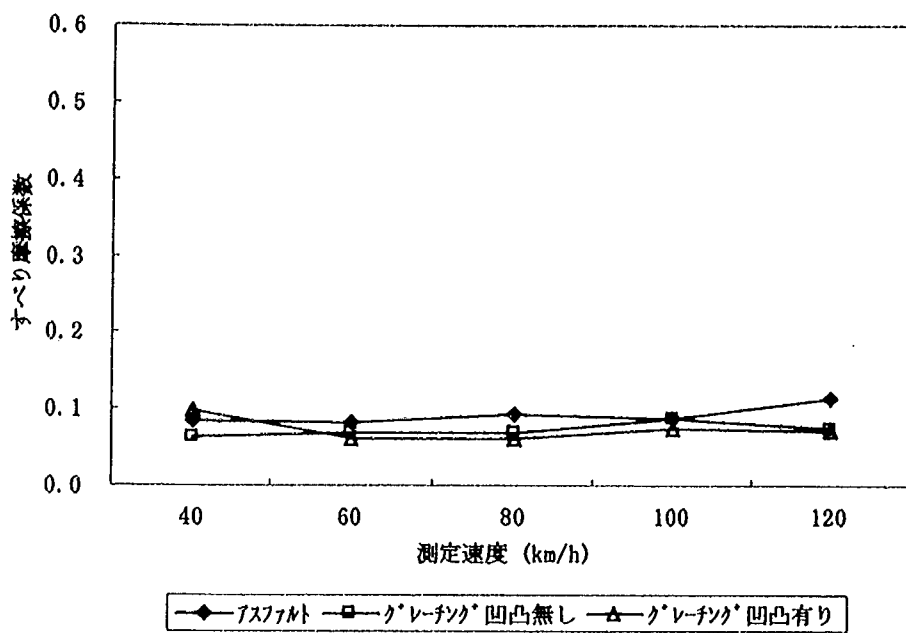
図- 2.9(2) 乾燥時の横すべり摩擦係数 (標準タイヤ、縦方向設置、ステア角 2°)



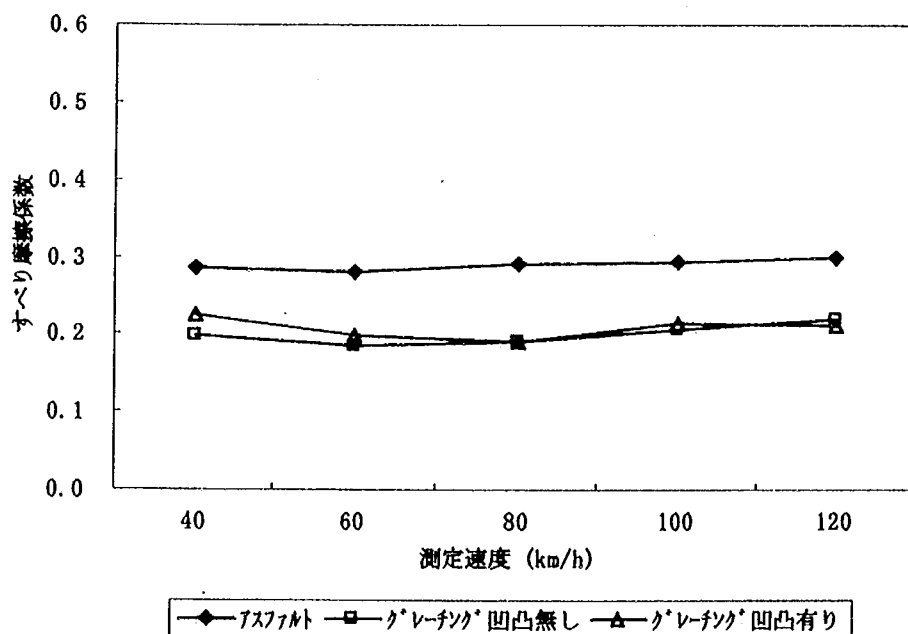
図－2.9(3) 乾燥時の横すべり摩擦係数（標準タイヤ、縦方向設置、ステア角 3°）



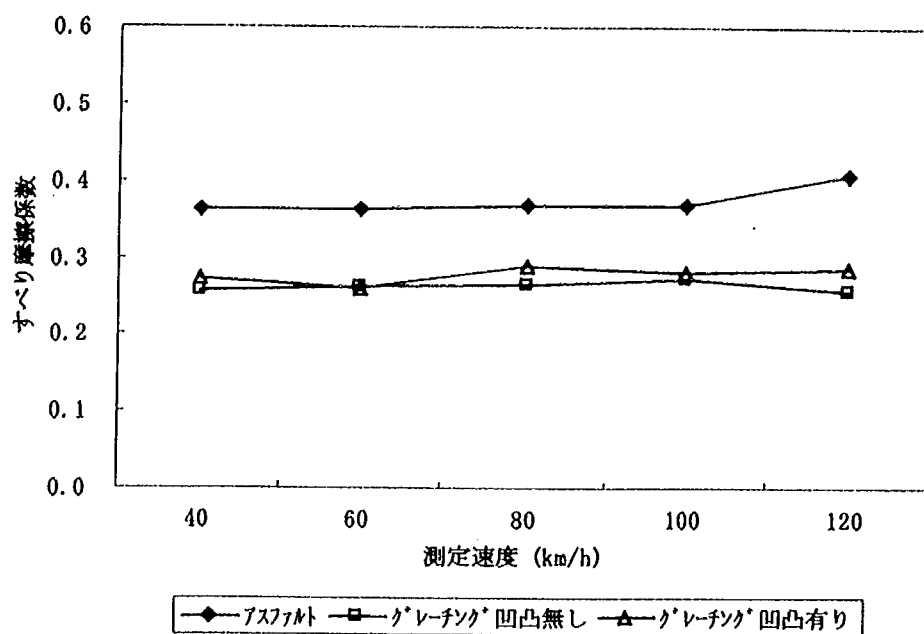
図－2.9(4) 乾燥時の横すべり摩擦係数（標準タイヤ、縦方向設置、ステア角 15°）



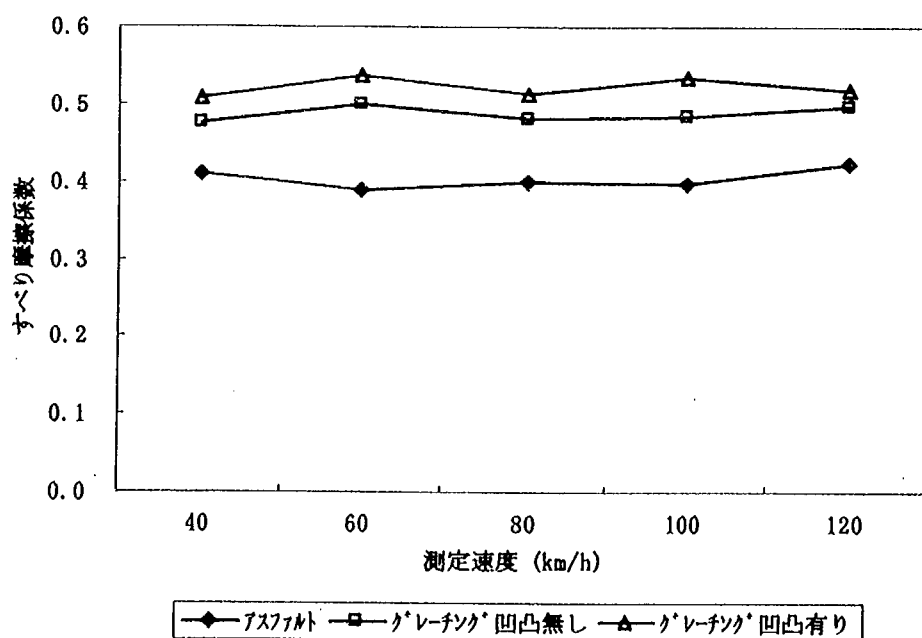
図－ 2.9(5) 乾燥時の横すべり摩擦係数（一般タイヤ、縦方向設置、ステア角 1° ）



図－ 2.9(6) 乾燥時の横すべり摩擦係数（一般タイヤ、縦方向設置、ステア角 2° ）



図－2.9(7) 乾燥時の横すべり摩擦係数（一般タイヤ、縦方向設置、ステア角 3°）



図－2.9(8) 乾燥時の横すべり摩擦係数（一般タイヤ、縦方向設置、ステア角 15°）

2) 湿潤状態（雨天時を想定）の横すべり摩擦係数

2-1) グレーチングを縦方向に設置した場合

縦方向設置における湿潤状態の横すべり摩擦係数を整理すると表-2.6 及び図-2.10 となる。標準タイヤのグレーチングの横すべり摩擦係数は、ステア角を変えてもあまり変化がなく概ねすべり摩擦係数は 0.1 前後であった。なお、高速域でアスファルトのすべり摩擦係数が大きく減少しているケースがあるが、これは路面上の水膜が厚すぎることから、水の抵抗が大きすぎて測定輪の回転速度が落ちてしまっていることが影響していると思われる。続いて一般タイヤのグレーチングの横すべり摩擦係数は、ステア角が大きくなるに従ってすべり摩擦係数もやや大きくなっていった。アスファルトとの比較では、ステア角 $1 \sim 3^\circ$ ではグレーチングのすべり摩擦係数が 0.05 ～ 0.2 程度アスファルトよりも小さく、ステア角 15° では 0.1 ～ 0.3 程度アスファルトよりも小さくなっていた。

標準タイヤと一般タイヤのグレーチングの横すべり摩擦係数を比較すると、一般タイヤのすべり摩擦係数が大きくなっていた。これは、標準タイヤよりも一般タイヤは静粛性の関係などから縦溝と横溝が多くあるため、溝とグレーチングの部材間でせん断抵抗が働いていることが影響していると考えられる。

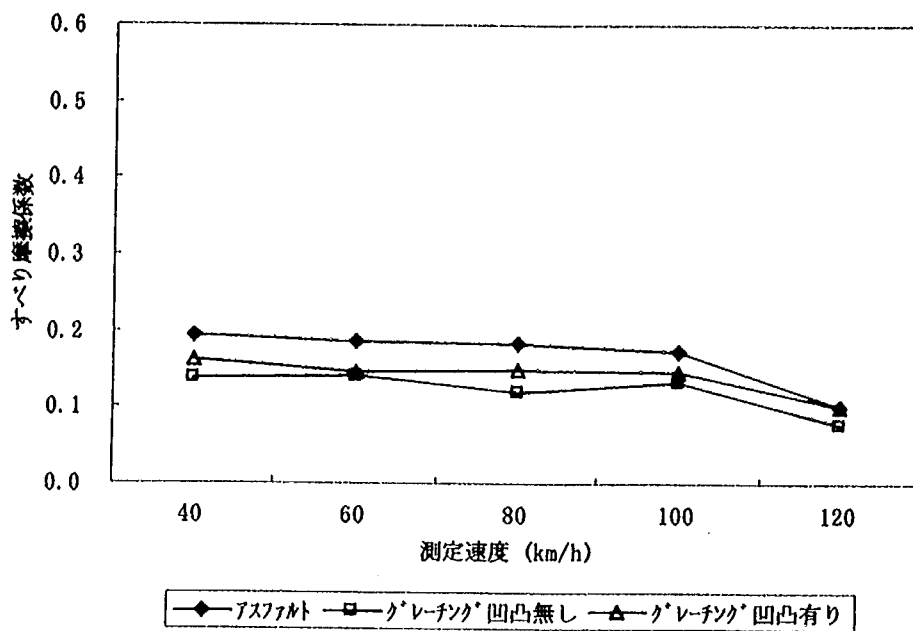
グレーチングで凹凸ありと凹凸なしの測定結果を比較すると、ステア角 1° 程度ではあまり変わらないが、それ以外のステア角では凹凸ありの方がほぼ全速度域で 0.05 ～ 0.1 程度すべり摩擦係数が大きくなっていた。

表－2.6(1) 湿潤時の横すべり摩擦係数（グレーチング設置方向：縦方向設置）

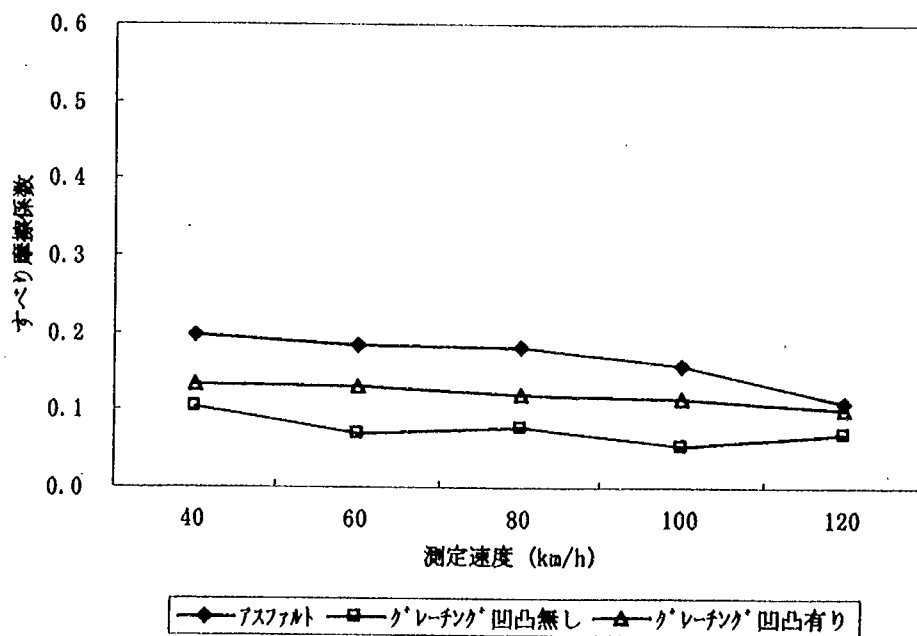
タイヤ種類	路面 状態	ステア角 (°)	測定速度 (km/h)	すべり摩擦係数		
				アスファルト	グレーチング [*] 凹凸なし	グレーチング [*] 凹凸あり
標準タイヤ	散水 直後	1	40	0.193	0.137	0.163
			60	0.186	0.140	0.145
			80	0.182	0.119	0.150
			100	0.173	0.132	0.145
			120	0.102	0.076	0.102
		2	40	0.198	0.103	0.133
			60	0.184	0.068	0.131
			80	0.180	0.076	0.119
			100	0.158	0.053	0.114
			120	0.110	0.068	0.101
		3	40	0.228	0.104	0.131
			60	0.222	0.102	0.115
			80	0.223	0.076	0.121
			100	0.174	0.061	0.119
			120	0.114	0.070	0.128
		15	40	0.341	0.084	0.136
			60	0.327	0.064	0.131
			80	0.333	0.047	0.094
			100	0.234	0.060	0.147
			120	0.141	0.078	0.163

表-2.6(2) 湿潤時の横すべり摩擦係数 (グレーチング設置方向: 縦方向設置)

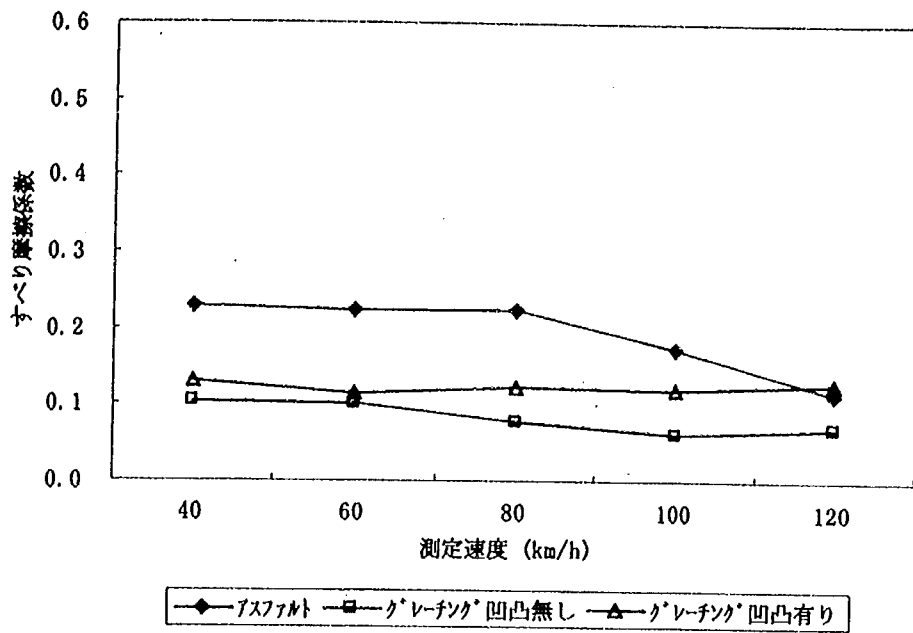
タイヤ種類	路面 状態	ステア角 (°)	測定速度 (km/h)	すべり摩擦係数		
				アスファルト	グレーチング 凹凸なし	グレーチング 凹凸あり
一般タイヤ	散水 直後	1	40	0.158	0.114	0.137
			60	0.148	0.107	0.095
			80	0.145	0.103	0.101
			100	0.133	0.096	0.104
			120	0.144	0.114	0.105
		2	40	0.370	0.165	0.233
			60	0.330	0.167	0.216
			80	0.320	0.149	0.241
			100	0.305	0.166	0.215
			120	0.274	0.164	0.209
		3	40	0.462	0.229	0.285
			60	0.429	0.204	0.251
			80	0.407	0.179	0.228
			100	0.356	0.154	0.241
			120	0.306	0.137	0.239
		15	40	0.482	0.180	0.321
			60	0.444	0.165	0.274
			80	0.394	0.154	0.258
			100	0.358	0.130	0.242
			120	0.352	0.117	0.245



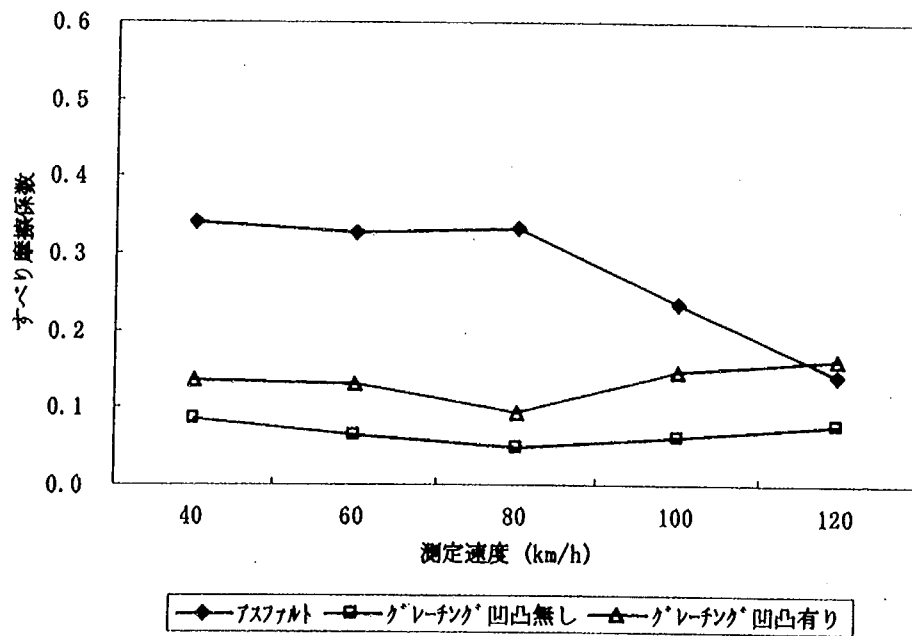
図－ 2.10(1) 湿潤時の横すべり摩擦係数（標準タイヤ、散水直後、縦方向設置、ステア角 1° ）



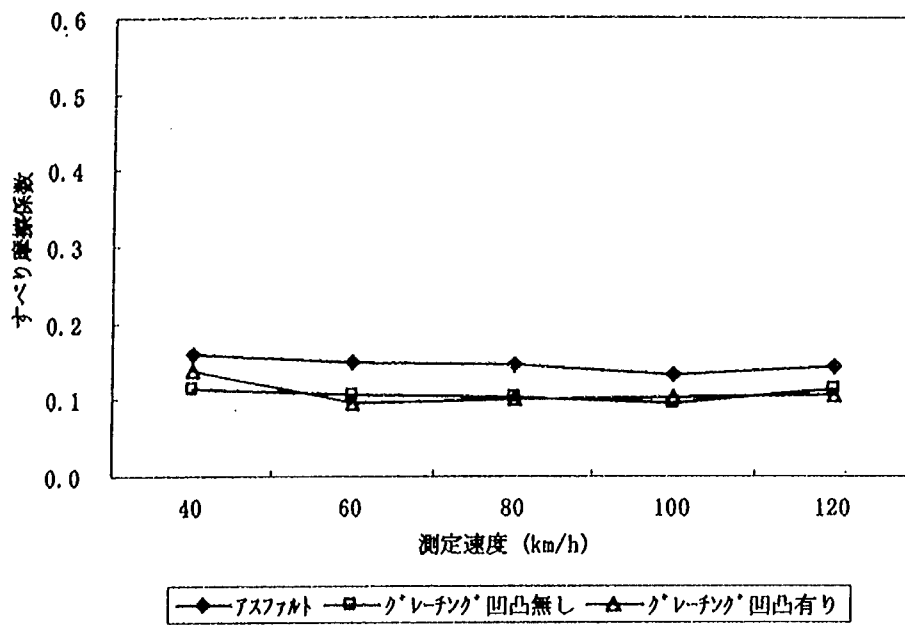
図－ 2.10(2) 湿潤時の横すべり摩擦係数（標準タイヤ、散水直後、縦方向設置、ステア角 2° ）



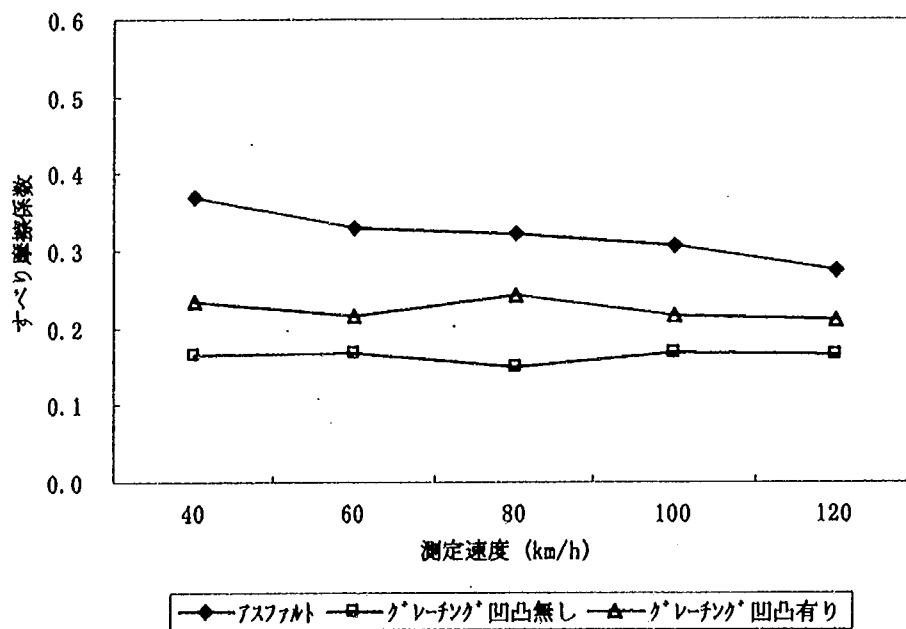
図－2.10(3) 湿潤時の横すべり摩擦係数（標準タイヤ、散水直後、縦方向設置、ステア角 3°）



図－2.10(4) 湿潤時の横すべり摩擦係数（標準タイヤ、散水直後、縦方向設置、ステア角 15°）



図－2.10(5) 湿潤時の横すべり摩擦係数（一般タイヤ、散水直後、縦方向設置、ステア角1°）



図－2.10(6) 湿潤時の横すべり摩擦係数（一般タイヤ、散水直後、縦方向設置、ステア角2°）

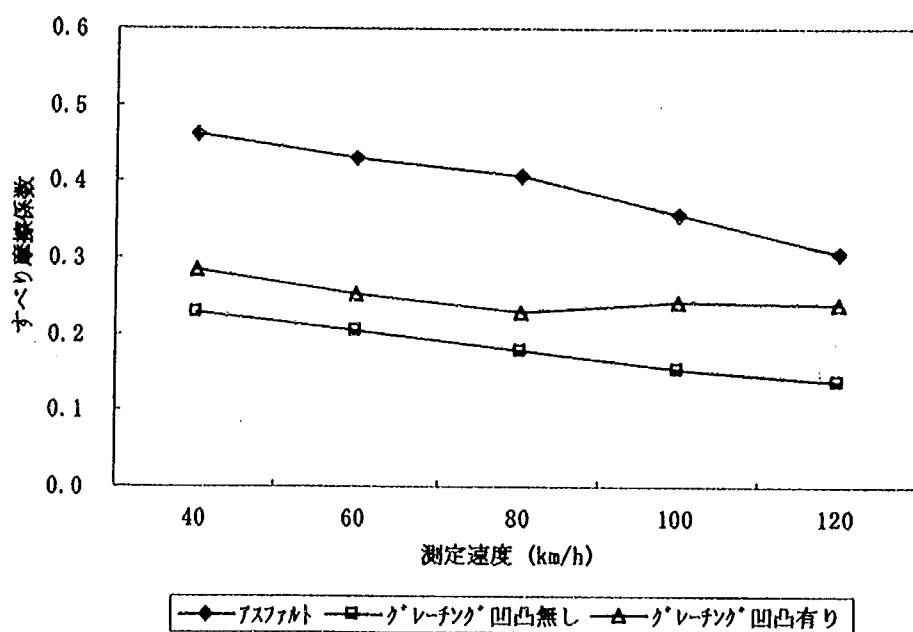


図- 2.10(7) 湿潤時の横すべり摩擦係数 (一般タイヤ、散水直後、縦方向設置、ステア角 3°)

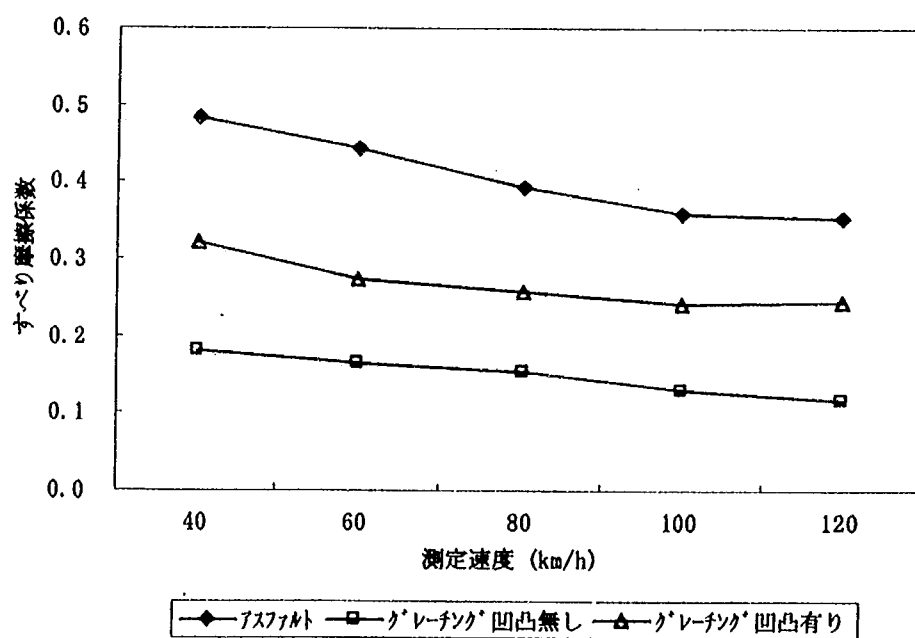


図- 2.10(8) 湿潤時の横すべり摩擦係数 (一般タイヤ、散水直後、縦方向設置、ステア角 15°)

2-2) グレーチングを横方向に設置した場合

横方向設置における湿潤状態の横すべり摩擦係数を整理すると表-2.7 及び図-2.11 となる。グレーチングの横すべり摩擦係数は、標準タイヤと一般タイヤともにステア角を変えてもあまり変化がなく概ねすべり摩擦係数は 0.1 前後であった。

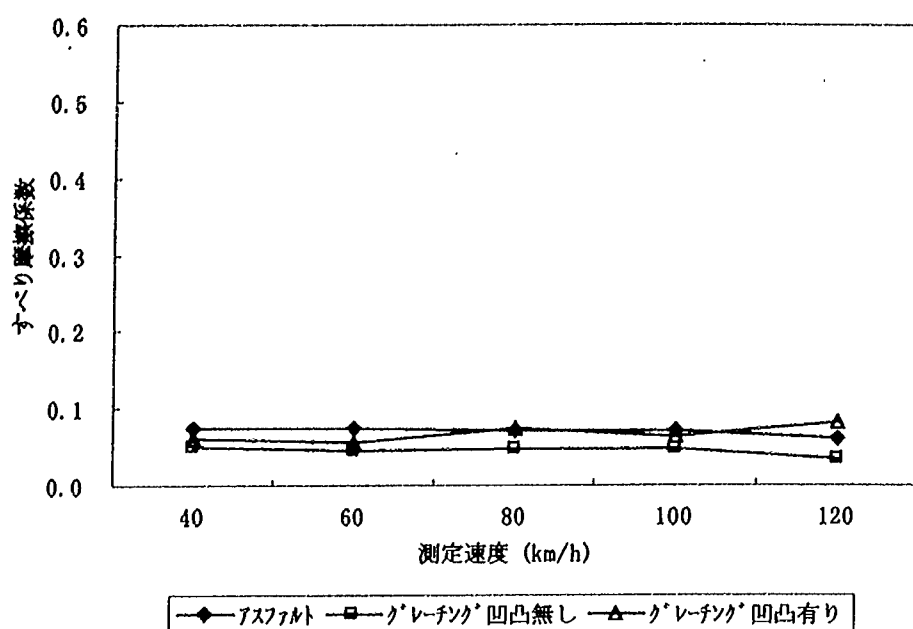
グレーチングで凹凸ありと凹凸なしの測定結果を比較すると、凹凸をつけることによる効果は前項の縦方向設置よりもやや少なく、効果が出ているケースで 0.05 程度すべり摩擦係数が大きくなっていた。

表-2.7(1) 湿潤時の横すべり摩擦係数 (グレーチング設置方向：横方向設置)

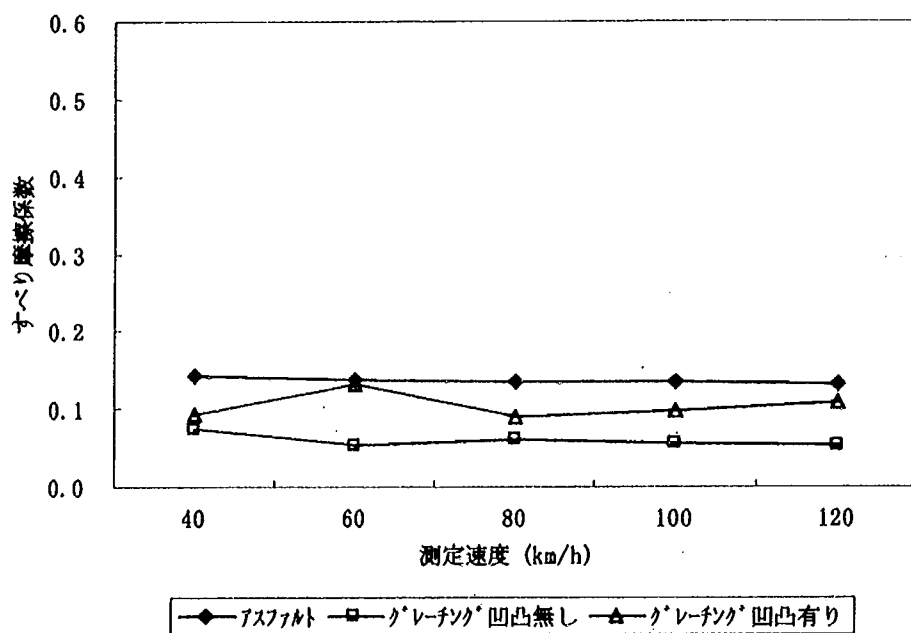
タイヤ種類	路面状態	ステア角 (°)	測定速度 (km/h)	すべり摩擦係数		
				アスファルト	グレーチング 凹凸なし	グレーチング 凹凸あり
標準タイヤ	散水直後	1	40	0.073	0.050	0.061
			60	0.074	0.045	0.056
			80	0.070	0.047	0.074
			100	0.070	0.047	0.064
			120	0.062	0.034	0.082
		2	40	0.144	0.075	0.093
			60	0.137	0.053	0.133
			80	0.136	0.060	0.089
			100	0.134	0.055	0.099
			120	0.133	0.053	0.108
		3	40	0.280	0.080	0.142
			60	0.276	0.074	0.136
			80	0.254	0.056	0.092
			100	0.254	0.043	0.095
			120	0.244	0.047	0.091
		15	40	0.388	0.066	0.103
			60	0.377	0.061	0.097
			80	0.366	0.052	0.090
			100	0.315	0.057	0.093
			120	0.217	0.050	0.091

表-2.7(2) 湿潤時の横すべり摩擦係数 (グレーチング設置方向:横方向設置)

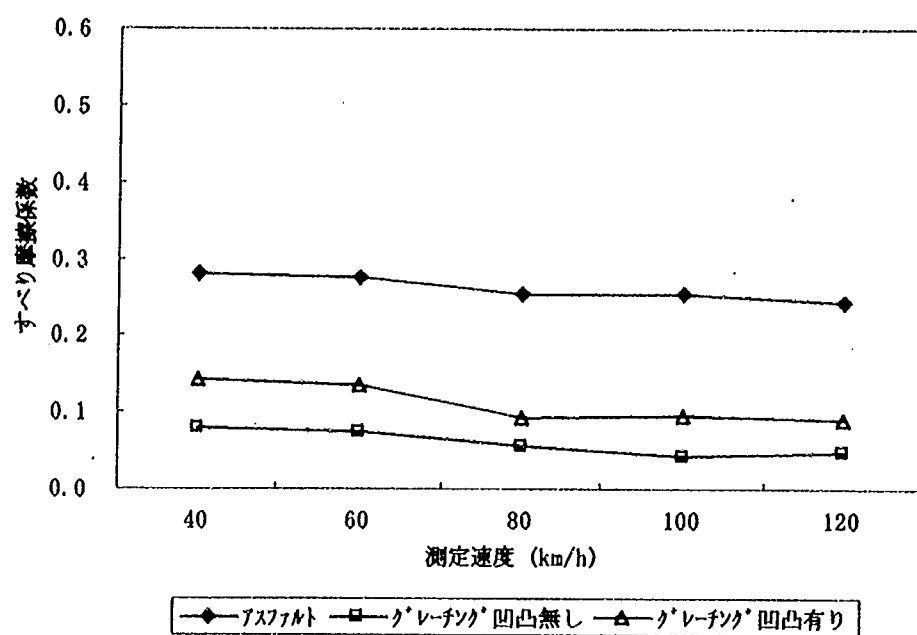
タイヤ種類	路面 状態	ステア角 (°)	測定速度 (km/h)	すべり摩擦係数		
				アスファルト	グレーチング [*] 凹凸なし	グレーチング [*] 凹凸あり
一般タイヤ	散水 直後	1	40	0.212	0.087	0.119
			60	0.192	0.083	0.103
			80	0.202	0.068	0.096
			100	0.197	0.076	0.091
			120	0.188	0.070	0.089
		2	40	0.307	0.068	0.118
			60	0.313	0.077	0.113
			80	0.281	0.069	0.101
			100	0.275	0.063	0.101
			120	0.257	0.062	0.092
		3	40	0.377	0.088	0.116
			60	0.352	0.073	0.111
			80	0.347	0.061	0.100
			100	0.307	0.061	0.096
			120	0.287	0.052	0.100
		15	40	0.398	0.046	0.090
			60	0.379	0.059	0.098
			80	0.349	0.053	0.092
			100	0.289	0.038	0.079
			120	0.229	0.042	0.089



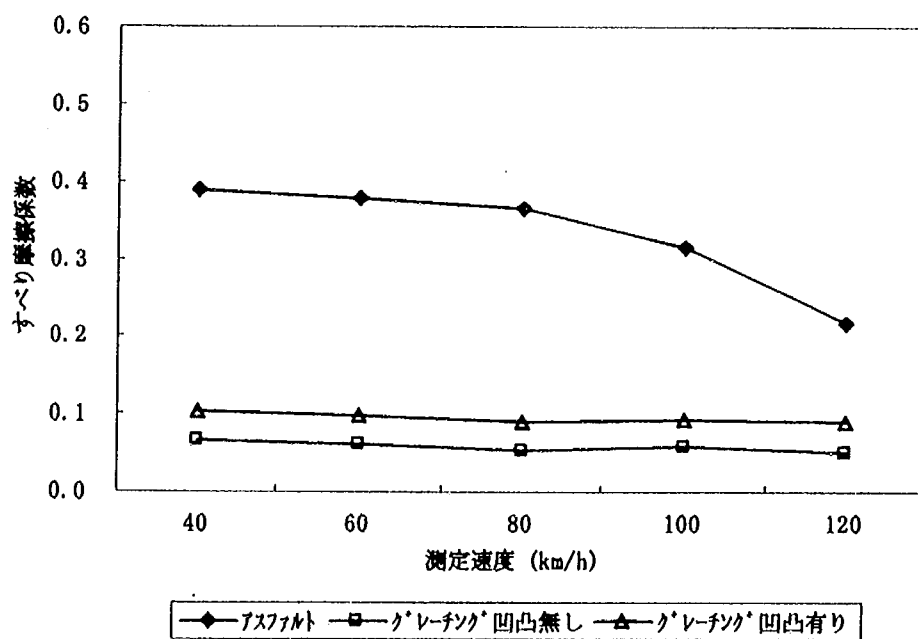
図－2.11(1) 湿潤時の横すべり摩擦係数（標準タイヤ、散水直後、横方向設置、ステア角 1° ）



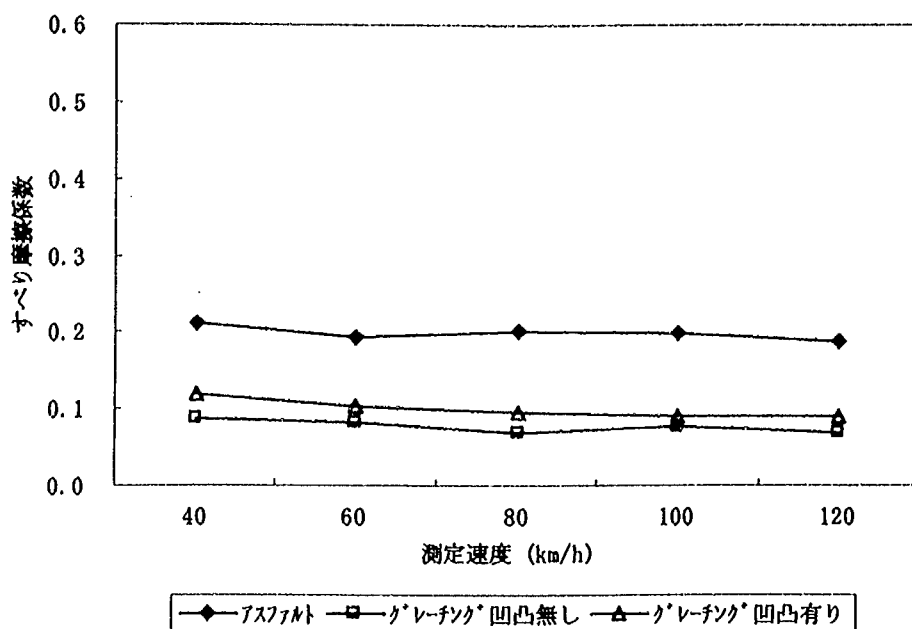
図－2.11(2) 湿潤時の横すべり摩擦係数（標準タイヤ、散水直後、横方向設置、ステア角 2° ）



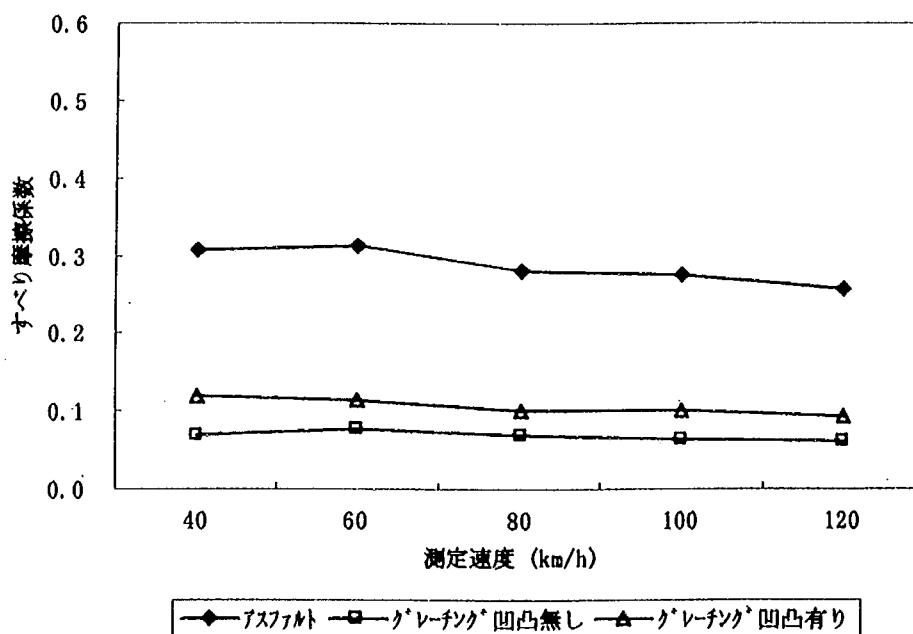
図－ 2.11 (3) 湿潤時の横すべり摩擦係数（標準タイヤ、散水直後、横方向設置、ステア角 3° ）



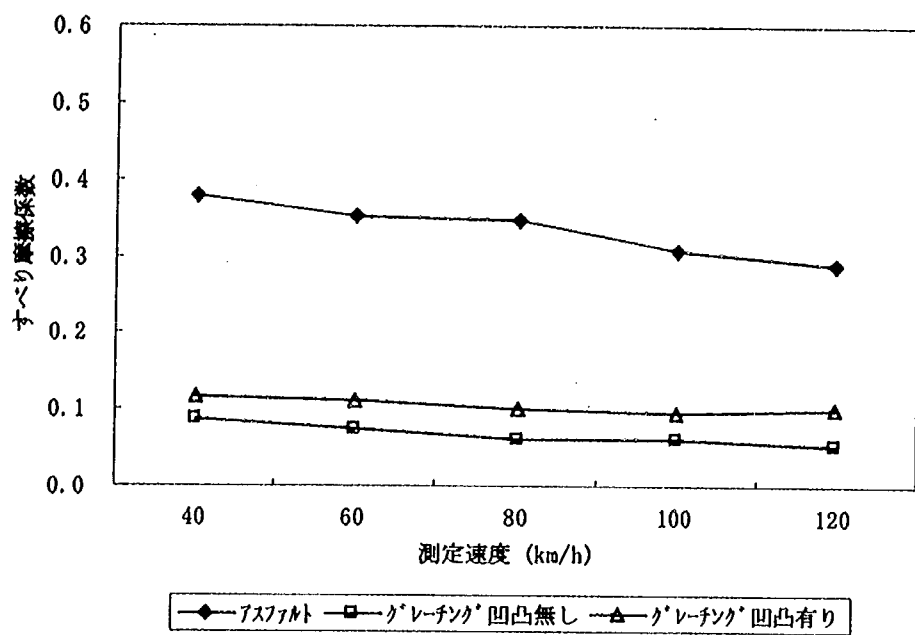
図－ 2.11 (4) 湿潤時の横すべり摩擦係数（標準タイヤ、散水直後、横方向設置、ステア角 15° ）



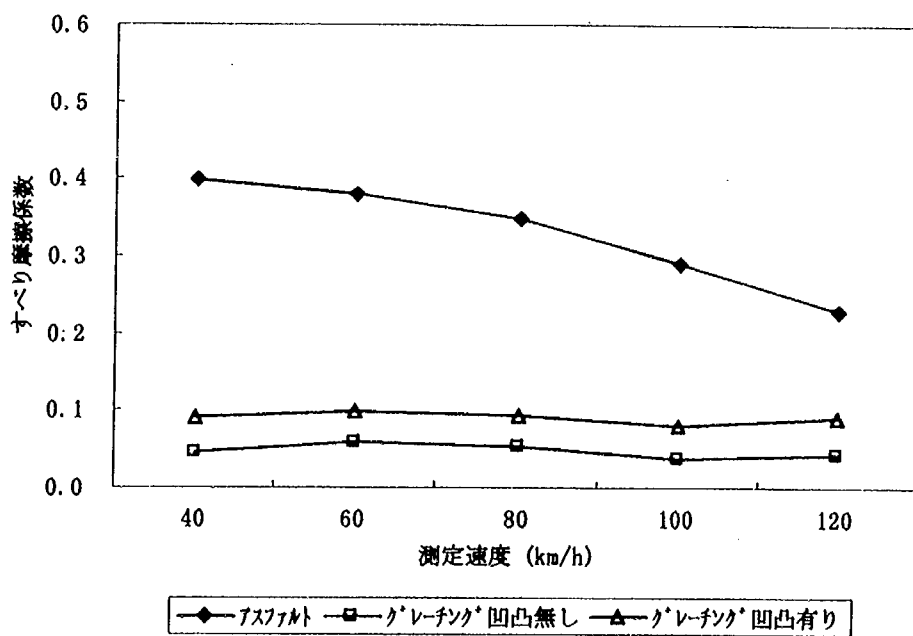
図－ 2.11 (5) 湿潤時の横すべり摩擦係数（一般タイヤ、散水直後、横方向設置、ステア角 1° ）



図－ 2.11 (6) 湿潤時の横すべり摩擦係数（一般タイヤ、散水直後、横方向設置、ステア角 2° ）



図－ 2.11 (7) 湿潤時の横すべり摩擦係数（一般タイヤ、散水直後、横方向設置、ステア角 3° ）



図－ 2.11 (8) 湿潤時の横すべり摩擦係数（一般タイヤ、散水直後、横方向設置、ステア角 15° ）

2-3) 湿潤状態の横すべり摩擦係数のまとめ

以上の結果から、湿潤状態の横すべり摩擦係数は、アスファルトよりも全体的に小さいことがわかった。横すべり摩擦係数は、車線変更時等にかかる遠心力（横加速度）に対する抵抗値をあらわした指標であるが、横すべり摩擦係数を上回るような横加速度が生じた場合には車両の制御を失う可能性があることを示している。湿潤状態のグレーチングの横すべり摩擦係数は、アスファルトよりも全体的に小さいことから、急ハンドル操作等を行った場合の限界性はアスファルトよりも低いと言える。一般道路の設計に当たっては、道路構造令で最小曲線半径を決める際の横すべり摩擦係数は0.1～0.15を用いていることから、グレーチングも表面形状等を多少改良すれば設計上はあまり問題にならないと思われる。しかし、この問題はドライバーの運転特性にも左右される問題でもあるので、走行安全性の検討を行う際には車線変更試験等を実施して、ドライバーのハンドル操作量、そのときの横加速度等を計測して詳しく分析する必要がある。

2.2.3 実験結果のまとめ

既存のグレーチングの縦すべり摩擦特性及び横すべり摩擦特性について検討した結果、走行面にグレーチングを適用するためには、縦及び横すべり摩擦性能に優れたグレーチングの表面形状を検討することが望ましいと言える。

次の段階としては、特に湿潤状態の縦すべり摩擦係数の向上が大きな問題となるが、部材の配置パターンや突起形状等を変えてその効果を分析することが必要である。また、本実験ではグレーチングの設置向きを変えて縦方向設置と横方向設置の2方向ですべり摩擦抵抗力を測定したが、縦すべり摩擦係数は縦方向設置よりも横方向設置の条件で大きくなっており、それに対して横すべり摩擦係数は横方向設置よりも縦方向設置の条件で大きくなっていった。このことから次の段階では、方向を変えても部材の配置パターンがあまり変わらないような表面形状についても検討する必要があると思われる。

2.3 グレーチングにおけるすべり摩擦係数の評価値

道路構造令は、道路を新設し、または改築する場合における道路の構造の一般的技術的基準を定めるものとされているが、「道路構造令の解説と運用」によると超大規模橋梁のように通常の自然的・外部的条件とは異なる条件のもとにあるもので、構造基準の全てをそのまま適用できない場合には、その構造について個別に検討する必要があるとされている¹⁾。

グレーチングにおけるすべり摩擦係数の評価値としては、道路構造令で制動停止視距を計算している際のすべり摩擦係数（湿潤状態）が一つの評価値として考えられるが、あまり湿潤状態のすべり摩擦係数を大きくすると、それと同時に乾燥状態のすべり摩擦係数も必要以上に大きくなり、新たな問題が発生する可能性がある。特に部材に突起を設けて、すべり摩擦抵抗力の主体を突起に対する抵抗にってしまった場合に問題になる可能性がある。

従って現段階では、すべり摩擦係数の評価値として道路構造令の設計値を参考にする必要はあると思われるが、最終的には、多くの状況を想定した実車走行試験を行うことで走行安全性について十分に検討し、総合的な観点からの評価が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) (社) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用，昭和 58 年 2 月，p.1，pp.35 ～ 37

第3章 新形状のグレーチングのすべり摩擦特性

第2章の結果を受けて、部材の配置パターンや突起形状等を変えることによる効果を測定するため、新たな表面形状のグレーチングを試作して、簡易的なすべり摩擦試験を行い、すべり摩擦特性に関する基礎的な検討を行った。

3.1 実験方法

試験用のグレーチングは、すべり摩擦抵抗力を左右する表面形状や突起形状等を変えて44種試作した(巻末資料に図等を示す)。すべり摩擦抵抗力の測定はすべり測定車を利用して2段階に分けて行った。第1段階では全ての試験体を対象に静止摩擦試験、第2段階では主に静止摩擦試験で優れた性能を有していた試験体を対象に動摩擦試験を行った。ここで、動摩擦試験とは通常どおりの縦すべり摩擦抵抗力を測定する試験であるが、静止摩擦試験とはロック制動中の測定輪にけん引力を働かせ、測定輪が動き出す瞬間に発生するピークの摩擦抵抗力和動き出したあとのスリップ状態の摩擦抵抗力を測定する試験である。参考として、静止すべり摩擦抵抗力の波形を図-3.1に示す。

実験条件の詳細については、表-3.1に示すとおりである。なお、本実験では湿潤状態の縦すべり摩擦係数を向上させる方策を見いだすことを主目的としているため、湿潤状態のみの測定を行っている。また、試験体の延長が約2mであったため、高速度域で安定したデータが得られないことから、動摩擦試験では中低速度域(20,40,60km/h)でのデータを計測している。

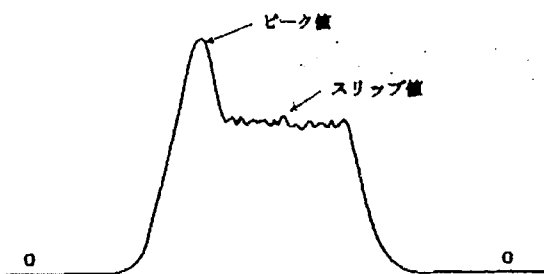


図-3.1 静止すべり摩擦抵抗力の波形

表－ 3.1(1) 実験条件（静止すべり摩擦抵抗能力測定）

測定種類	静止すべり摩擦抵抗能力（ピーク値、スリップ値）
測定車	すべり測定車
測定路面	グレーチング
路面状態	湿潤（自力散水装置による）
測定タイヤ	路面すべり測定用標準タイヤ（スムーズタイヤ） サイズ：165SR13

表－ 3.1(2) 実験条件（動すべり摩擦抵抗能力測定）

測定種類	100%制動時の縦すべり摩擦抵抗能力
測定車	すべり測定車
測定速度	20km/h, 40km/h, 60km/h
測定路面	グレーチング
路面状態	湿潤（自力散水装置による）
測定タイヤ	路面すべり測定用標準タイヤ（リブタイヤ） 一般タイヤ

静止すべり摩擦係数と動すべり摩擦係数（縦すべり摩擦係数）の整理結果を表一 3.2(1)に示す。なお、表一 3.2(2)は静止すべり摩擦係数のスリップ値(TF)が大きい順に整理している。

TYPE	表面形状	測定 部材	突起	設置 方向	静止すべり摩擦係数				動すべり摩擦係数											
					ピーク値		スリップ値		標準タイヤ (リブタイヤ)						一般タイヤ					
					BF	TF	BF	TF	20km/h		40km/h		60km/h		20km/h		40km/h		60km/h	
								BF	TF	BF	TF	BF	TF	BF	TF	BF	TF	BF	TF	
1	主部材	主	有	縦	0.889	0.870	0.607	0.558												
1	主部材	主	有	横	0.865	0.861	0.631	0.631												
1	主部材	主	有	縦	0.802	0.783	0.436	0.420												
1	主部材	主	有	横	0.949	0.005	0.508	0.607												
1+3	主部材	主	有	縦	0.922	0.924	0.619	0.605	0.442	0.448	0.354	0.333	0.408	0.384	0.337	0.546	0.299	0.502	0.304	0.497
1+3	主部材	主	有	横	0.895	0.907	0.670	0.675	0.362	0.331	0.289	0.300	0.371	0.317	0.302	0.481	0.300	0.500	0.303	0.494
1+3	主部材	主	有	縦	0.790	0.777	0.448	0.462												
1+3	主部材	主	有	横	0.925	0.958	0.436	0.414												
1+4	主部材	主	有	縦	0.922	1.022	0.616	0.611	0.414	0.439	0.352	0.354	0.420	0.398	0.357	0.573	0.326	0.545	0.353	0.567
1+4	主部材	主	有	横	0.853	0.831	0.697	0.684	0.420	0.412	0.339	0.313	0.347	0.310	0.348	0.598	0.319	0.537	0.309	0.618
1+4	主部材	主	有	縦	0.919	1.180	0.550	0.563	0.372	0.387	0.291	0.283	0.283	0.258	0.268	0.440	0.258	0.408	0.248	0.415
1+4	主部材	主	有	横	0.919	0.901	0.496	0.501	0.324	0.319	0.254	0.208	0.299	0.242	0.242	0.388	0.214	0.356	0.228	0.364
2	主部材	主	有	縦	0.829	0.808	0.553	0.552												
2	主部材	主	有	横	0.913	0.941	0.559	0.565												
2	主部材	主	有	縦	0.640	0.828	0.601	0.442												
2	主部材	主	有	横	0.784	0.763	0.499	0.610												
2	主部材	副	有	縦	0.934	0.921	0.625	0.608												
2+3	主部材	主	有	縦	0.901	0.896	0.550	0.600												
2+3	主部材	主	有	横	0.844	0.828	0.487	0.494												
2+3	主部材	主	有	縦	0.658	0.634	0.363	0.358												
2+3	主部材	主	有	横	0.787	0.763	0.451	0.442												
2+4	主部材	主	有	縦	0.808	0.791	0.508	0.618												
2+4	主部材	主	有	横	0.844	0.814	0.505	0.501												
2+4	主部材	主	有	縦	0.706	0.673	0.460	0.448												
2+4	主部材	主	有	横	0.817	0.783	0.405	0.406												
3	主部材	主	有	縦	0.712	0.696	0.5													

表-3.2(2) 静止すべり摩擦係数と動すべり摩擦係数の整理結果（静止すべり摩擦係数のスリップ値(TF)の順位で整理）

TYPE	表面形状	測定 部材	突起	設置 方向	静止すべり摩擦係数		動すべり摩擦係数															
					ピーク値		標準タイヤ (リブタイヤ)															
					スリップ値		20km/h								40km/h							
					BF	TF	BF	TF	BF	TF	BF	TF	BF	TF	BF	TF	BF	TF	BF	TF		
23改	平行四辺形	—	無	横	1.227	1.446	1.027	0.844	0.814	0.599	0.529	0.521	0.469	0.476	0.719	0.661	0.591	0.561	0.538	0.494		
17	格子+斜材	—	有	横	1.376	1.342	0.966	0.841	0.626	0.582	0.578	0.559	0.504	0.499	0.714	0.650	0.632	0.583	0.568	0.546		
24改	平行四辺形	—	無	横	1.448	1.371	0.867	0.840	0.686	0.649	0.604	0.570	0.616	0.484	0.800	0.710	0.647	0.590	0.589	0.535		
24	菱形	—	無	横	1.162	1.300	0.859	0.841	0.422	0.442	0.359	0.356	0.428	0.400	0.617	0.481	0.422	0.344	0.415	0.369		
24改	平行四辺形	—	無	横	1.190	1.144	0.849	0.825	0.605	0.583	0.486	0.481	0.402	0.405	0.595	0.549	0.591	0.561	0.531	0.509		
23改	平行四辺形	—	無	横	1.124	1.028	0.860	0.822	0.585	0.567	0.558	0.447	0.412	0.413	0.676	0.519	0.522	0.481	0.569	0.517		
14	格子	—	有	横	1.369	1.312	0.840	0.815	0.520	0.508	0.408	0.445	0.403	0.372	0.810	0.568	0.841	0.529	0.638	0.497		
12	主部材	主	有	横	1.322	1.276	0.719	0.721	0.427	0.408	0.427	0.421	0.422	0.410	0.638	0.443	0.524	0.463	0.534	0.493		
18	格子+斜材	—	有	横	1.207	1.160	0.729	0.718	0.476	0.447	0.405	0.389	0.392	0.372	0.463	0.430	0.414	0.429	0.414	0.386		
12	主部材	主	有	横	1.343	1.311	0.729	0.711	0.436	0.410	0.379	0.389	0.346	0.369	0.672	0.527	0.543	0.516	0.512	0.419		
24	菱形	—	無	横	0.987	0.941	0.716	0.692	0.461	0.450	0.361	0.335	0.416	0.387	0.461	0.433	0.395	0.348	0.385	0.342		
1+4	主部材	主	有	横	0.863	0.831	0.697	0.684	0.420	0.412	0.339	0.313	0.347	0.310	0.348	0.598	0.319	0.537	0.309	0.518		
8	格子	—	有	横	0.955	1.245	0.697	0.670	0.477	0.473	0.381	0.344	0.368	0.339	0.370	0.591	0.312	0.547	0.321	0.526		
21	▽形	—	無	横	0.956	0.898	0.715	0.670	0.294	0.285	0.225	0.202	0.267	0.236	0.436	0.447	0.419	0.416	0.478	0.450		
13	主部材	主	有	横	1.300	1.282	0.687	0.688	0.392	0.379	0.386	0.380	0.352	0.371	0.482	0.273	0.542	0.447	0.558	0.524		
7	格子+斜材	—	有	横	0.946	1.163	0.670	0.647	0.442	0.431	0.398	0.346	0.378	0.340	0.370	0.600	0.359	0.604	0.332	0.543		
13	主部材	主	有	横	1.051	1.015	0.695	0.642	0.370	0.342	0.347	0.376	0.334	0.345	0.487	0.416	0.447	0.420	0.427	0.419		
10	格子	—	有	横	0.955	1.126	0.667	0.659	0.507	0.478	0.414	0.343	0.407	0.367	0.358	0.576	0.340	0.559	0.326	0.561		
16	格子	—	有	横	1.162	1.089	0.677	0.649														
1	主部材	主	有	横	0.865	0.861	0.631	0.631														
1+4	主部材	主	有	横	0.922	1.022	0.616	0.611	0.414	0.439	0.352	0.354	0.420	0.398	0.357	0.573	0.326	0.545	0.353	0.567		
2	主部材	主	有	横	0.934	0.921	0.625	0.608														
1+3	主部材	主	有	横	0.922	0.924	0.619	0.605	0.442	0.448	0.354	0.333	0.408	0.384	0.337	0.546	0.299	0.502	0.304	0.497		
2+3	主部材	主	有	横	0.901	0.896	0.550	0.600														
9	格子	—	有	横	0.961	1.121	0.610	0.607	0.427	0.444	0.411	0.414	0.469	0.447	0.399	0.634	0.373	0.619	0.335	0.551		
23	菱形	—	無	横	0.946	0.896	0.603	0.595	0.439	0.420	0.368	0.307	0.380	0.344	0.428	0.414	0.345	0.315	0.353	0.312		
13	主部材	主	有	横	1.277	1.236	0.614	0.604														
3	主部材	主	有	横	0.712	0.696	0.595	0.591														
3	主部材	主	有	横	0.739	0.727	0.607	0.591														
11	主部材	主	有	横	1.074	1.053	0.612	0.585														
19	格子+斜材	—	有	横	0.950	0.927	0.589	0.581	0.363	0.353	0.321	0.335	0.307	0.299	0.383	0.359	0.347	0.338	0.367	0.326		
5	格子+斜材	—	有	横	0.955	1.017	0.583	0.580	0.431	0.418	0.361	0.306	0.373	0.343	0.324	0.518	0.305	0.495	0.320	0.525		
16	格子	—	有	横	1.102	1.050	0.654	0.580														
23	菱形	—	無	横	1.006	1.042	0.628	0.575	0.323	0.353	0.271	0.223	0.341	0.301	0.487	0.475	0.388	0.346	0.376	0.340		
1+3	主部材	主	有	横	0.895	0.907	0.670	0.575	0.362	0.331	0.289	0.300	0.371	0.317	0.302	0.481	0.300	0.500	0.303	0.494		
22	▽形	—	無	横	0.890	0.847	0.609	0.599	0.330	0.320	0.259	0.209	0.305	0.244	0.379	0.389	0.296	0.285	0.288	0.260		
1+4	主部材	主	有	横	0.919	1.180	0.550	0.563	0.372	0.387	0.291	0.283	0.283	0.258	0.268	0.440	0.258	0.408	0.248	0.415		
1	主部材	主	有	横	0.889	0.870	0.607	0.568														
2	主部材	主	有	横	0.913	0.941	0.559	0.555														
2	主部材	主	有	横	0.829	0.808	0.553	0.552														
6	格子+斜材	—	有	横	0.946	0.986	0.565	0.552	0.445	0.388	0.451	0.411	0.457	0.430	0.391	0.611	0.357	0.595	0.345	0.582		
4	主部材	主	有	横	0.838	0.842	0.550	0.549														
9	格子	—	有	横	0.958	1.008	0.571	0.541	0.317	0.351	0.266	0.221	0.335	0.299	0.250	0.392	0.233	0.371	0.236	0.375		
7	格子+斜材	—	有	横	0.952	0.977	0.544	0.521	0.289	0.283	0.221	0.201	0.262	0.235	0.248	0.391	0.206	0.339	0.208	0.350		
2+4	主部材	主	有	横	0.808	0.791	0.508	0.518														
2	主部材	主	有	横	0.784	0.763	0.499	0.510														
1	主部材	主	有	横	0.949	1.005	0.508	0.507														
4	主部材	主	有	横	0.847	0.836	0.505	0.507														
1+4	主部材	主	有	横	0.919	0.901	0.496	0.501	0.324	0.319	0.254	0.208	0.299	0.242	0.242	0.388	0.214	0.356	0.228	0.364		
2+4	主部材	主	有	横	0.844	0.814	0.505	0.501														
4	主部材	主	有	横	0.928	0.907	0.502	0.498														
10	格子	—	有	横	0.916	0.893	0.484	0.494	0.336	0.249	0.342	0.275	0.312	0.204	0.303	0.491	0.287	0.429	0.278	0.452		
2+3	主部材	主	有	横	0.844	0.828	0.487	0.494														
3	主部材	主	有	横	0.784	0.783	0.475	0.470														
20	格子	—	有	横	1.303	1.260	0.496	0.444	0.314	0.307	0.311	0.301	0.336	0.336	0.565	0.541	0.521	0.515	0.502	0.485		
1+3	主部材	主	有	横	0.790	0.777	0.448	0.462														
6	格子+斜材	—	有	横	0.946	1.045	0.463	0.451	0.383	0.351	0.351	0.334	0.339	0.303	0.434	0.436	0.366	0.336	0.379	0.329		
2+4	主部材	主	有	横	0.706	0.673	0.460	0.445														
8	格子	—	有	横	0.847	0.869	0.451	0.446	0.318	0.323	0.348	0.266	0.318	0.255	0.270	0.432	0.242	0.388	0.231	0.371		
2	主部材	主	有	横	0.640	0.628	0.601	0.442														
2+3	主部材	主	有	横	0.787	0.763	0.451	0.442														
1	主部材	主	有	横	0.802	0.783	0.436	0.420														
1+3	主部材	主	有	横	0.925	0.958	0.436	0.414														

3.2.1 静止すべり摩擦係数と動すべり摩擦係数（縦すべり摩擦係数）の相関関係

第2章でも示したように、グレーチングの縦すべり摩擦係数は速度が変わっても大きく変化しないことから、静止すべり摩擦係数と動すべり摩擦係数はある程度の相関関係があるのではないかと考えられる。動摩擦試験は試験施工を伴うなど容易に行えない試験であるが、それに対して静止摩擦試験は容易に行える試験である。よって、両者に高い相関関係が認められれば、容易に得られる静止すべり摩擦係数から動すべり摩擦係数を推測できるようになるため、今後の改良では非常に役立つと思われる。

両者の相関関係を分析した結果を表－3.3に示す。全体的に相関があまり高くないが、相関係数が比較的大きくなる条件としては、静止すべり摩擦係数のピーク値よりもスリップ値、スリップ値の中でも低速度ほど動すべり摩擦係数との相関係数が大きくなっていた。

以上の結果から、静止すべり摩擦係数のみで精度よく動すべり摩擦係数を推計することはできないが、改良による効果を見極める程度であれば静止すべり試験でもある程度の評価が可能であると思われる。

表－3.3 相関分析結果

		動すべり摩擦係数							
		リブタイヤ				一般タイヤ			
		速度	相関係数	件数	変換式（参考）	速度	相関係数	件数	変換式（参考）
静止すべり摩擦係数	ピーク値	20km/h	0.609	37	$y=0.344x+0.055$	20km/h	0.725	37	$y=0.566x-0.173$
		40km/h	0.615	37	$y=0.323x+0.021$	40km/h	0.745	37	$y=0.515x-0.162$
		60km/h	0.551	37	$y=0.194x+0.164$	60km/h	0.698	37	$y=0.446x-0.095$
	スリップ値	20km/h	0.816	37	$y=0.565x+0.062$	20km/h	0.764	37	$y=0.731x-0.034$
		40km/h	0.740	37	$y=0.478x+0.063$	40km/h	0.761	37	$y=0.646x-0.023$
		60km/h	0.657	37	$y=0.285x+0.190$	60km/h	0.735	37	$y=0.576x+0.016$

3.2.2 すべり摩擦性能に関する基本的特性の検討

本実験では湿潤状態の縦すべり摩擦係数を向上させる方策を見いだすことを主目的としているが、一般的な方法で、このすべり摩擦係数を向上させることを考えると、①タイヤとの設置面積を増やして凝着せん断を高める方法、②表面形状を工夫してタイヤの変形によるヒステリシス損失を促す方法、③突起を付加してタイヤ破壊のための抵抗を高める方法が考えられる¹⁾。

以上の3つの方法などを参考に、今回の検討では表－3.4に示す検討要因を掲げて、静止すべり摩擦係数及び動すべり摩擦係数をもとに、それぞれの要因の効果について検討する。

表－3.4 検討要因に対応するすべり摩擦性能を向上させる考え方

検 討 要 因	検 討 項 目	すべり摩擦性能を向上させる考え方
1)表面形状	静止すべり摩擦係数	①、②
2)突起有無	静止すべり摩擦係数	③
3)突起形状	静止及び動すべり摩擦係数	③
4)突起間隔	静止及び動すべり摩擦係数	③
5)格子間隔	静止及び動すべり摩擦係数	①
6)斜材の有無	静止及び動すべり摩擦係数	①
7)斜材パターン	静止及び動すべり摩擦係数	①、②、③

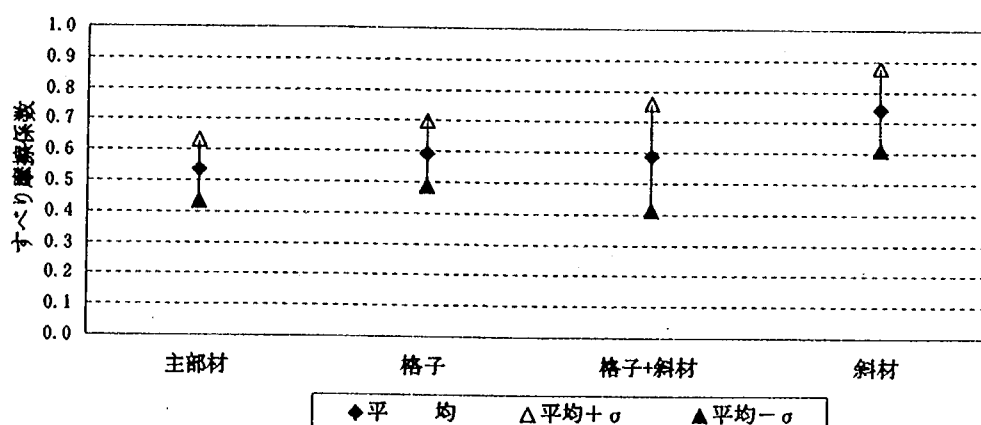
1) 表面形状

試作した新形状グレーチングは、図－ 3.2 に示すように大きく分けて 4 タイプに分類することができる。ここで、主部材形状としたのは既存グレーチングの改良型であり、I 型鋼が表面に露出しているタイプである。その他のグレーチングは I 型鋼が表面に露出していなく、設置方向による違いもまったくないか、あまりないタイプである。

各タイプの静止すべり摩擦係数（スリップ値）を平均値で比較すると（図－ 3.3、表－ 3.5）、主部材形状が他よりも小さく、斜材形状が他よりも大きくなっていた。格子形状と格子+斜材形状は、斜材が付加されている分だけタイヤとの設置面積が増えることから、格子+斜材形状のすべり摩擦係数の方が大きくなると予想されたが、今回の比較条件の範囲では両者の結果はほとんど同じであった。



図－ 3.2 グレーチングの表面形状タイプ（平面図）



図－ 3.3 表面形状タイプと静止すべり摩擦係数（スリップ値）の平均値

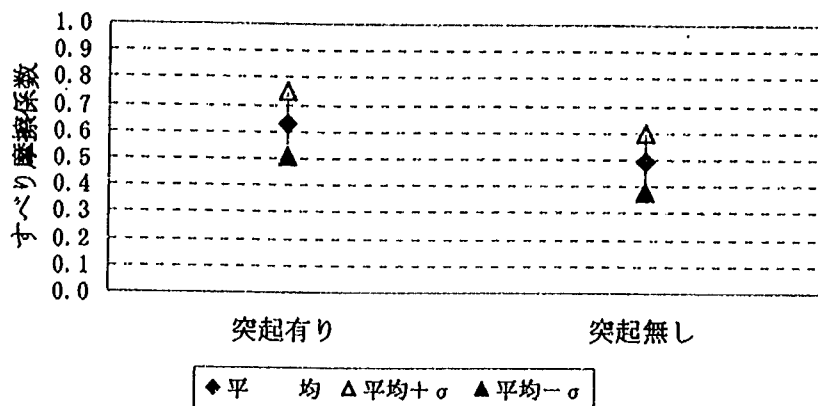
表－ 3.5 分散分析結果

	主部材	格子	格子+斜材	斜材
件 数	42	10	9	10
合 計	22.387	5.912	5.284	7.423
平 均	0.533	0.591	0.587	0.742
標準偏差	0.098	0.106	0.174	0.134
平均+σ	0.631	0.697	0.761	0.877
平均-σ	0.435	0.485	0.413	0.608
F 値	8.220			
判定	**			

** : 1%有意 * : 5%有意

2) 突起有無

部材の表面に突起を有するタイプと有しないタイプの静止すべり摩擦係数（スリップ値）を平均値で比較すると（図－3.4、表－3.6）、突起有りのすべり摩擦係数が非常に大きくなっていた。



図－3.4 突起有無と静止すべり摩擦係数（スリップ値）の平均値

表－3.6 分散分析結果

	突起有り	突起無し
件数	45	31
合計	28.306	15.149
平均	0.629	0.489
標準偏差	0.123	0.109
平均+σ	0.752	0.597
平均-σ	0.506	0.380
F値	25.583	
判定	**	

** : 1%有意 * : 5%有意

3) 突起形状

部材に加工した突起形状は図- 3.5 に示す 3 タイプである。ロール突起は部材にローラーをかけて加工したものであり、パンチング突起は部材を打ち抜いて加工した突起である。マキノ橋型の突起とは、実際にマキノ橋で使われている突起形状を参考に加工したものである。

格子形状グレーチングを対象にして、各タイプのすべり摩擦係数を比較すると（図- 3.6）、リブタイヤ（標準タイヤ）ではあまり大きな差はないが、一般タイヤではパンチング突起のすべり摩擦係数が最も大きくなっていた。なお、タイヤによる違いはタイヤに刻まれている溝数の差によるものと考えられる。

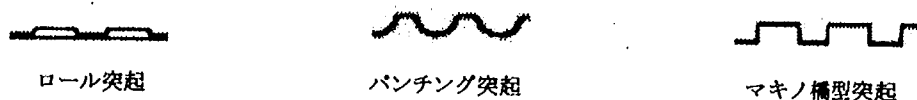


図- 3.5 グレーチングの突起形状タイプ（断面図）

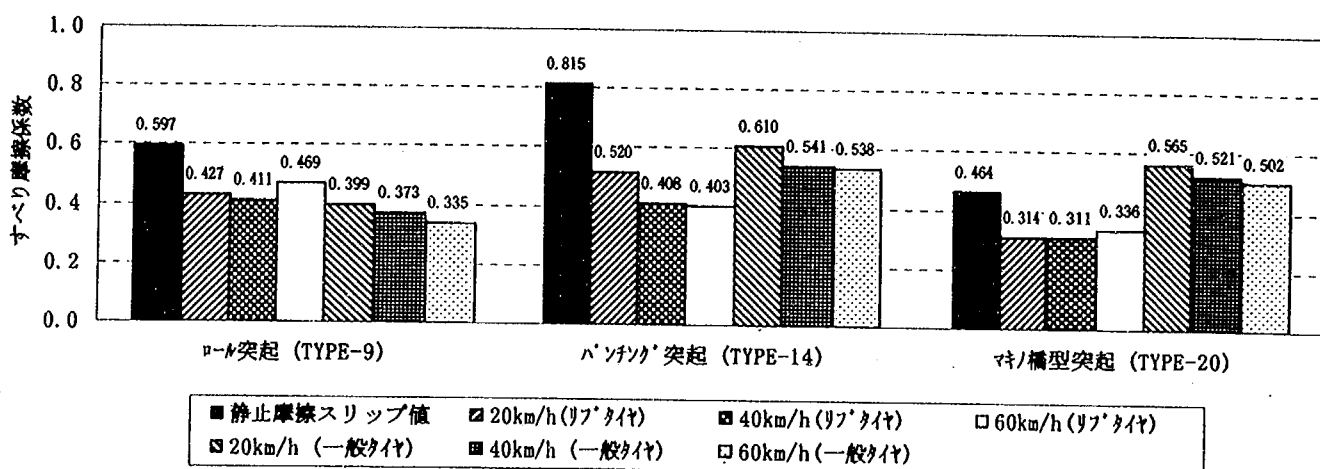
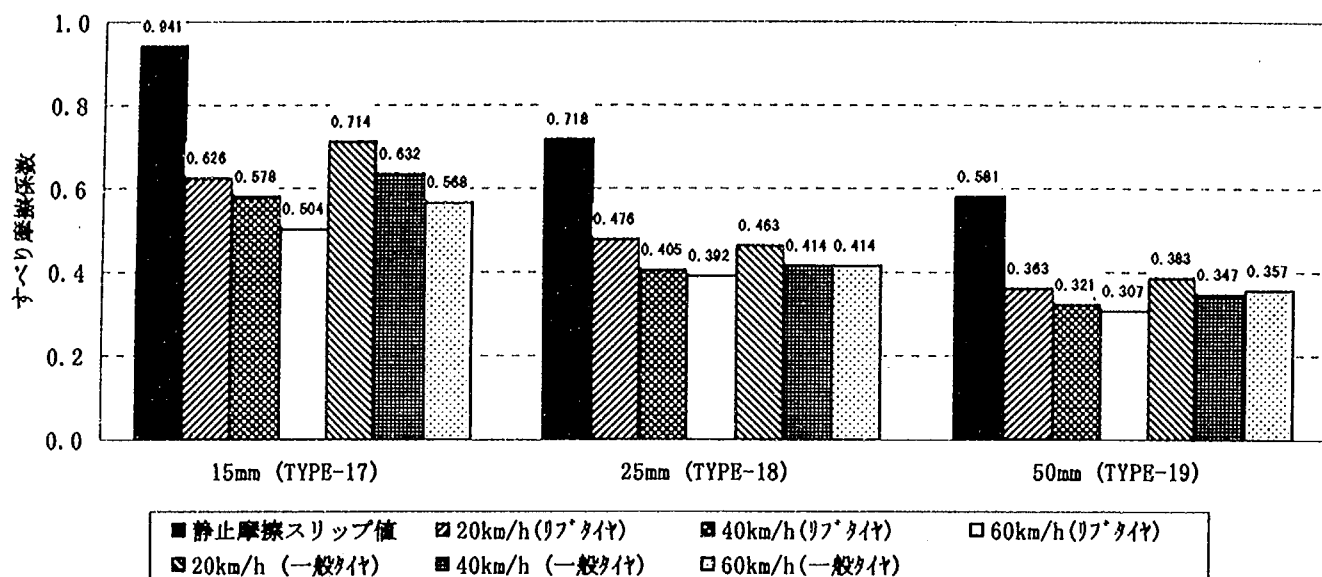


図- 3.6 突起形状とすべり摩擦係数

4) 突起間隔

パンチング突起を対象に以下の突起間隔のすべり摩擦係数を比較すると（図－3.7）、突起間隔が狭くなるほど（突起数が増えるほど）すべり摩擦係数が大きくなっていた。しかし、グレーチングが乾燥した状態でのフルブレーキ等を想定すると、極端なタイヤのすりへり等が懸念されるため、実際の車両による検証も必要である。

・ TYPE17（突起間隔 15mm）、TYPE18（突起間隔 25mm）、TYPE19（突起間隔 50mm）



図－3.7 突起間隔（パンチング突起）とすべり摩擦係数

5) 格子間隔

格子形状と格子+斜材形状のグレーチングを対象に、格子間隔の違いによるすべり摩擦係数の変化傾向について検討する。比較対象としたグレーチングは以下のタイプであるが、それぞれのタイプは突起を有しないタイプと有するタイプ（ロール突起）の2タイプがある（合計12タイプ）。

- ・ 格子形状 : TYPE8 (50mm 間隔)、TYPE9 (75mm 間隔)、TYPE10 (100mm 間隔)
- ・ 格子+斜材形状 : TYPE5 (50mm 間隔)、TYPE6 (75mm 間隔)、TYPE7 (100mm 間隔)

まず、突起を有しないタイプについて比較する（図-3.8）。格子形状を対象に格子間隔の違いによる影響を比較すると、全体的にすべり摩擦係数に大きな差はなかった。格子+斜材形状では75mmの条件で他よりもすべり摩擦係数が大きくなっていた。一般的に考えると、狭い格子間隔ほどタイヤとの設置面積が増えることから、すべり摩擦係数も比例して大きくなると予想されるが、グレーチングの場合は一般的なすべり摩擦特性とは異なる傾向を示していた。

次に、突起を有するタイプについて同様に比較する（図-3.9）。突起を有しないタイプと同様に、格子形状では、全体的にすべり摩擦係数に大きな差はなく、格子+斜材形状では75mmの条件で他よりもすべり摩擦係数が大きくなっていた。

以上のことから、格子間隔を変えた比較条件の範囲では、一般的な傾向とは異なりタイヤとの設置面積に比例してすべり摩擦係数が大きくならないことが明らかになった。その傾向は、突起を有するタイプと有しないタイプを比較してもほとんど同じであると言える。相応しい格子間隔について考察すると、コスト面では格子間隔がより広い方が部材数が少なく適しているが、走行性（車両に与える振動の影響）の面では格子間隔がより狭い方が快適性の面で適していると言える。これらを考慮してすべり摩擦性能も含めて総合的に判断すると、75mmの格子間隔が最も適しているのではないかと考えられる。

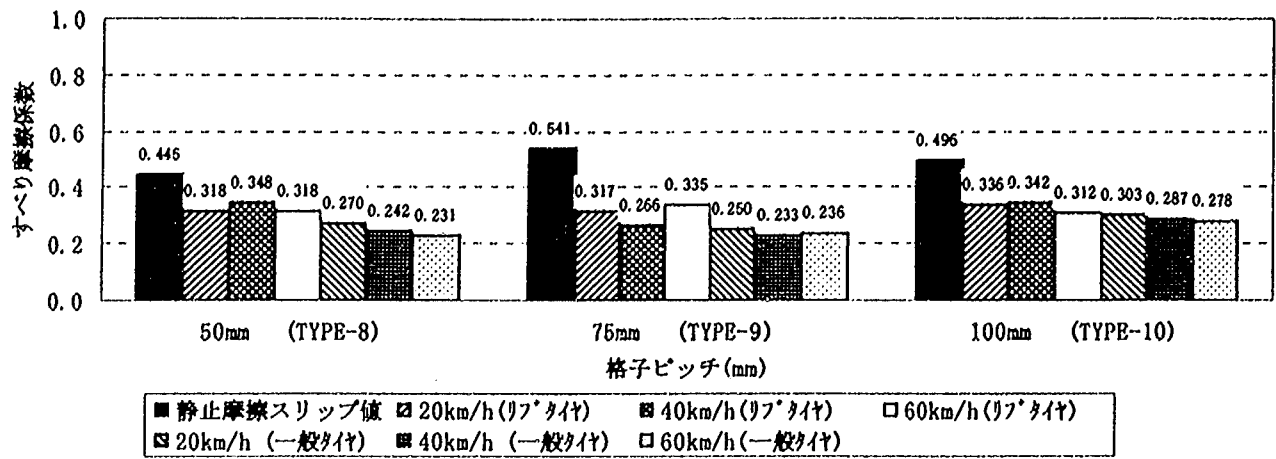


図- 3.8(1) 格子間隔とすべり摩擦係数 (突起なし、格子形状)

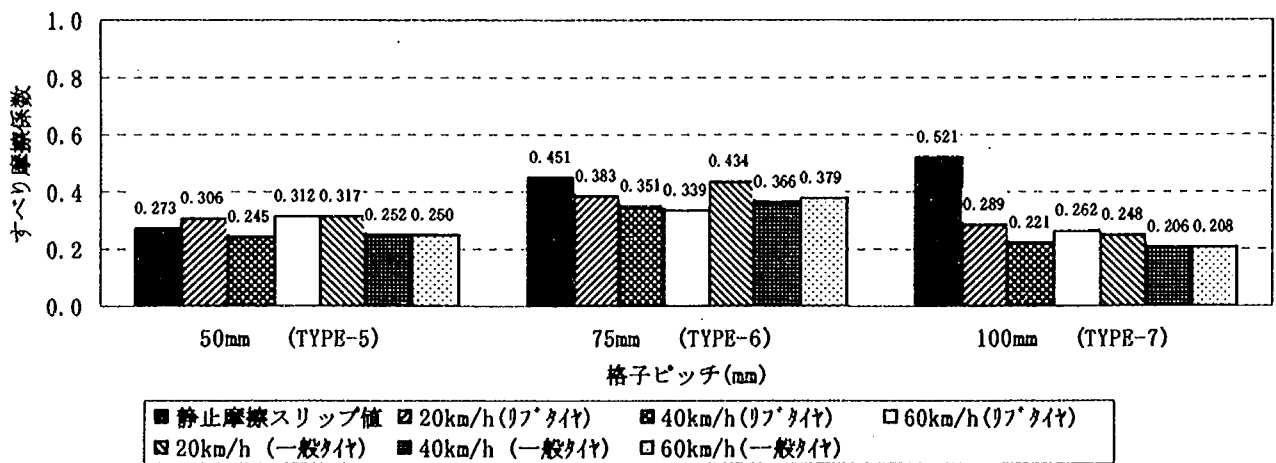


図- 3.8(2) 格子間隔とすべり摩擦係数 (突起なし、格子+斜材形状)

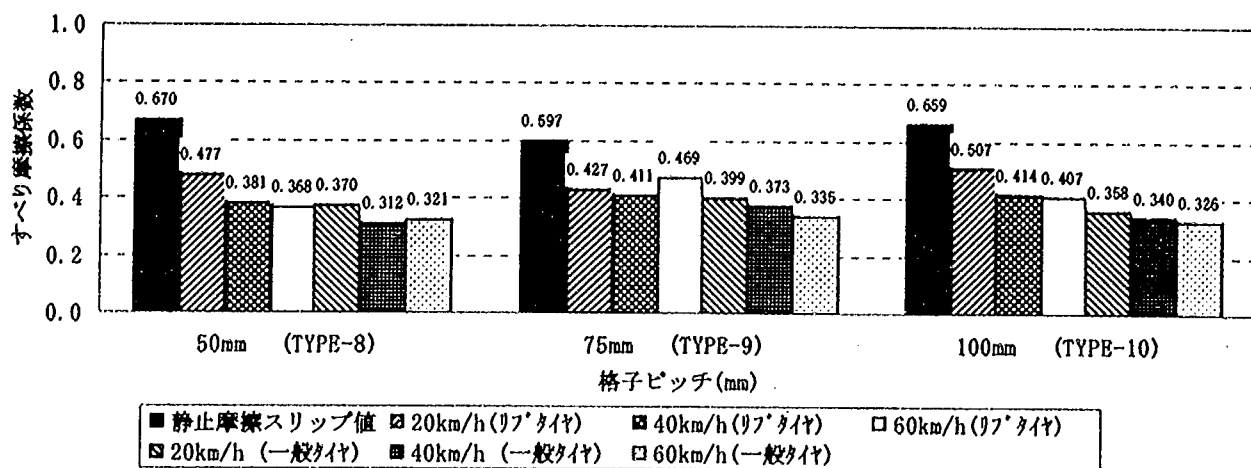


図- 3.9(1) 格子間隔とすべり摩擦係数 (突起あり、格子形状)

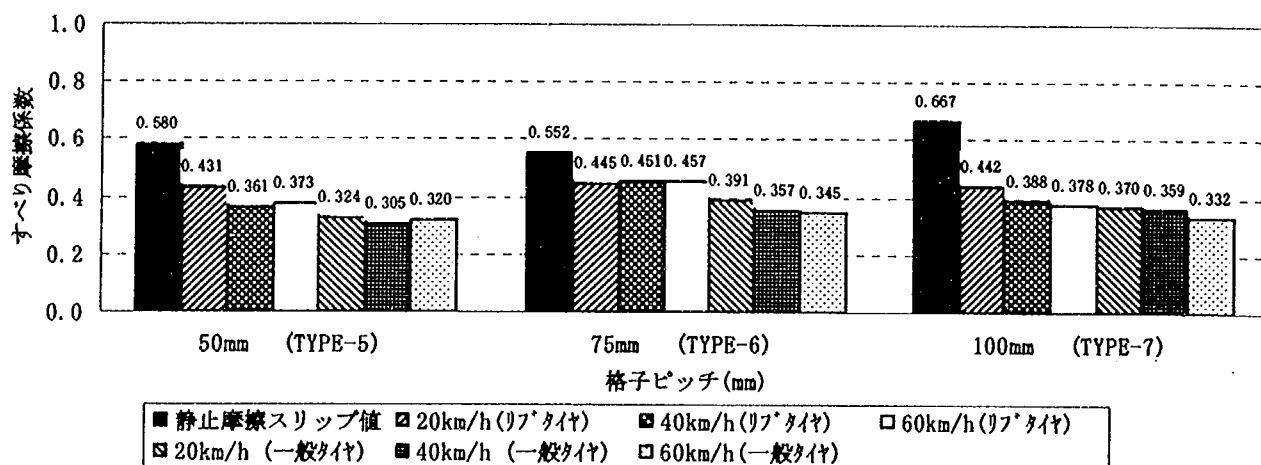


図- 3.9(2) 格子間隔とすべり摩擦係数 (突起あり、格子+斜材形状)

6) 斜材の有無

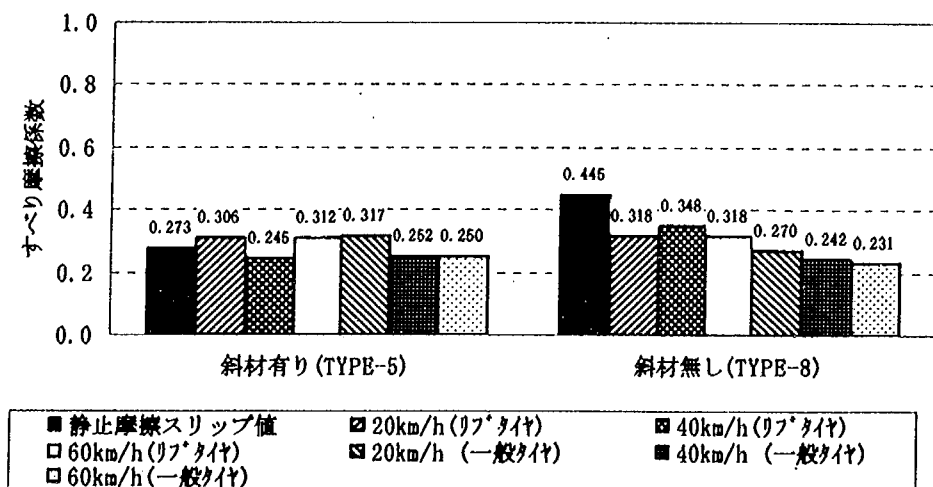
格子形状と格子+斜材形状のグレーチングを対象に、同一の格子間隔における斜材の有無によるすべり摩擦係数の変化傾向について検討する。比較対象としたグレーチングは以下のタイプである。なお、TYPE5,6,7,8,9,10は突起を有しないタイプと有するタイプ（ロール突起）の2タイプがあるが、TYPE14,17は突起を有するタイプ（パンチング突起）のみである（合計14タイプ）。

- ・ 格子間隔 50mm： TYPE5（格子+斜材形状）、TYPE8（格子形状）
- ・ 格子間隔 75mm： TYPE6（格子+斜材形状）、TYPE9（格子形状）
- ・ 格子間隔 100mm： TYPE7（格子+斜材形状）、TYPE10（格子形状）
- ・ 格子間隔 75mm： TYPE17（格子+斜材形状）、TYPE14（格子形状）

まず、突起を有しないタイプについて比較する（図－3.10）。TYPE5 / TYPE8（格子間隔 50mm）及び TYPE7 / TYPE10（格子間隔 100mm）では斜材無しの方が若干すべり摩擦係数が大きくなっていた。それに対し、TYPE6 / TYPE9（格子間隔 75mm）では逆の傾向を示しており、斜材有りの方がすべり摩擦係数が大きくなっていた。しかし、全体的には斜材による明確な効果はあらわれていないと思われる。

次に、突起を有するタイプについて同様に比較する（図－3.11）。ロール突起が付加されている TYPE5 / TYPE8、TYPE6 / TYPE9、TYPE7 / TYPE10 では、斜材の有無による違いはあまりないが、パンチング突起が付加されている TYPE17 / TYPE14 では、斜材有りの方がすべり摩擦係数が大きくなっていた。しかし、これは 2)、3)、4) 項を考慮すると、斜材の効果よりも突起数が増えたことによる効果が大きく影響していると考えられる。

以上のことから、斜材の有無による比較条件の範囲においても、一般的な傾向とは異なりタイヤとの設置面積に比例してすべり摩擦係数が大きくなることが明らかになった。よって、斜材の働きにより得られるすべり摩擦抵抗力は比較的少ないと推測され、すべり摩擦抵抗力の主体は、格子状に配置された部材のうち特に横部材の作用により働くせん断抵抗であると考えられる。



図－3.10(1) 斜材の有無とすべり摩擦係数（突起なし、格子間隔 50mm）

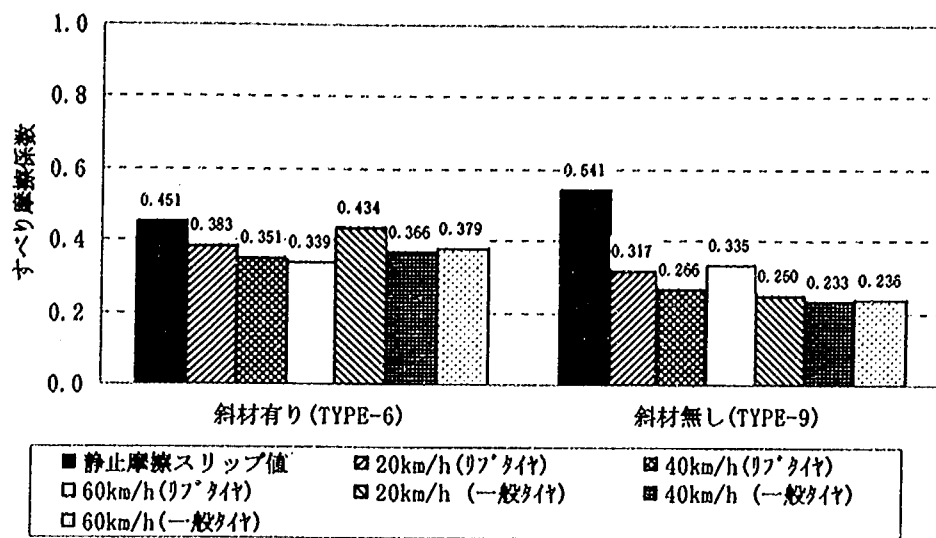


図- 3.10(2) 斜材の有無とすべり摩擦係数 (突起なし、格子間隔 75mm)

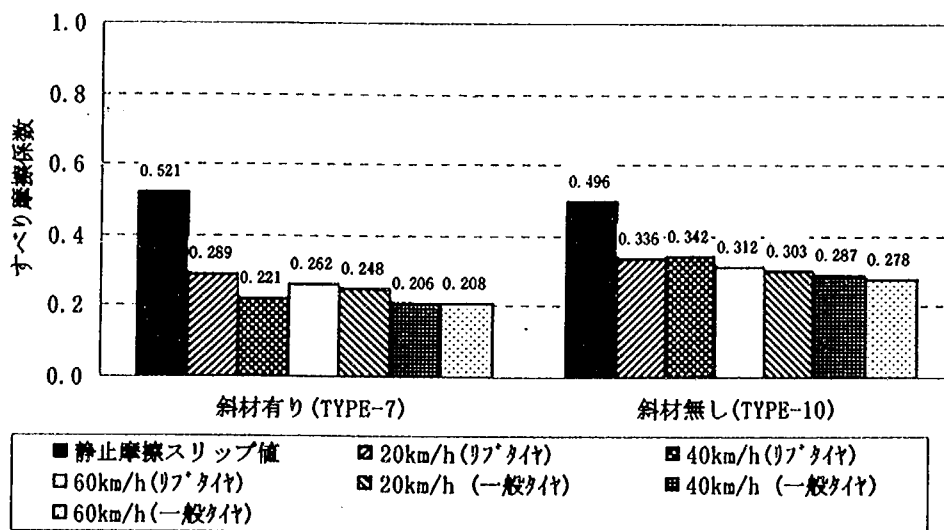
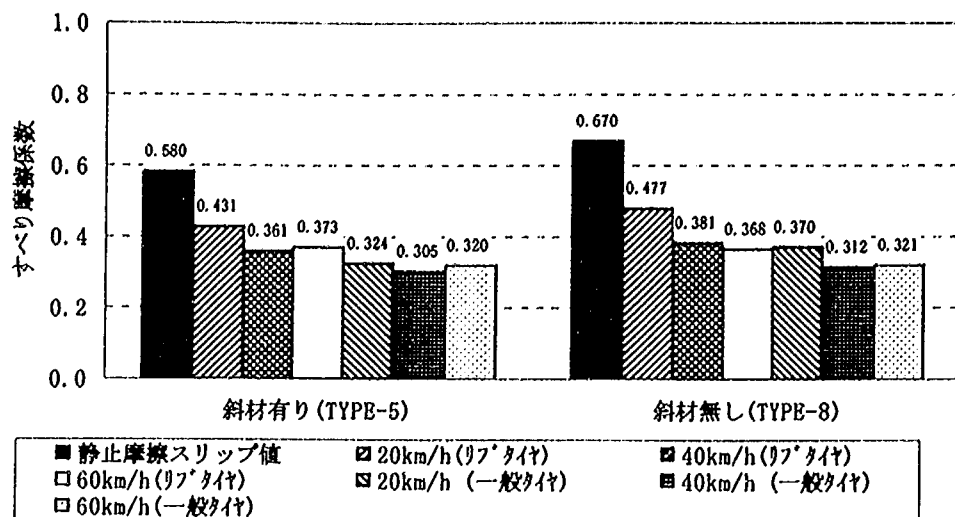
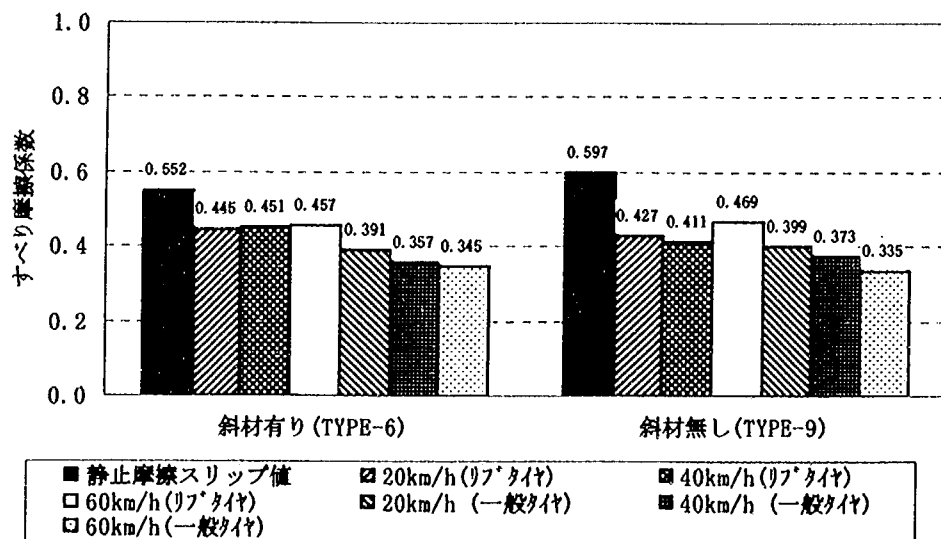


図- 3.10(3) 斜材の有無とすべり摩擦係数 (突起なし、格子間隔 100mm)



図－ 3.11 (1) 斜材の有無とすべり摩擦係数 (ロール突起、格子間隔 50mm)



図－ 3.11 (2) 斜材の有無とすべり摩擦係数 (ロール突起、格子間隔 75mm)

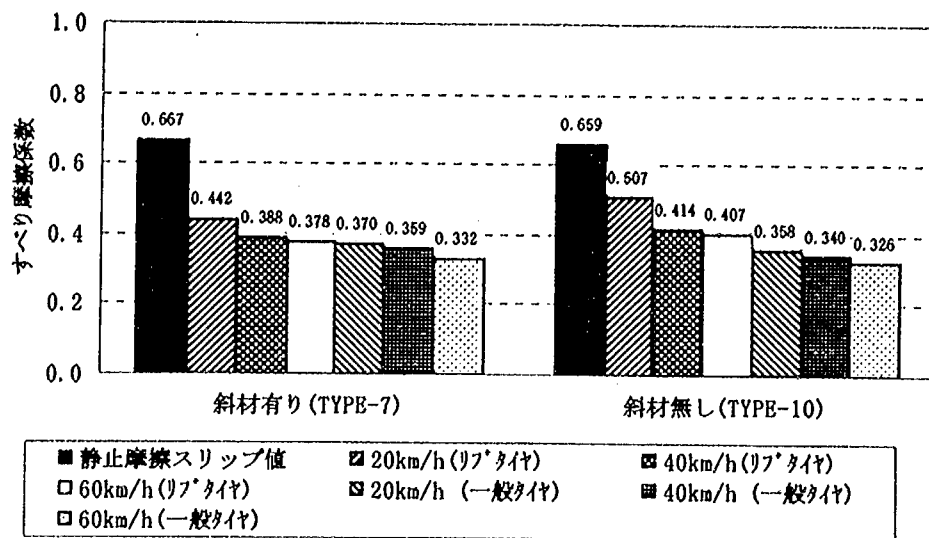


図- 3.11 (3) 斜材の有無とすべり摩擦係数 (ロール突起、格子間隔 100mm)

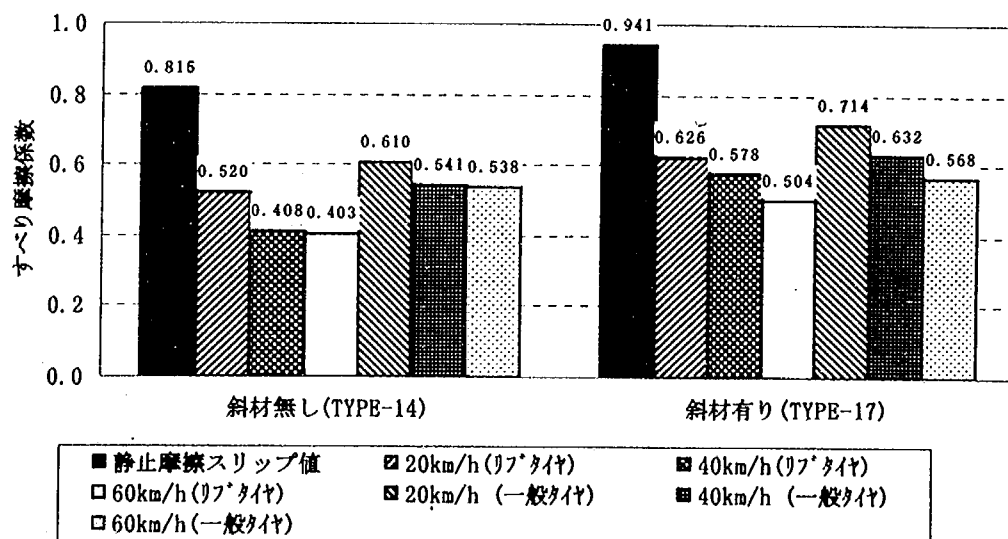


図- 3.11 (4) 斜材の有無とすべり摩擦係数 (パンチング突起、格子間隔 75mm)

7) 斜材パターン

6) 項より、格子形状グレーチングなどでは横部材により働くせん断抵抗がすべり摩擦抵抗力の主体をなしていると考えられる。それに対して、ここでは横部材が配置されていない(斜材のみで構成されている)グレーチングのすべり摩擦性能を検討する。

斜材のみで構成されているグレーチングは、図- 3.12 に示す 3 タイプである。ここで、W 形は交差する部材のないタイプであるが、菱形は W 形に交差する部材を配置したタイプであり、W 形よりもタイヤの設置面積はほぼ倍になっている。平行四辺形は菱形の改良型であり、同一片方向に配置された部材を一本おきに間引いたタイプである。そのため、間引かれた部材のあとには凹形の窪み(突起)が生じている。比較したグレーチングは以下のタイプである。

- ・ W 形 : TYPE21 (部材間隔狭)、TYPE22 (部材間隔広)
- ・ 菱形 : TYPE23 (部材間隔狭)、TYPE24 (部材間隔広)
- ・ 平行四辺形 : TYPE23 改 (部材間隔狭)、TYPE24 改 (部材間隔広)

まず、W 形と菱形について比較すると(図- 3.13)、タイヤとの設置面積が多い菱形の方がすべり摩擦係数が大きくなっていた。しかし、同一形状で部材間隔が狭い(設置面積が多い)タイプと広い(設置面積が少ない)タイプとを比較すると、部材間隔が狭い(設置面積が多い)タイプのすべり摩擦係数が常に大きくはなっていない(この場合、斜材とタイヤの斜め溝とのせん断抵抗の影響を受けない、縦溝のみのリブタイヤで比較するとより明確である)。よって、すべり摩擦抵抗力の主体は、設置面積の増大により働く凝着せん断ではなく、密に配置された斜材上をタイヤがスライドする際に、タイヤが変形と復元を繰り返して発生するヒステリシス損失ではないかと考えられる。

次に、菱形と平行四辺形について比較すると(図- 3.14)、平行四辺形の方がすべり摩擦係数が大きく、特に低速時のすべり摩擦係数が大きくなっていた。これは突起(凹形の窪み)による作用が影響していると考えられる。

以上のことから、横部材のない斜材のみで構成されるグレーチングであっても格子形状グレーチングなどと同等のすべり摩擦係数が得られることがわかった。また、斜材に突起(凹形の窪み)を付加すると低速時のすべり摩擦抵抗力が向上することがわかった。すべり摩擦抵抗力の主体に関しては、格子形状グレーチングなどは横部材によるせん断抵抗であると考えられるが、斜材で構成されるグレーチングは横部材がなく、大きなせん断抵抗が働かないため、タイヤの変形によるヒステリシス損失が主体に働いていると考えられる。



W 形

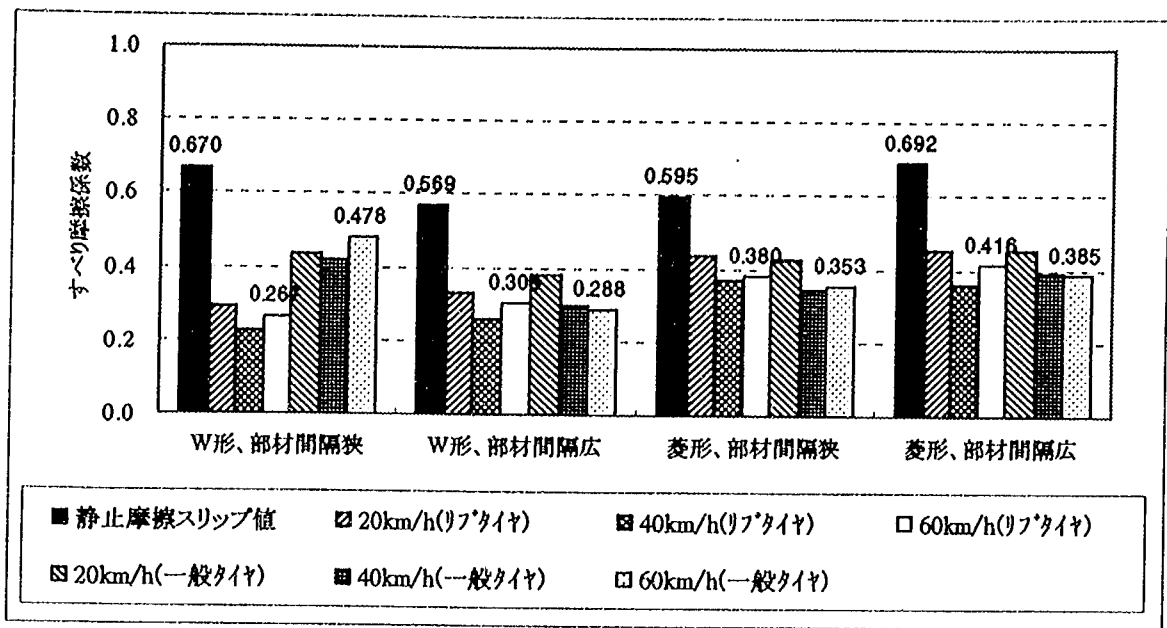


菱形

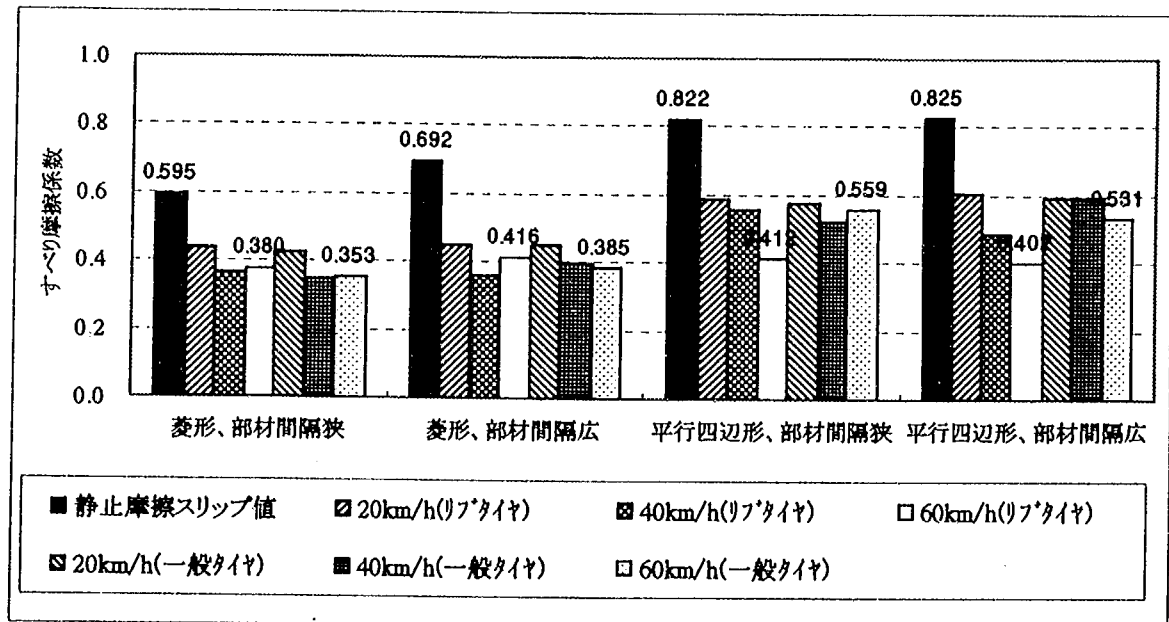


平行四辺形

図- 3.12 グレーチングの斜材形状タイプ(平面図)



図－ 3.13 W 形と菱形のすべり摩擦係数



図－ 3.14 菱形と平行四辺形のすべり摩擦係数

3.2.3 道路構造令の設計値との比較

グレーチングのすべり摩擦性能を評価する際に、道路構造令の設計値のみを基準に比較することはグレーチングの道路材料としての特殊性からあまり望ましいとは言えない。よって、ここでは参考程度に比較を行うが、これによりグレーチングの適用性を評価するものではない。

道路構造令で制動停止視距を計算している際のすべり摩擦係数（湿潤状態）は、設計速度により以下の値が用いられている²⁾。

- ・設計速度 20km/h : 0.44
- ・設計速度 40km/h : 0.38
- ・設計速度 60km/h : 0.33（以降の速度は省略）

この値と本実験で得られたグレーチングのすべり摩擦係数を比較すると表－ 3.7 になる。その結果、概ね設計値を上回っているのは、TYPE6、TYPE7、TYPE8、TYPE9、TYPE10（いずれも突起（ロール突起）を有する条件のみ）であり、十分に設計値を満足させているのは、パンチング突起を有する TYPE14、TYPE17、TYPE18 と平行四辺形の TYPE23 改、TYPE24 改であった。

表－ 3.7(1) 道路構造令の設計値との比較

TYPE	形状	突起	突起形状	設置方向	すべり摩擦係数					
					20km/h		40km/h		60km/h	
					BF	TF	BF	TF	BF	TF
1+3	主部材	有	R	縦	<u>0.442</u>	<u>0.448</u>	0.354	0.333	<u>0.408</u>	<u>0.384</u>
1+3	主部材	有	R	横	0.362	0.331	0.289	0.300	<u>0.371</u>	0.317
1+4	主部材	有	R	縦	0.414	0.439	0.352	0.354	<u>0.420</u>	<u>0.398</u>
1+4	主部材	有	R	横	0.420	0.412	0.339	0.313	<u>0.347</u>	0.310
1+4	主部材	無		縦	0.372	0.387	0.291	0.283	0.283	0.258
1+4	主部材	無		横	0.324	0.319	0.254	0.208	0.299	0.242
5	格子+斜材	有	R		0.431	0.418	0.361	0.306	<u>0.373</u>	<u>0.343</u>
5	格子+斜材	無			0.306	0.286	0.245	0.193	0.312	0.249
6	格子+斜材	有	R		<u>0.445</u>	0.388	<u>0.451</u>	<u>0.411</u>	<u>0.457</u>	<u>0.430</u>
6	格子+斜材	無			0.383	0.351	0.351	0.334	<u>0.339</u>	0.303
7	格子+斜材	有	R		<u>0.442</u>	<u>0.431</u>	<u>0.388</u>	0.346	<u>0.378</u>	<u>0.340</u>
7	格子+斜材	無			0.289	0.283	0.221	0.201	0.262	0.235
8	格子	有	R		<u>0.477</u>	<u>0.473</u>	<u>0.381</u>	0.344	<u>0.368</u>	<u>0.339</u>
8	格子	無			0.318	0.323	0.348	0.266	0.318	0.255

R：ロール突起，P：パンチング突起，凹：凹形の窪み

 ：道路構造令の設計値を上回るもの

表- 3.7(2) 道路構造令の設計値との比較

TYPE	形状	突起	突起 形状	設置 方向	すべり摩擦係数					
					20km/h		40km/h		60km/h	
					BF	TF	BF	TF	BF	TF
9	格子	有	R		0.427	<u>0.444</u>	<u>0.411</u>	<u>0.414</u>	<u>0.469</u>	<u>0.447</u>
9	格子	無			0.317	0.351	0.266	0.221	<u>0.335</u>	0.299
10	格子	有	R		<u>0.507</u>	<u>0.478</u>	<u>0.414</u>	0.343	<u>0.407</u>	<u>0.367</u>
10	格子	無			0.336	0.249	0.342	0.275	0.312	0.204
12	主部材	有	P	縦	0.436	0.410	0.379	<u>0.389</u>	<u>0.346</u>	<u>0.369</u>
12	主部材	有	P	横	0.427	0.408	<u>0.427</u>	<u>0.421</u>	<u>0.422</u>	<u>0.410</u>
13	主部材	有	P	縦	0.392	0.379	<u>0.386</u>	<u>0.380</u>	<u>0.352</u>	<u>0.371</u>
13	主部材	有	P	横	0.370	0.342	0.347	0.375	<u>0.334</u>	<u>0.345</u>
14	格子	有	P		<u>0.520</u>	<u>0.508</u>	<u>0.408</u>	<u>0.445</u>	<u>0.403</u>	<u>0.372</u>
17	格子+斜材	有	P		<u>0.626</u>	<u>0.582</u>	<u>0.578</u>	<u>0.559</u>	<u>0.504</u>	<u>0.499</u>
18	格子+斜材	有	P		<u>0.476</u>	<u>0.447</u>	<u>0.405</u>	<u>0.389</u>	<u>0.392</u>	<u>0.372</u>
19	格子+斜材	有	P		0.363	0.353	0.321	0.335	0.307	0.299
20	格子	有	P		0.314	0.307	0.311	0.301	<u>0.336</u>	<u>0.336</u>

TYPE	形状	突起	突起 形状	部材 間隔	設置 方向	すべり摩擦係数					
						20km/h		40km/h		60km/h	
						BF	TF	BF	TF	BF	TF
21	W 形	無		狭	縦	0.294	0.285	0.225	0.202	0.267	0.236
22	W 形	無		広	縦	0.330	0.320	0.259	0.209	0.305	0.244
23	菱形	無		狭	縦	0.439	0.420	0.368	0.307	<u>0.380</u>	<u>0.344</u>
23	菱形	無		狭	横	0.323	0.353	0.271	0.223	<u>0.341</u>	0.301
24	菱形	無		広	縦	<u>0.451</u>	<u>0.450</u>	0.361	0.335	<u>0.416</u>	<u>0.387</u>
24	菱形	無		広	横	0.422	<u>0.442</u>	0.359	0.356	<u>0.428</u>	<u>0.400</u>
23 改	平行四辺形	有	凹	狭	縦	<u>0.585</u>	<u>0.567</u>	<u>0.558</u>	<u>0.447</u>	<u>0.412</u>	<u>0.413</u>
23 改	平行四辺形	有	凹	狭	横	<u>0.614</u>	<u>0.599</u>	<u>0.529</u>	<u>0.521</u>	<u>0.469</u>	<u>0.476</u>
24 改	平行四辺形	有	凹	広	縦	<u>0.605</u>	<u>0.583</u>	<u>0.486</u>	<u>0.481</u>	<u>0.402</u>	<u>0.405</u>
24 改	平行四辺形	有	凹	広	横	<u>0.686</u>	<u>0.649</u>	<u>0.604</u>	<u>0.570</u>	<u>0.515</u>	<u>0.484</u>

R : ロール突起, P : パンチング突起, 凹 : 凹形の窪み

 : 道路構造令の設計値を上回るもの

3.2.4 実験結果のまとめ

通常、すべり摩擦抵抗力はタイヤと路面との接地面積に比例して大きくなるのが一般的である。しかし、今回の結果によると、グレーチングのすべり摩擦抵抗力は、接地面積よりも突起や表面形状等に強く影響を受けている。タイヤの摩擦機構は、凝着せん断 (f_a)、変形によるヒステリシス損失 (f_b)、突起による破壊のための抵抗 (f_c) で分担され、通常路面 (アスファルト路面等) においては、乾燥では f_a が摩擦の主体であり、湿潤では f_a と f_b が摩擦の主体となっていると言われている¹⁾。しかし、グレーチングの場合は、設置面積が少ないことから f_a よりも f_b や f_c が大きく作用しており、さらに横部材によるせん断抵抗 (f_c') も作用していると考えられる。なお、 f_c と f_c' は本質的に同じ性質のものかもしれないが、現段階では分けて扱うものとする。

グレーチングの摩擦向上を考える場合、 f_a の働きに期待した改良も考えられるが、グレーチングは風を通すこと、軽量化によってコストを減らすことが目的であり、 f_a に期待して接地面積を増やすことは望ましくない。従って、 f_b 、 f_c 、 f_c' の単独の働き、または相互作用に着目する必要があると考えられる。今回の結果に照らして考えると、格子形状と格子+斜材形状 (以下、「格子形状等」と略す) 及び平行四辺形のすべり摩擦係数が大きくなっていた。格子形状等は横部材と突起があることから、 f_c と f_c' の相互作用により大きなすべり摩擦係数が得られていると考えられる。それに対して平行四辺形は、横部材がなく、突起数 (凹形の窪み数) も格子形状等よりも少ないことから、タイヤのヒステリシスを促す作用が働いていると考えられる。すなわち、 f_b と f_c の相互作用により大きなすべり摩擦係数が得られていると考えられる。

格子形状等や平行四辺形のグレーチングは、すべり摩擦性能の面では優れているといえる。また、格子形状等は部材数が少なく製作も比較的容易なことから低コストであること、平行四辺形は格子形状等よりも突起 (凹形の窪み) が少ないことなどからタイヤのすりへりが少ないことが利点といえる。しかし、実際の自動車走行、製作コスト等を考慮すると、格子形状等は摩擦の主体が f_c と f_c' であることから、特に乾燥制動時のタイヤへの影響 (極端なすりへり) が課題であり、一方の平行四辺形は部材数が多く製作も容易ではないことから、コストへの影響 (コスト増) が課題となる。

3.3 今後の課題

今後は、格子形状等の突起が走行に及ぼす影響、平行四辺形の構造等に関する詳細な研究を行う必要がある。また、3章のすべり摩擦試験は 2m 長の試験体で行った簡易試験であるため、あまり正確にすべり摩擦性能をとらえていない可能性もある。よって、今後は信頼性のあるデータを得るとともに高速時の制動や車線変更時を想定したすべり摩擦特性調査も行う必要がある。

一般的な舗装であれば、すべり摩擦試験の結果から道路材料としての適用性を評価することができるが、グレーチングに関してはその特殊性からドライバーの運転特性等を考慮して、実車走行による評価試験を行う必要がある。その際には、直進走行時、加速時、制動時、車線変更時等の多くの状況を想定して走行安全性の検証等を行い、グレーチングの適用性を評価する必要がある。

参考文献

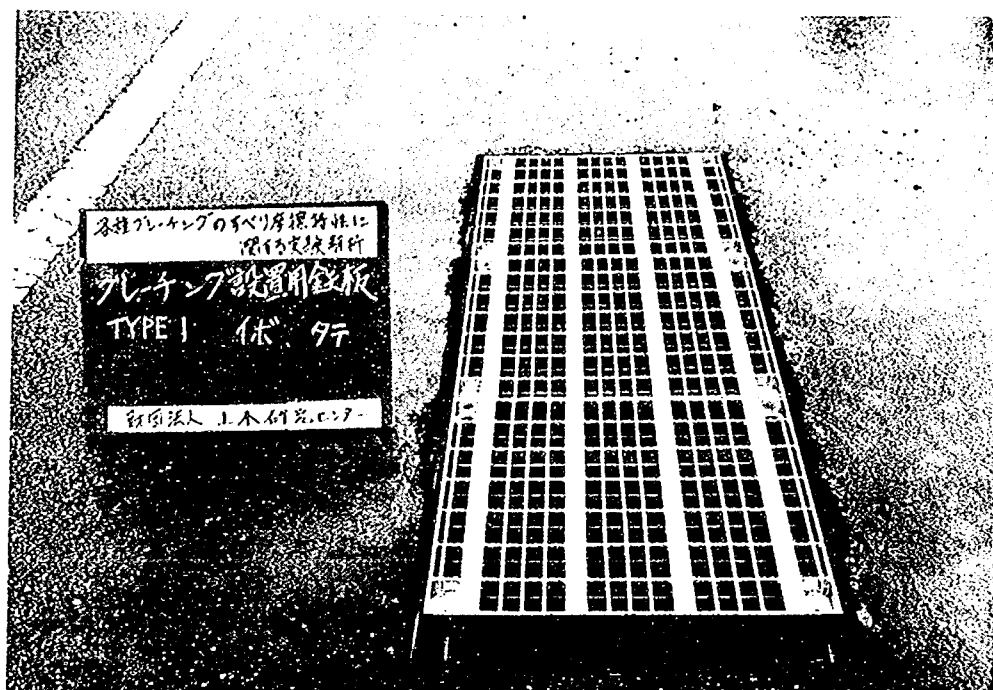
- 1)市原薫, 小野田光之:路面のすべりとその対策, 平成9年3月, 技術書院, pp.12～15
- 2) (社) 日本道路協会:道路構造令の解説と運用, 昭和58年2月, p.256

卷 末 資 料

- 1. グレーチング寸法等…………… 1
- 2. 測定タイヤ……………44

1. グレーチング寸法等

TYPE 1 突起有り



静止摩擦系数

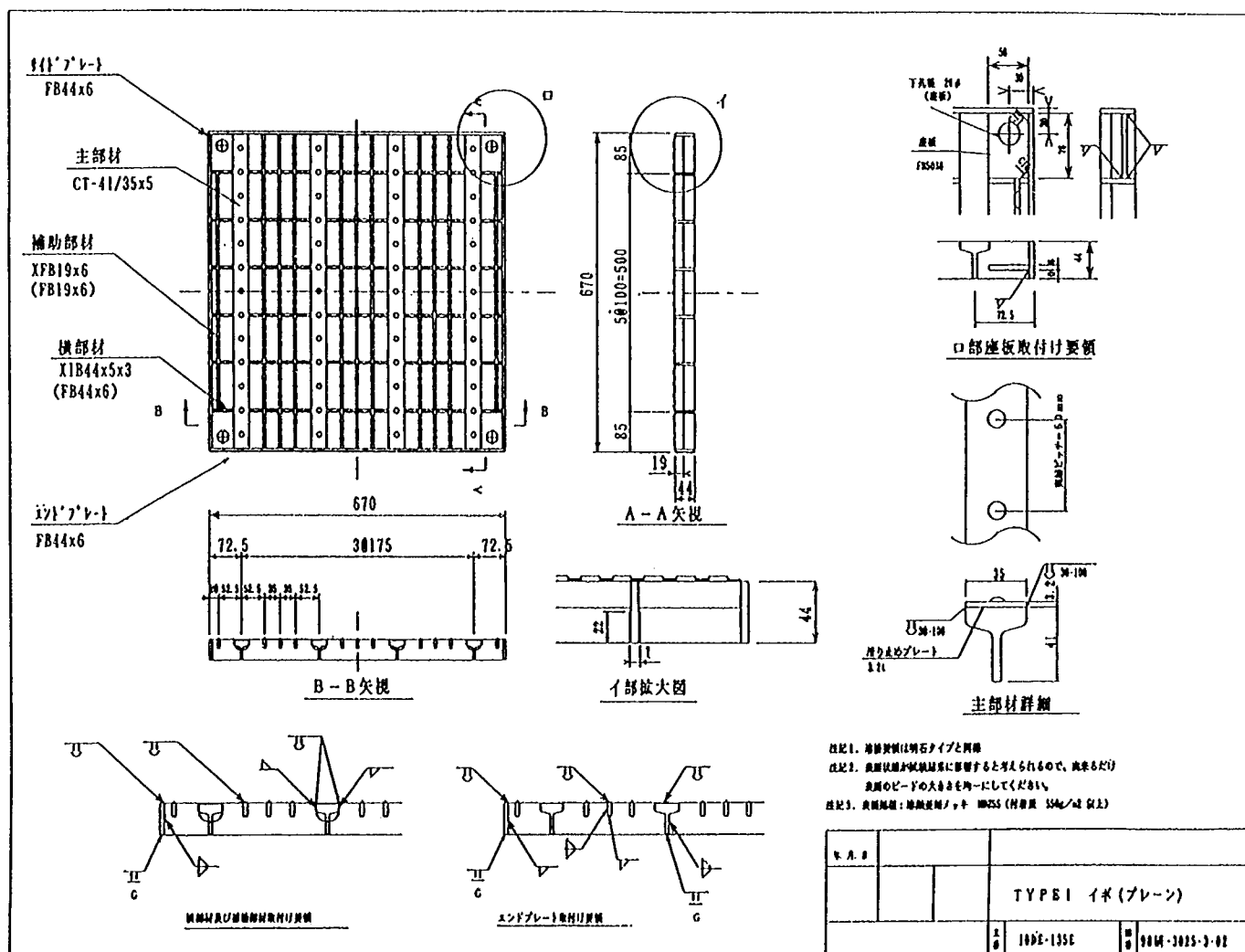
		タ「レ」シク「ク」設置方向	
		縦	横
主リップ	ピーク値	0.89	0.87
	スリップ値	0.61	0.63
副リップ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定クイヤ：スムーズ

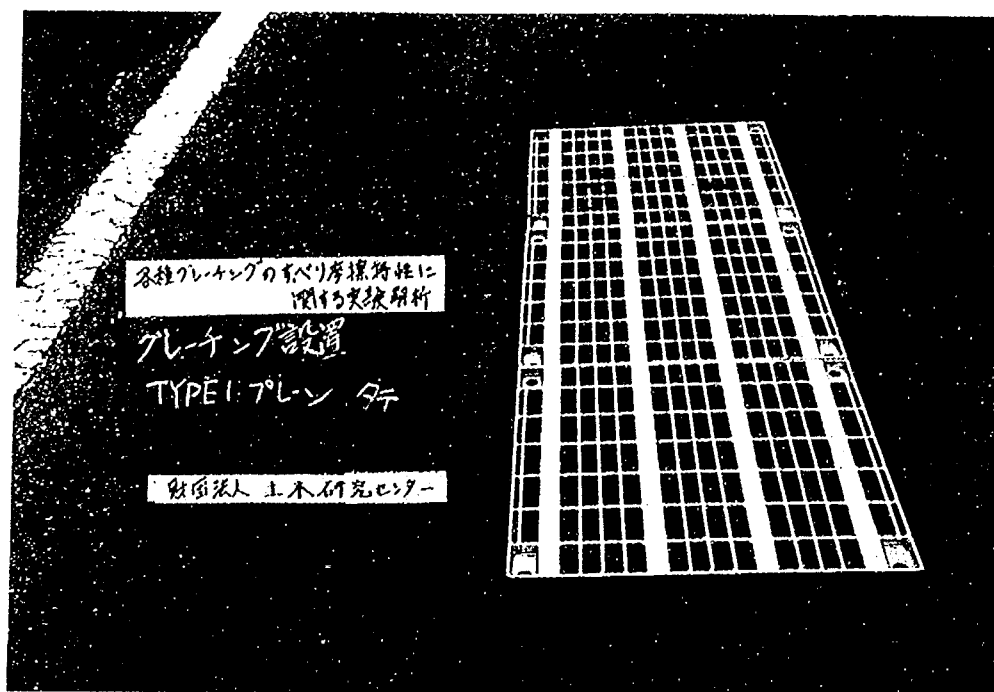
動摩擦係數

	クレーンク 設置方向	
	縦	横
20km/h	--	--
40km/h	--	--
60km/h	--	--

※測定タイヤ：リブ



TYPE 1 突起無し



静止摩擦系数

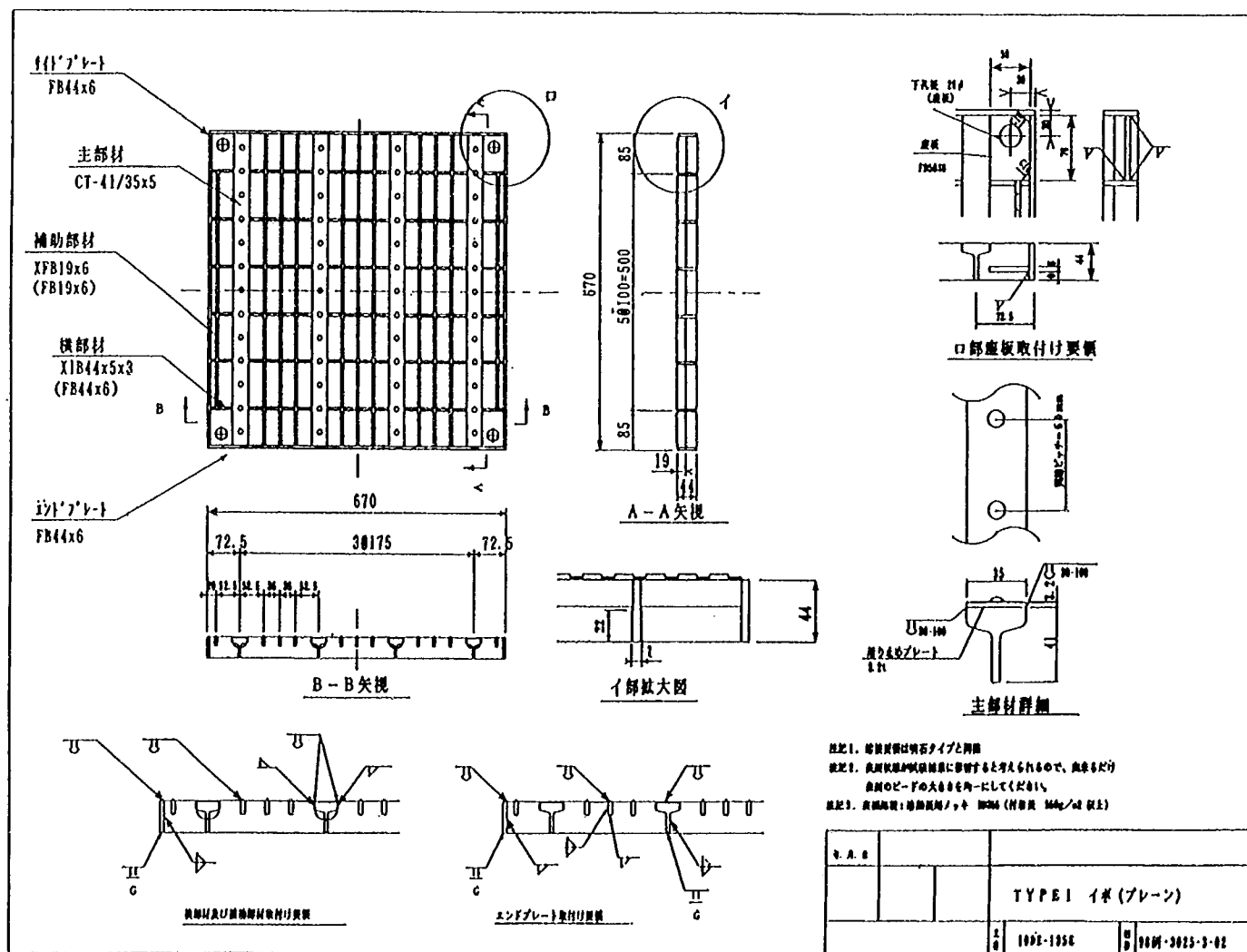
		グーテンク 設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	0.81	0.95
	スリップ値	0.44	0.51
副リブ	ピーク値	--	--
	スリップ値	--	--

※測定タイヤ：スムーズ

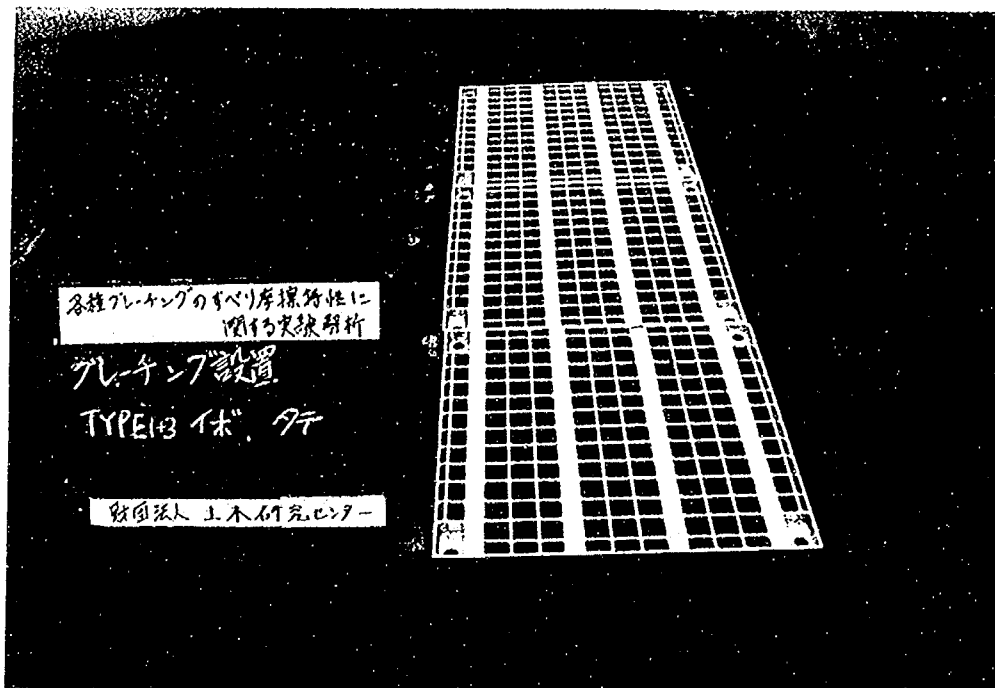
動摩擦係数

	グーディング設置方向	
	縦	横
20km/h	〃	〃
40km/h	〃	〃
60km/h	〃	〃

※測定タイヤ：リブ



TYPE 1+3 突起有り



静止摩擦係數

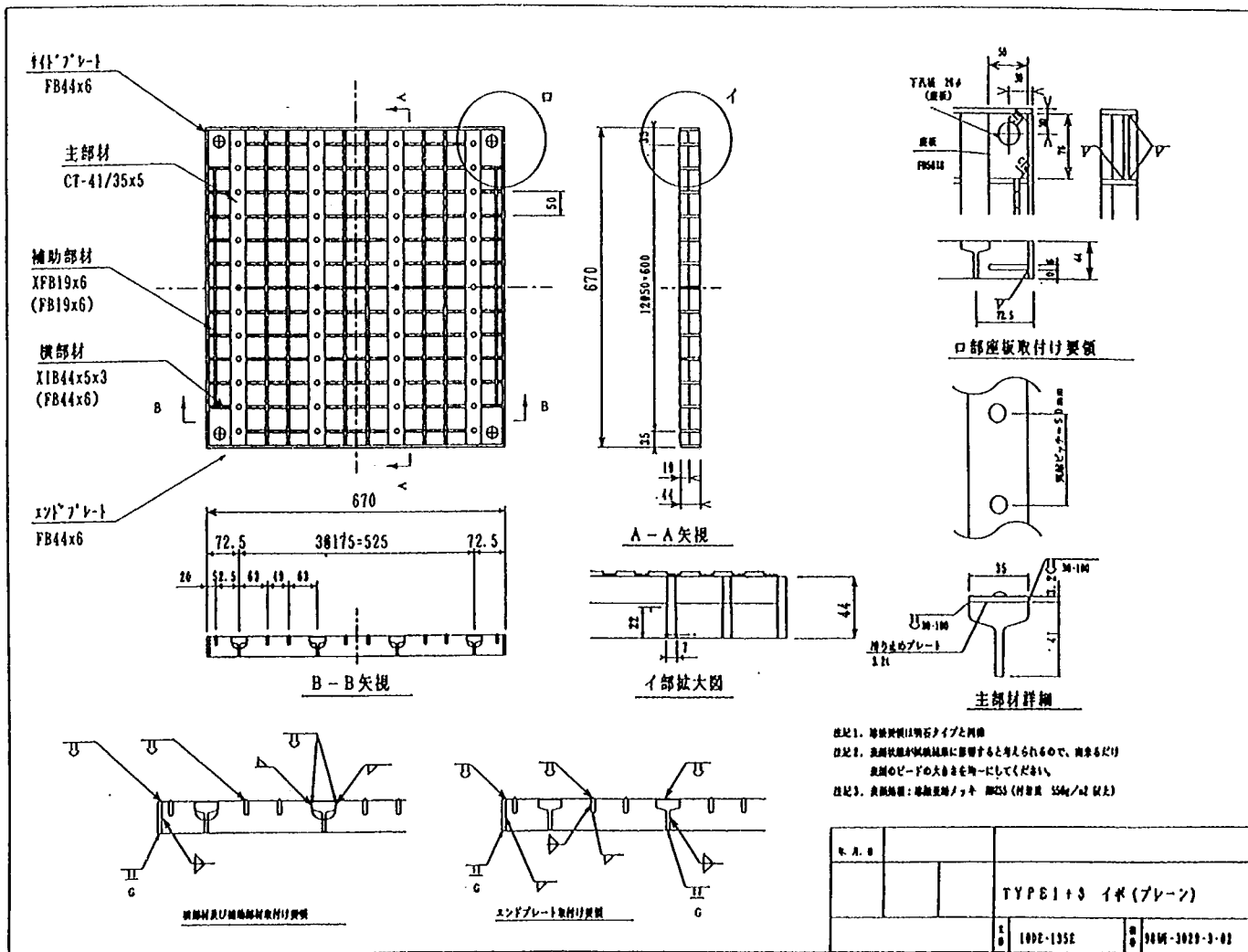
		グレイシング 殺菌方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	0.92	0.90
	スリップ値	0.62	0.67
副リブ	ピーク値	--	--
	スリップ値	--	--

※測定タイヤ：スムーズ

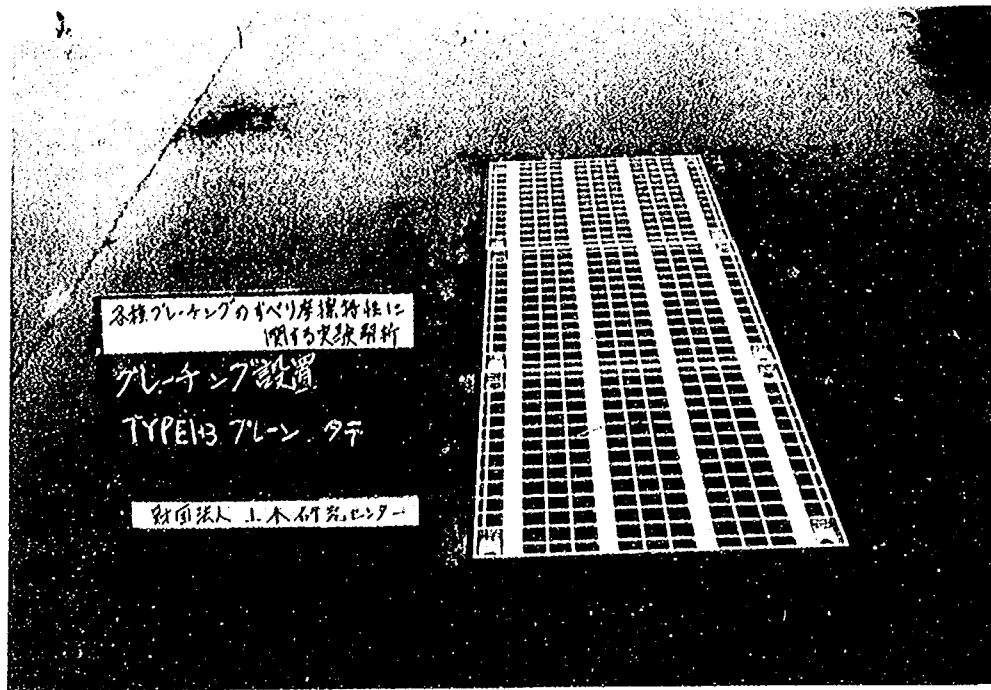
動摩擦係数

	ｸﾞﾚｰﾅﾝｸﾞ 設置方向	
	縦	横
20km/h	0.42	0.36
40km/h	0.35	0.29
60km/h	0.41	0.37

※測定タイヤ：リブ



TYPE 1+3 突起無し



静止摩擦係数

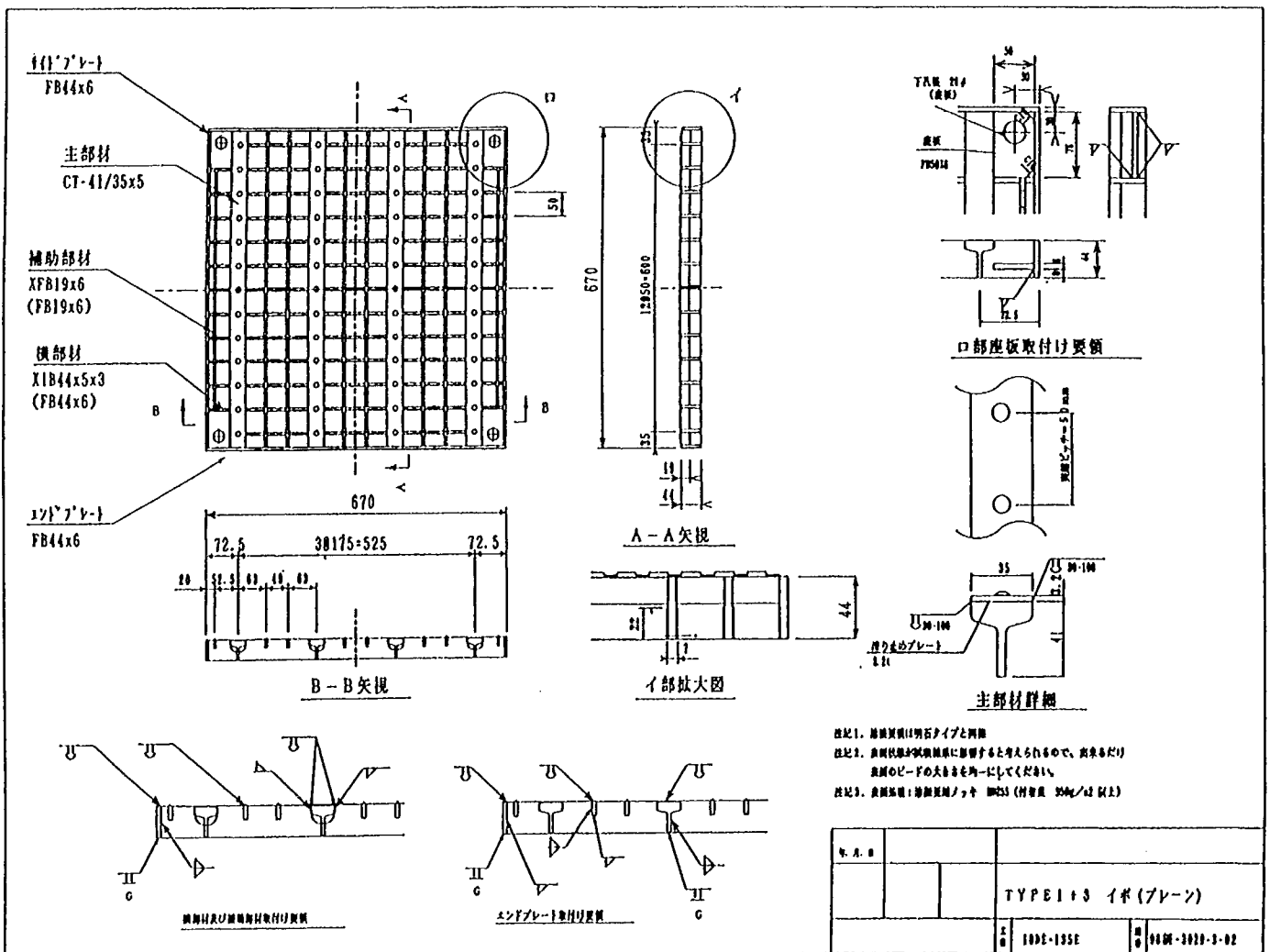
		グレーチング設置方向	
		縦	横
主リップ	ピーク値	0.79	0.93
	スリップ値	0.45	0.44
副リップ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定タイヤ：スムーズ

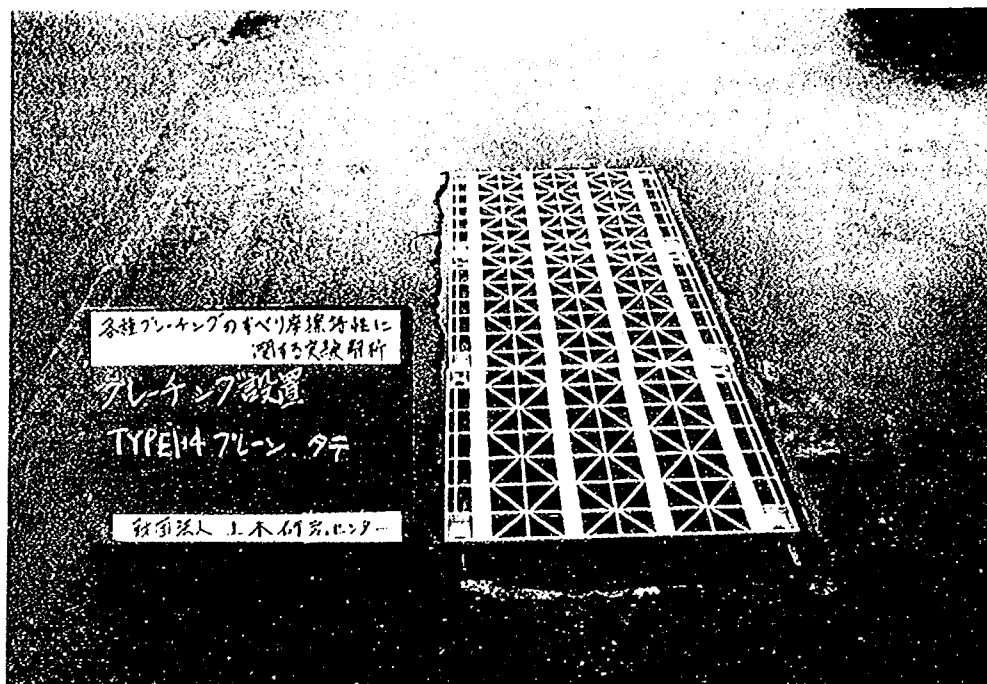
動摩擦係数

		グレーチング設置方向	
		縦	横
20km/h		—	—
40km/h		—	—
60km/h		—	—

※測定タイヤ：リップ



TYPE 1+4 突起無し



静止摩擦系数

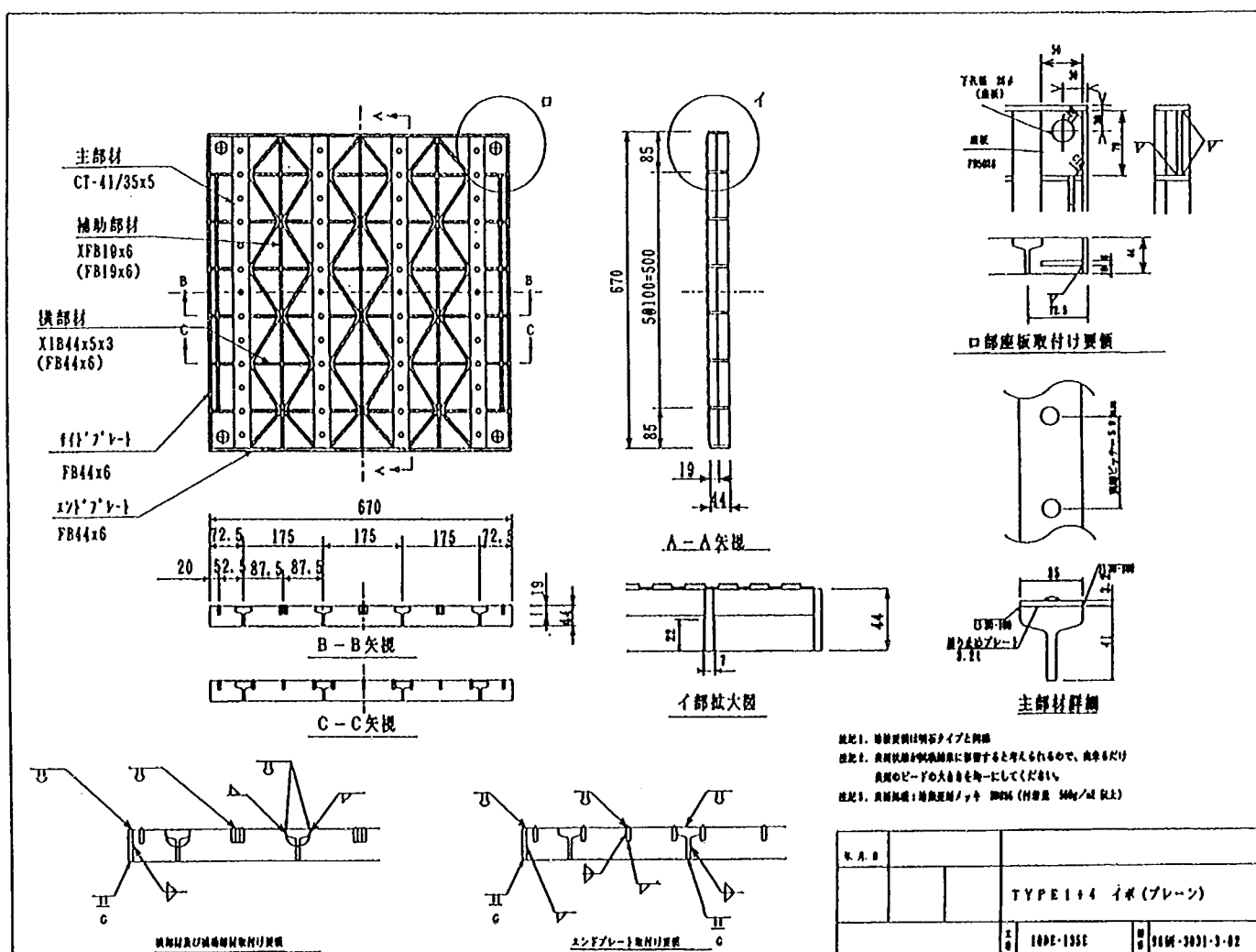
		ゲージの設置方向	
		縦	横
主リップ	ピーク値	0.92	0.92
	スリップ値	0.55	0.50
副リップ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定クイック：スムーズ

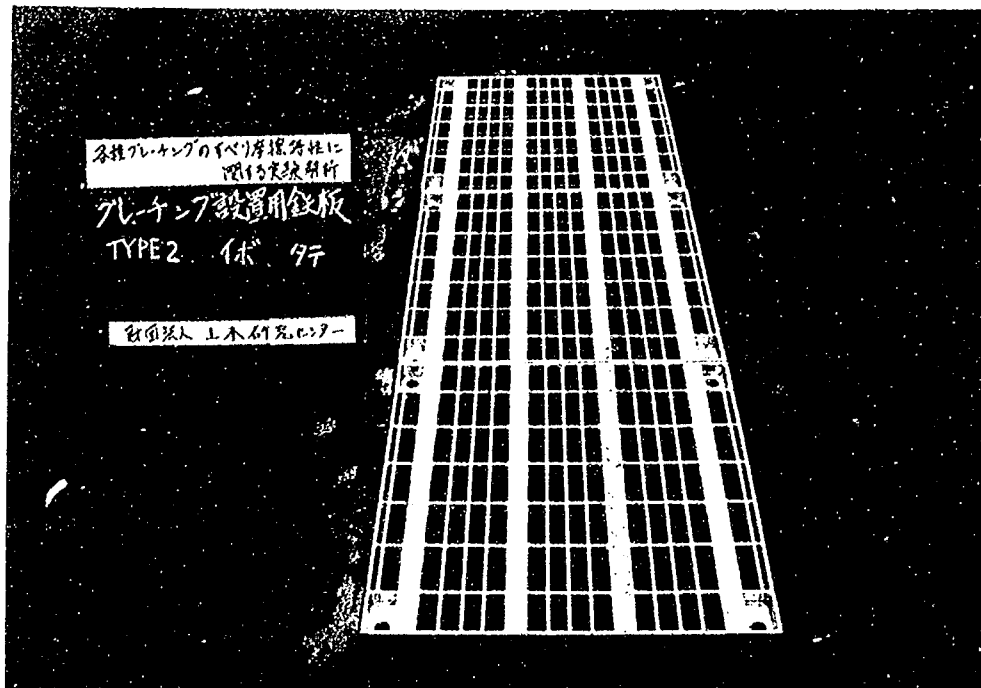
動摩擦係数

	クレーンクレーン設置方向	
	縦	横
20km/h	0.37	0.32
40km/h	0.29	0.25
60km/h	0.28	0.30

※測定クイヤ：リブ



TYPE 2 突起有り



静止摩擦系数

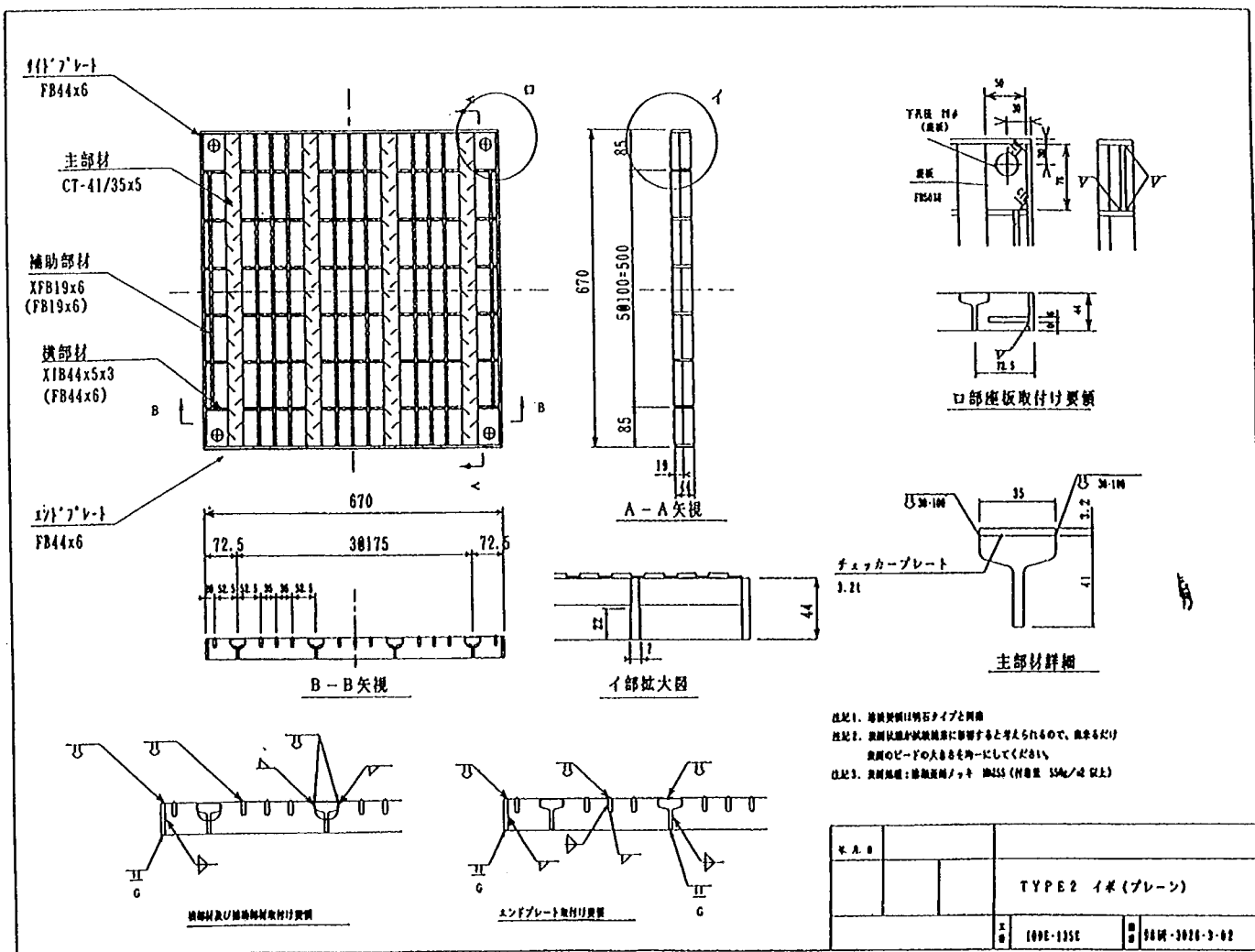
		クレーン設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	0.83	0.91
	スリップ値	0.55	0.56
副リブ	ピーク値	0.93	--
	スリップ値	0.63	--

※測定クイック：スムーズ

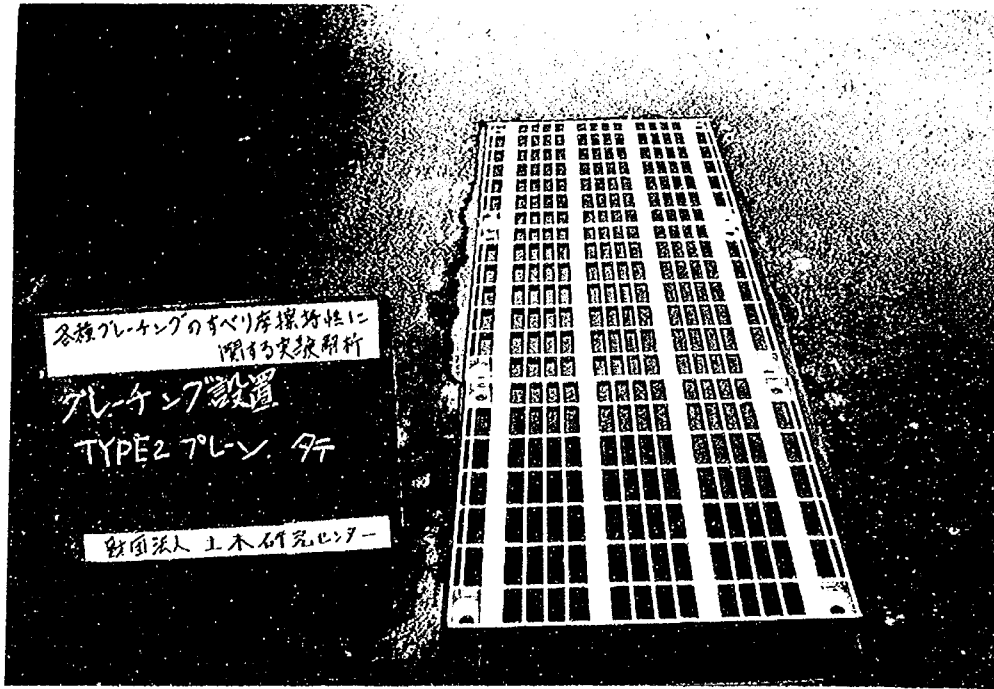
動摩擦係数

	クレーンク 設置方向	
	縦	横
20km/h	—	—
40km/h	—	—
60km/h	—	—

※測定タイヤ：リブ



TYPE 2 突起無し



静止摩擦係数

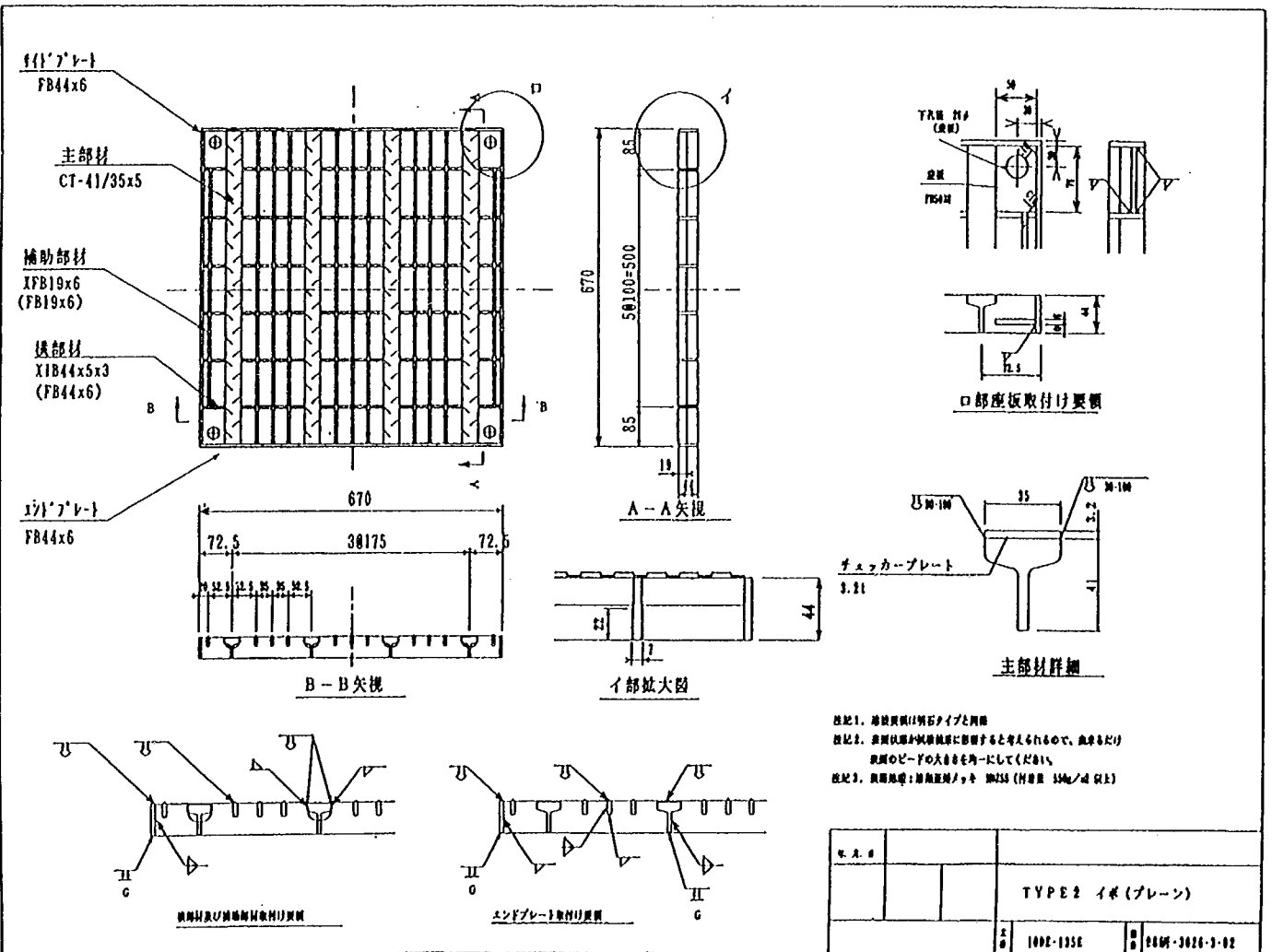
		フレンチング設置方向	
		縦	横
主リップ	ピーク値	0.64	0.78
	スリップ値	0.60	0.50
副リップ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定タイヤ：スムーズ

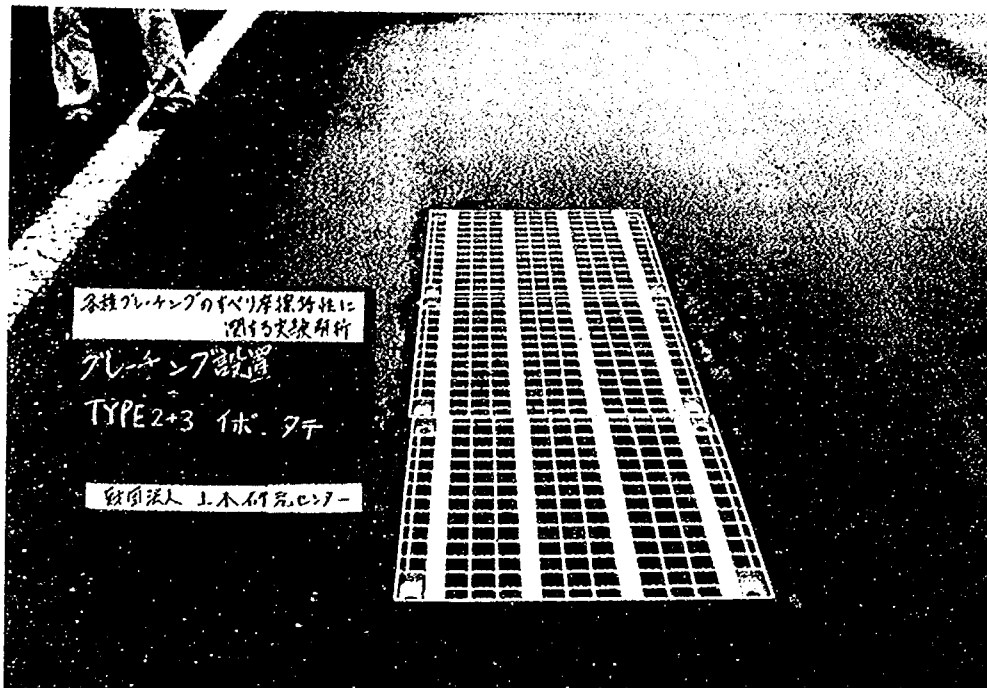
動摩擦係数

		フレンチング設置方向	
		縦	横
20km/h		—	—
40km/h		—	—
60km/h		—	—

※測定タイヤ：リブ



TYPE 2+3 突起有り



静止摩擦係数

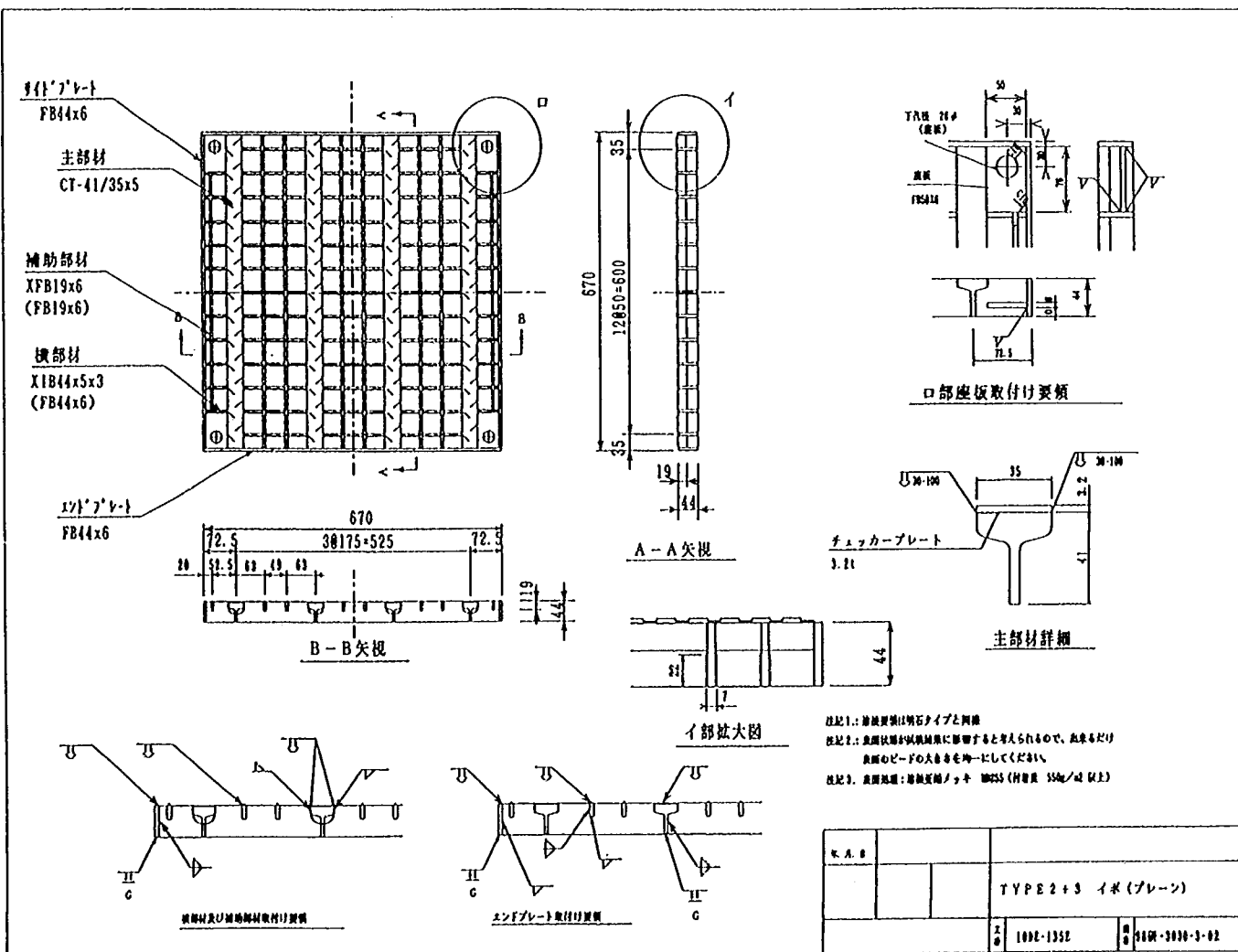
		クレーンク 設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	0.90	0.84
	スリップ値	0.55	0.45
副リブ	ピーク値	--	--
	スリップ値	--	--

※測定タイヤ：スムーズ

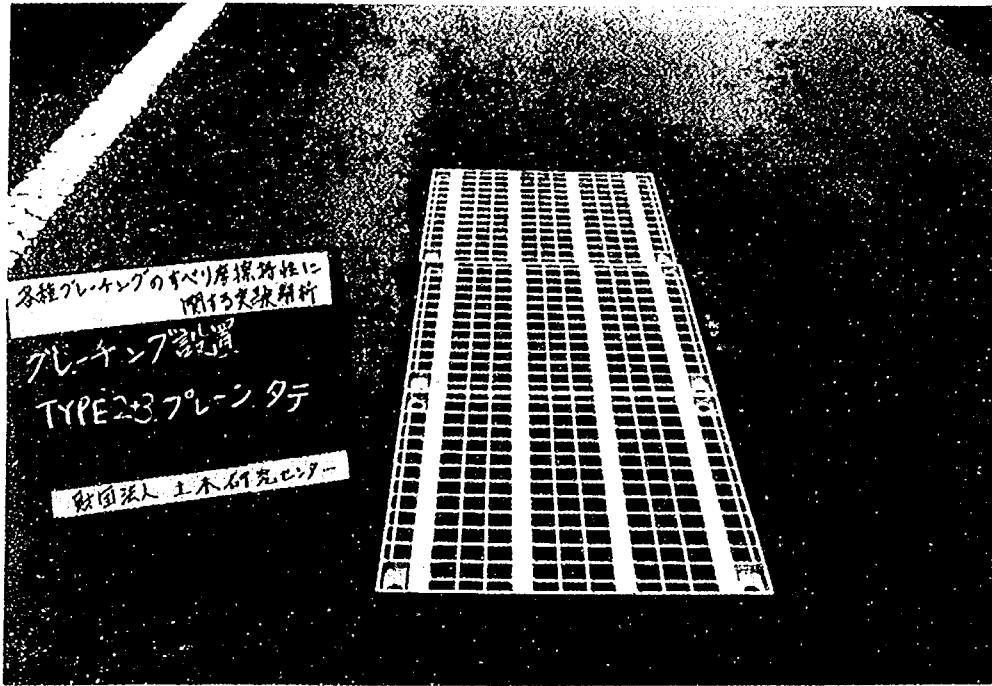
動摩擦係数

	グレーディング設置方向	
	縦	横
20km/h	縦	横
40km/h	縦	横
60km/h	縦	横

※測定クイヤ：リブ



TYPE 2+3 突起無し



静止摩擦係数

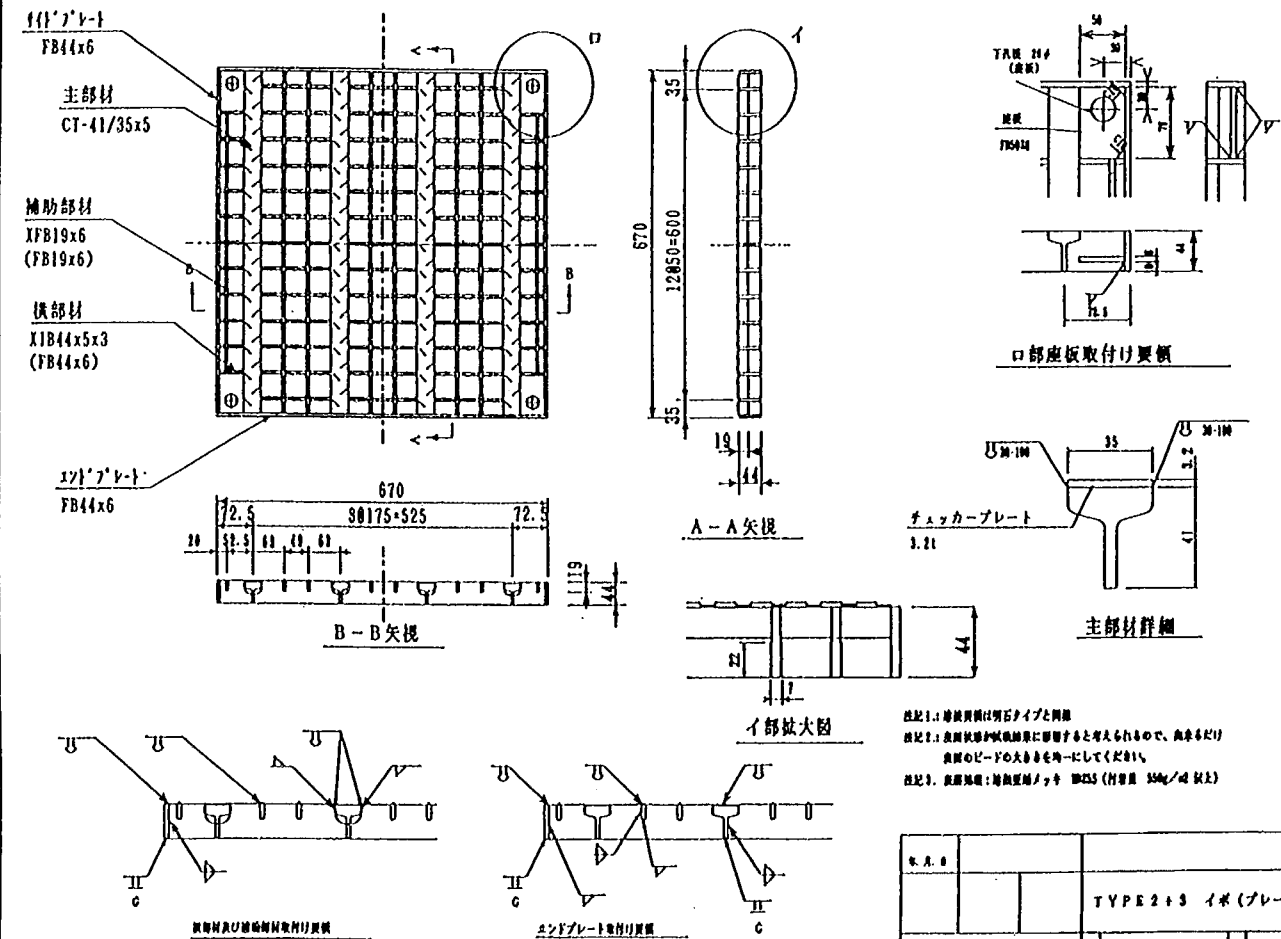
		グレーチング設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	0.66	0.79
	スリップ値	0.36	0.45
副リブ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定タイヤ：スムーズ

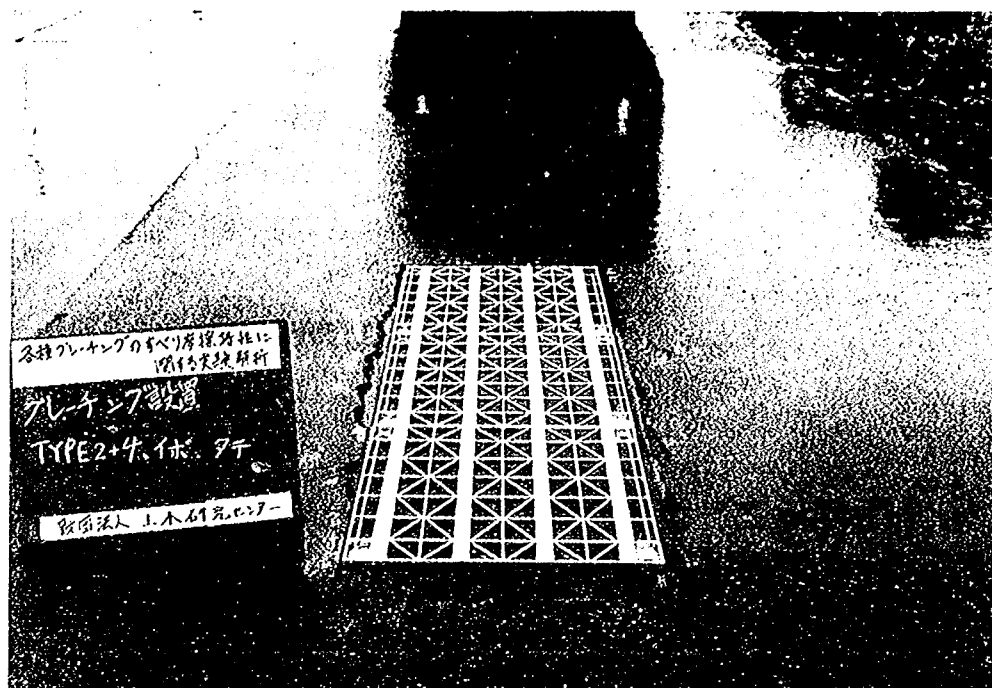
動摩擦係数

		グレーチング設置方向	
		縦	横
20km/h		—	—
40km/h		—	—
60km/h		—	—

※測定タイヤ：リブ



TYPE 2+4 突起有り

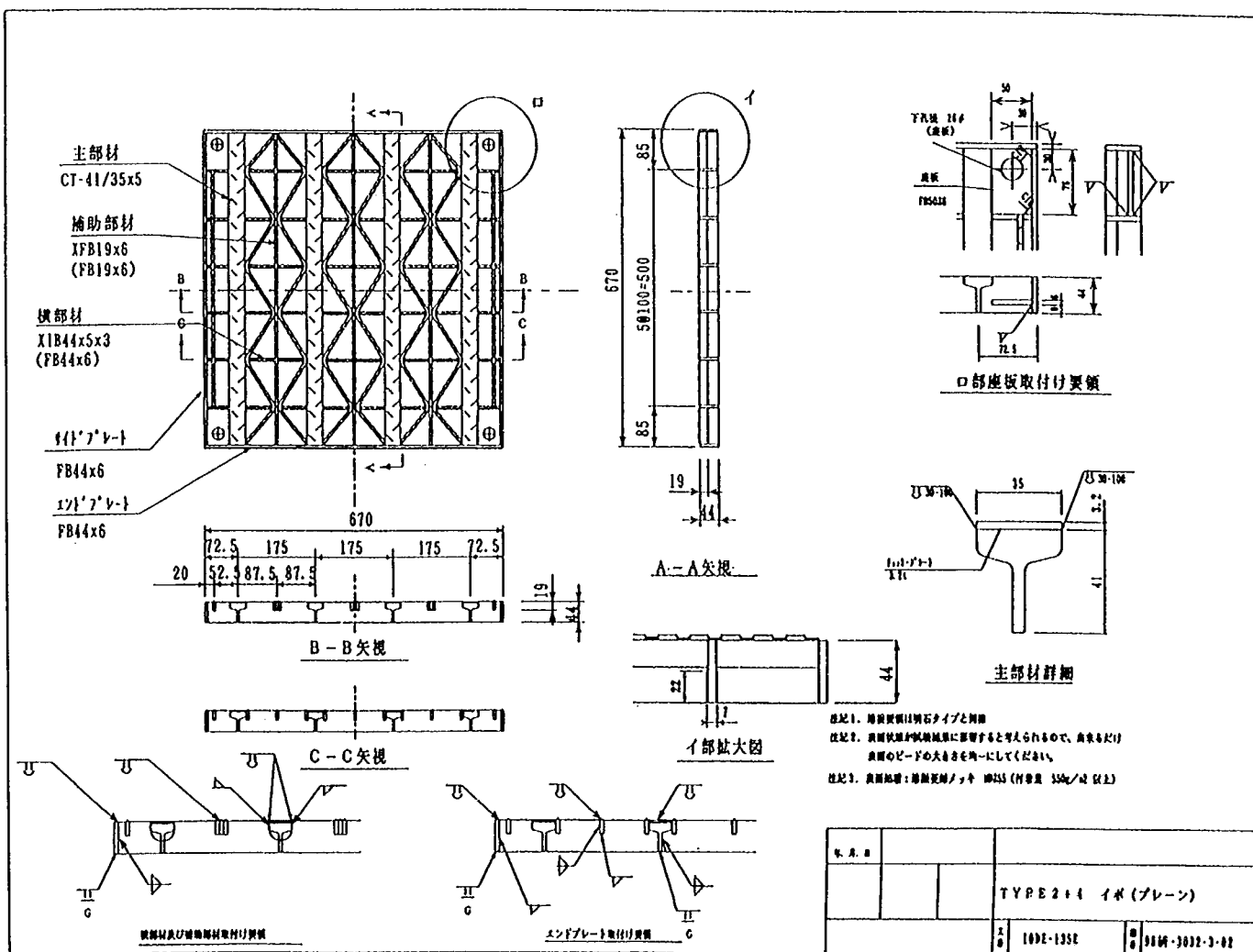


静止摩擦係数		グレーンク 設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	0.81	0.84
	スリップ値	0.51	0.51
副リブ	ピーク値	--	--
	スリップ値	--	--

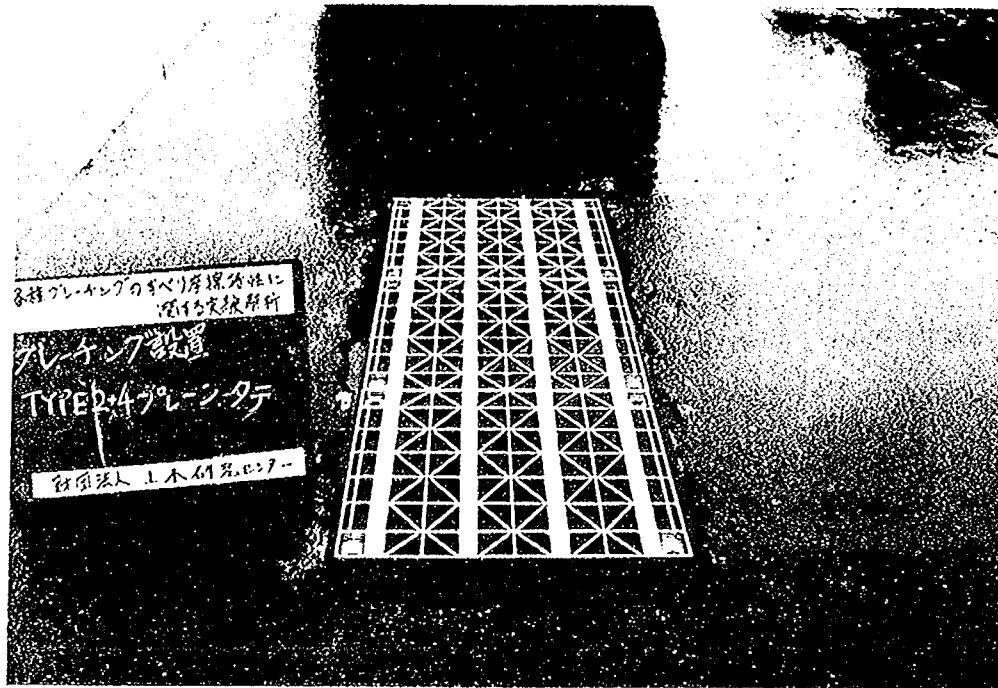
※測定クイヤ：スムーズ

	クレーンク 設置方向	
	縦	横
20km/h	---	---
40km/h	---	---
60km/h	---	---

※測定タイヤ：リブ



TYPE 2+4 突起無し



静止摩擦係数

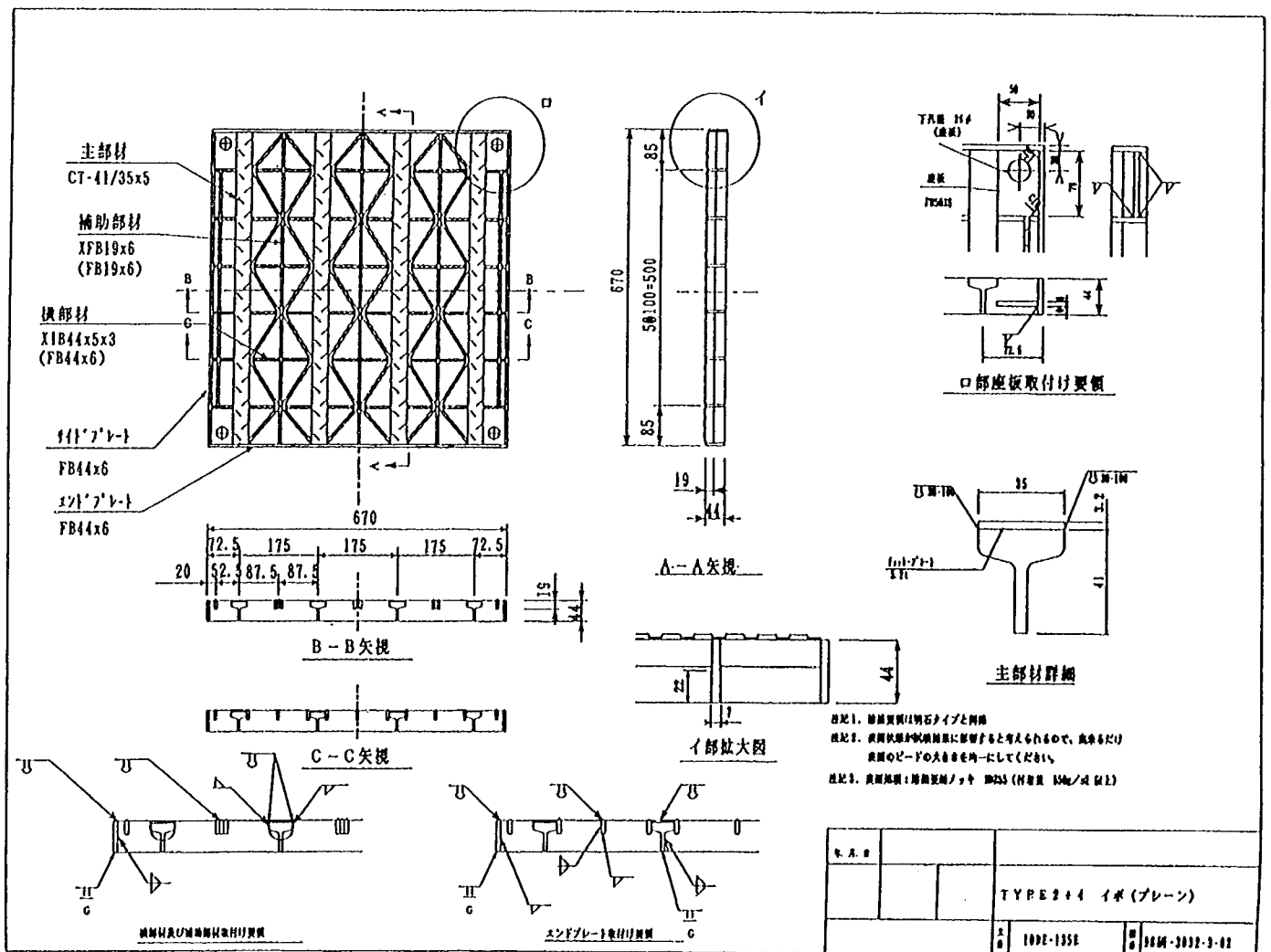
		ブレンク設置方向	
		縦	横
主リップ	ピーク値	0.71	0.82
	スリップ値	0.46	0.41
副リップ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定タイヤ：スモーズ

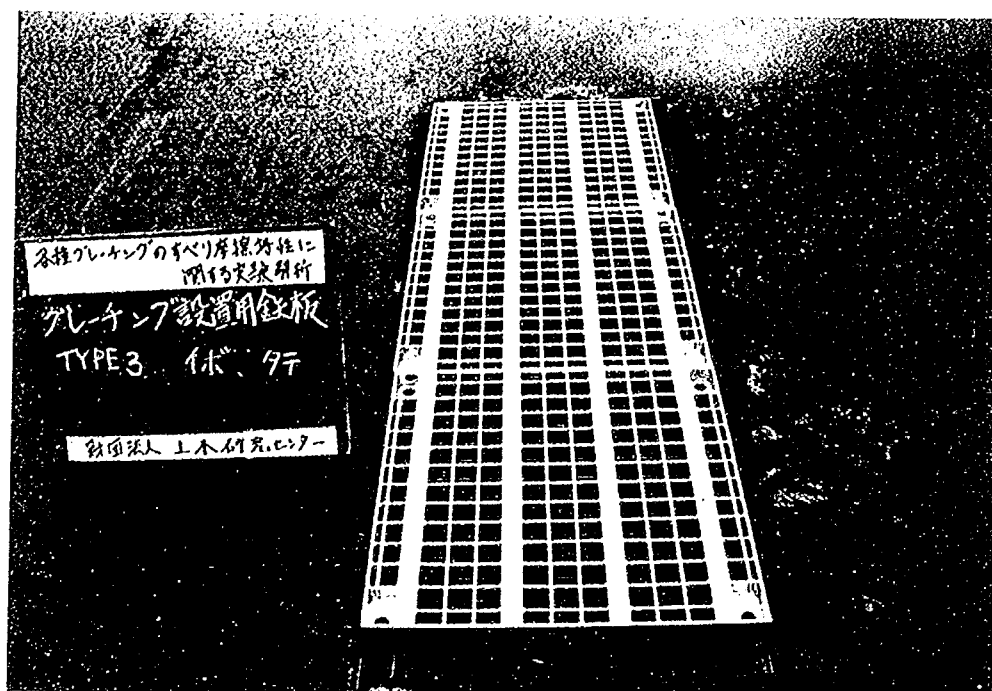
動摩擦係数

		ブレンク設置方向	
		縦	横
20km/h		—	—
40km/h		—	—
60km/h		—	—

※測定タイヤ：リブ



TYPE 3 突起有り



静止摩擦係数

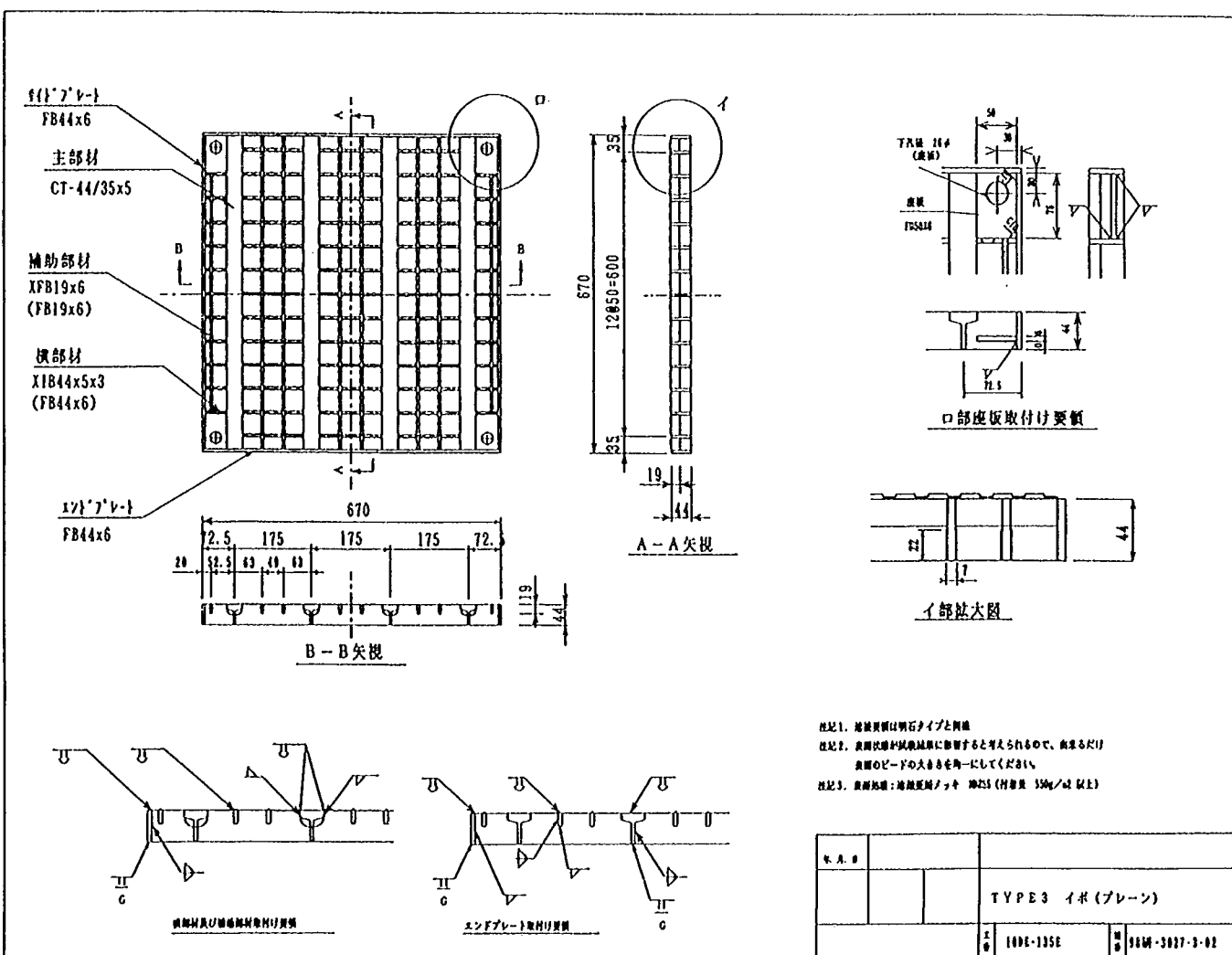
		クレーンク設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	0.71	0.74
	スリップ値	0.60	0.61
副リブ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定タイヤ：スムーズ（標準）

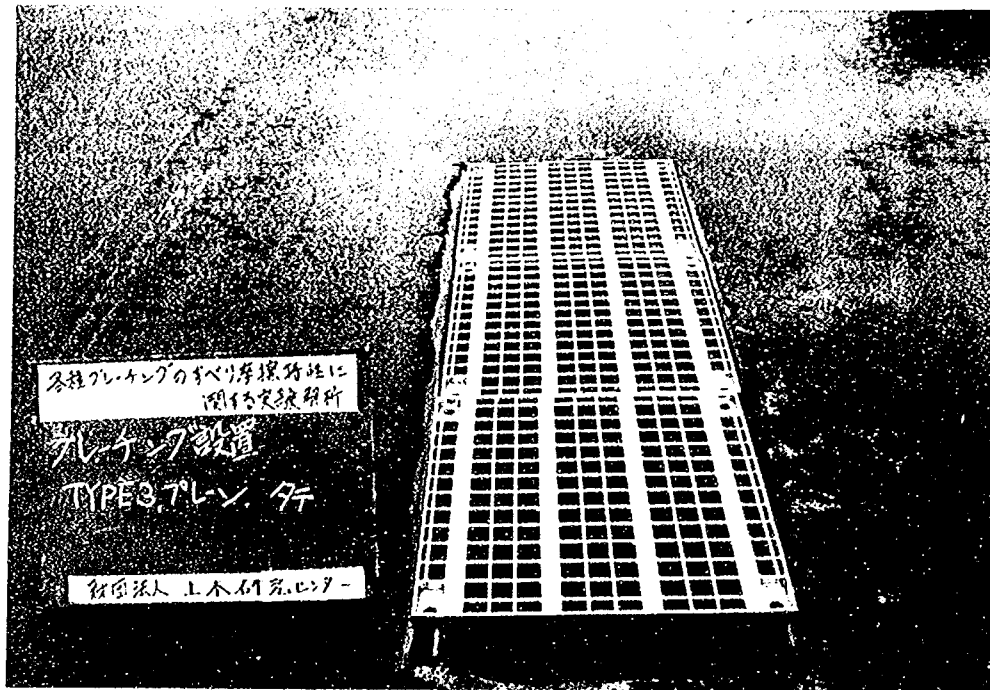
動摩擦係数

		クレーンク設置方向	
		縦	横
20km/h		—	—
40km/h		—	—
60km/h		—	—

※測定タイヤ：リブ（標準）



TYPE 3 突起無し



静止摩擦係数

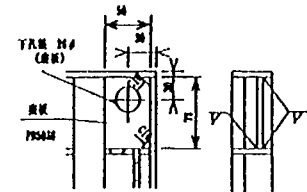
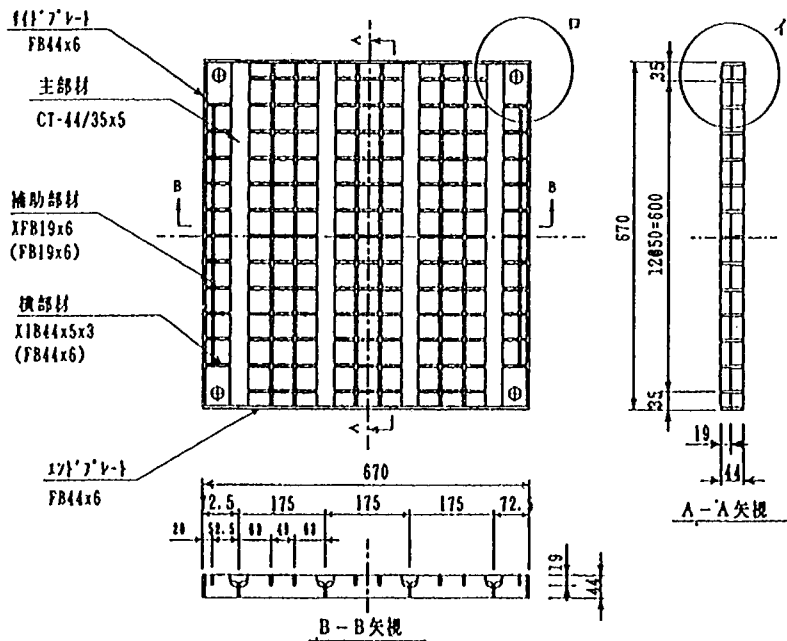
		グレーチング設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	0.78	0.74
	スリップ値	0.48	0.41
副リブ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定タイヤ：スモーズ（標準）

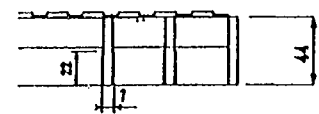
動摩擦係数

		グレーチング設置方向	
		縦	横
20km/h		—	—
40km/h		—	—
60km/h		—	—

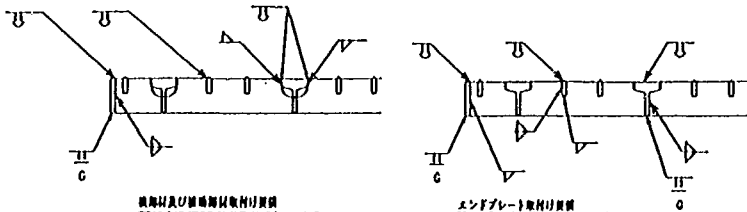
※測定タイヤ：リブ（標準）



口部座板取付け要領



イ部取付要領



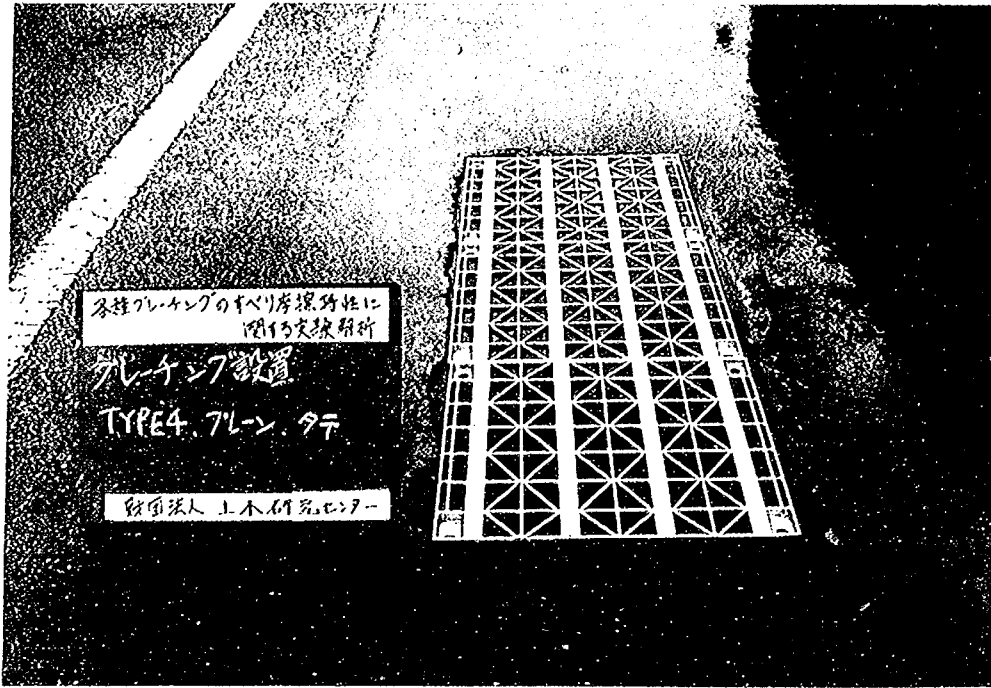
横部材及び補助部材取付け要領

エンドプレート取付け要領

- 図説1. 溝板取付は例石タイプと同様
- 図説2. 表面状態が滑り易い場合に取付すると考えられるので、取付するだけ
- 表面のピークの突起を均一にしてください
- 図説3. 溝板取付：溝板取付ノック 100mm (標準) 50mm/4 (以上)

年 月 日		
		TYPE 3 イボ（プレーン）
	1002-135E	0000-0000-0000

TYPE 4 突起無し



静止摩擦係數

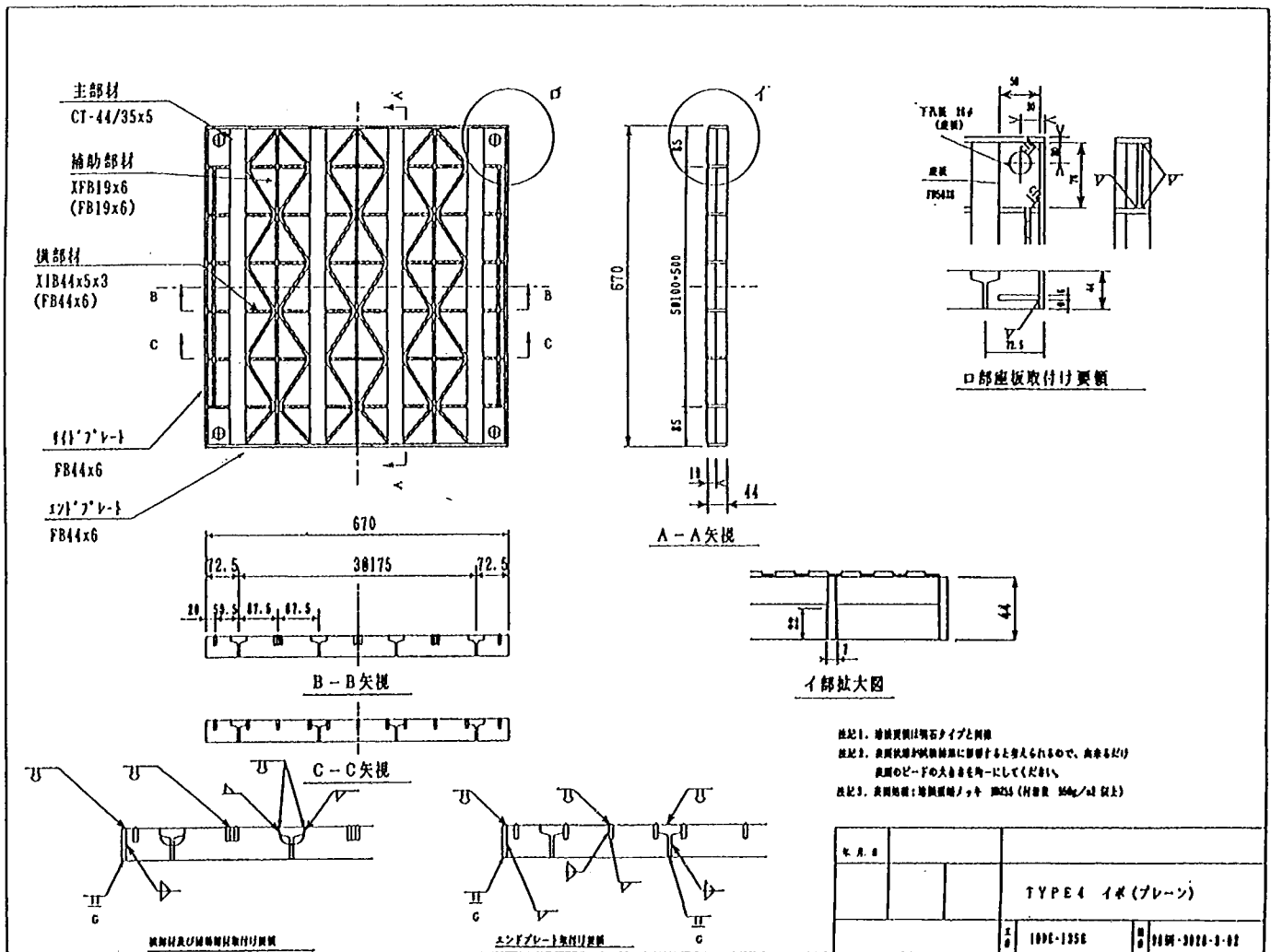
		クレーンク 設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	0.85	0.82
	スリップ値	0.51	0.33
副リブ	ピーク値	--	--
	スリップ値	--	--

※測定タイヤ：スムーズ（標準）

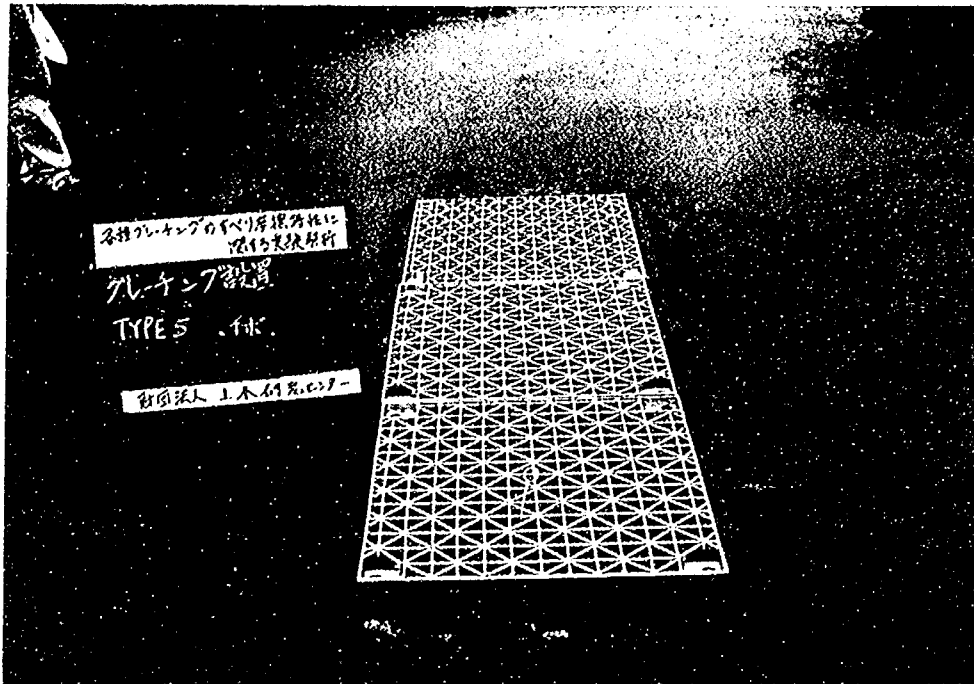
動摩擦係數

	グレースの設置方向	
	縦	横
20km/h	—	—
40km/h	—	—
60km/h	—	—

※測定クイヤ：リブ（標準）



TYPE 5 突起有り



静止摩擦係数

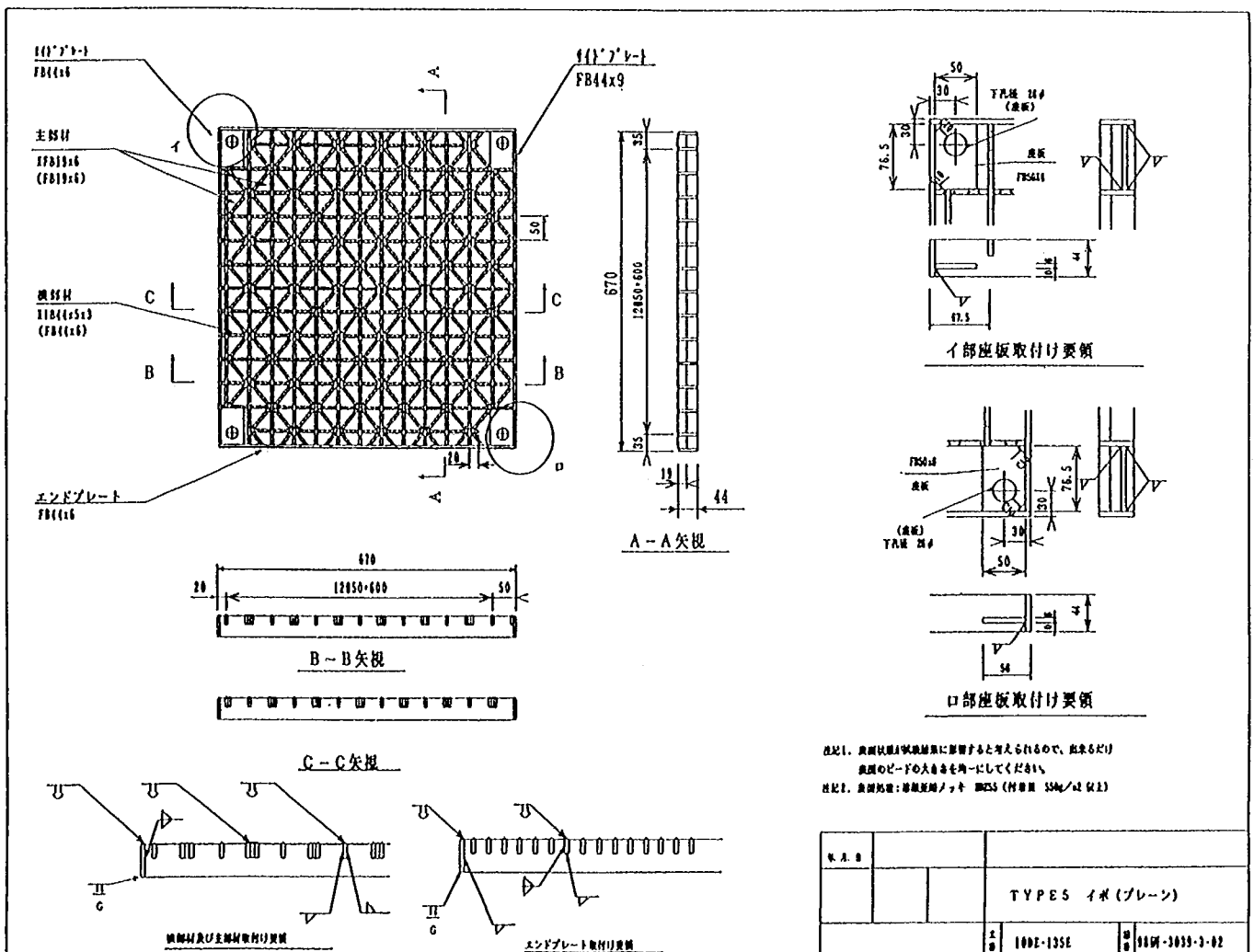
		グレーチング設置方向	
		縦	横
主リップ	ピーク値	0.96	--
	スリップ値	0.58	--
副リップ	ピーク値	--	--
	スリップ値	--	--

※測定タイヤ：スムーズ（標準）

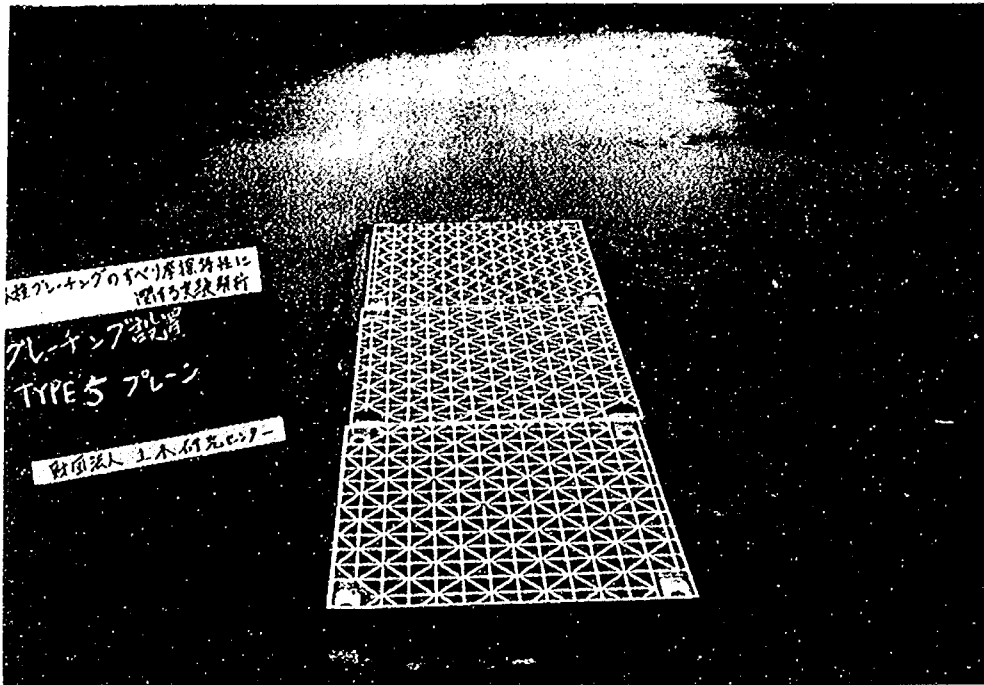
動摩擦係数

		グレーチング設置方向	
		縦	横
20km/h		0.43	--
40km/h		0.36	--
60km/h		0.37	--

※測定タイヤ：リップ（標準）



TYPE 5 突起無し



静止摩擦係数

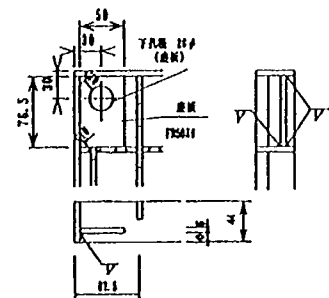
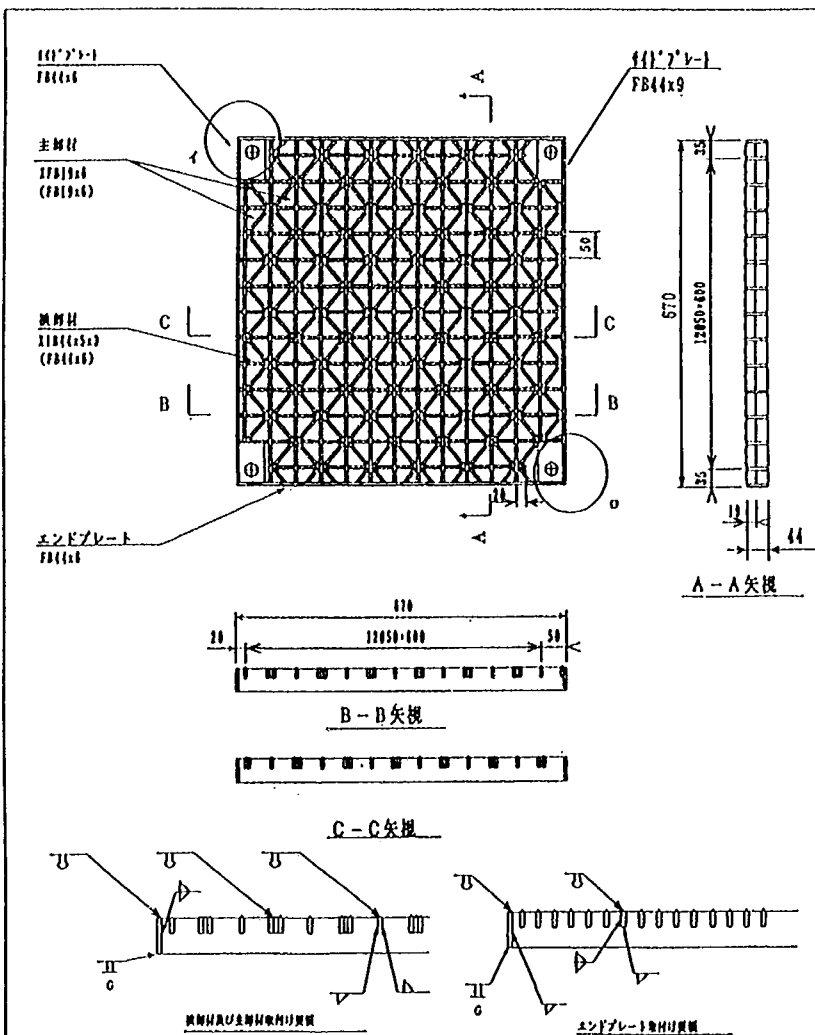
		グレーチング設置方向	
		縦	横
主リップ	ピーク値	0.79	—
	スリップ値	0.28	—
副リップ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定タイヤ：スムーズ（標準）

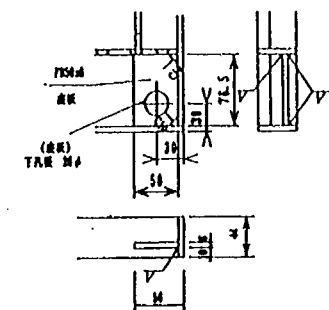
動摩擦係数

		グレーチング設置方向	
		縦	横
20km/h		0.31	—
40km/h		0.25	—
60km/h		0.31	—

※測定タイヤ：リップ（標準）



イ部座板取付け要領



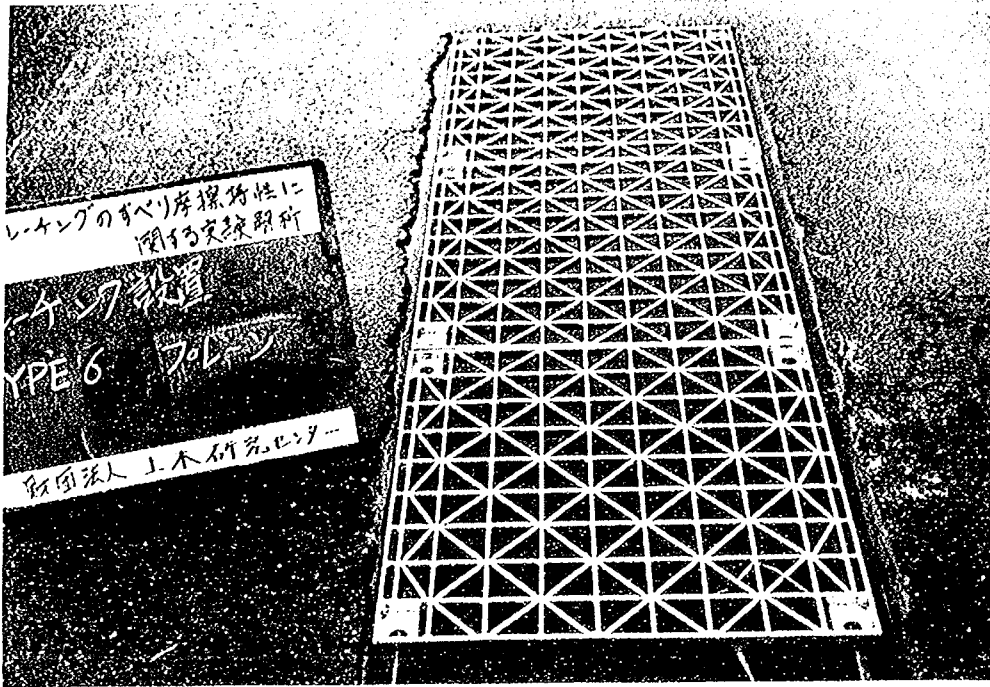
ロ部座板取付け要領

注記1. 座面状態が傾斜面になる場合は、両端6だけ
座面のピークの大きさを均一にしてください。

注記2. 座面材質：鋼板（厚さ 5mm）（材質 55kg/㎡以上）

TYPE 6 イボ（プレーン）	
100E-135E	100E-135E

TYPE 6 突起無し



静止摩擦系数

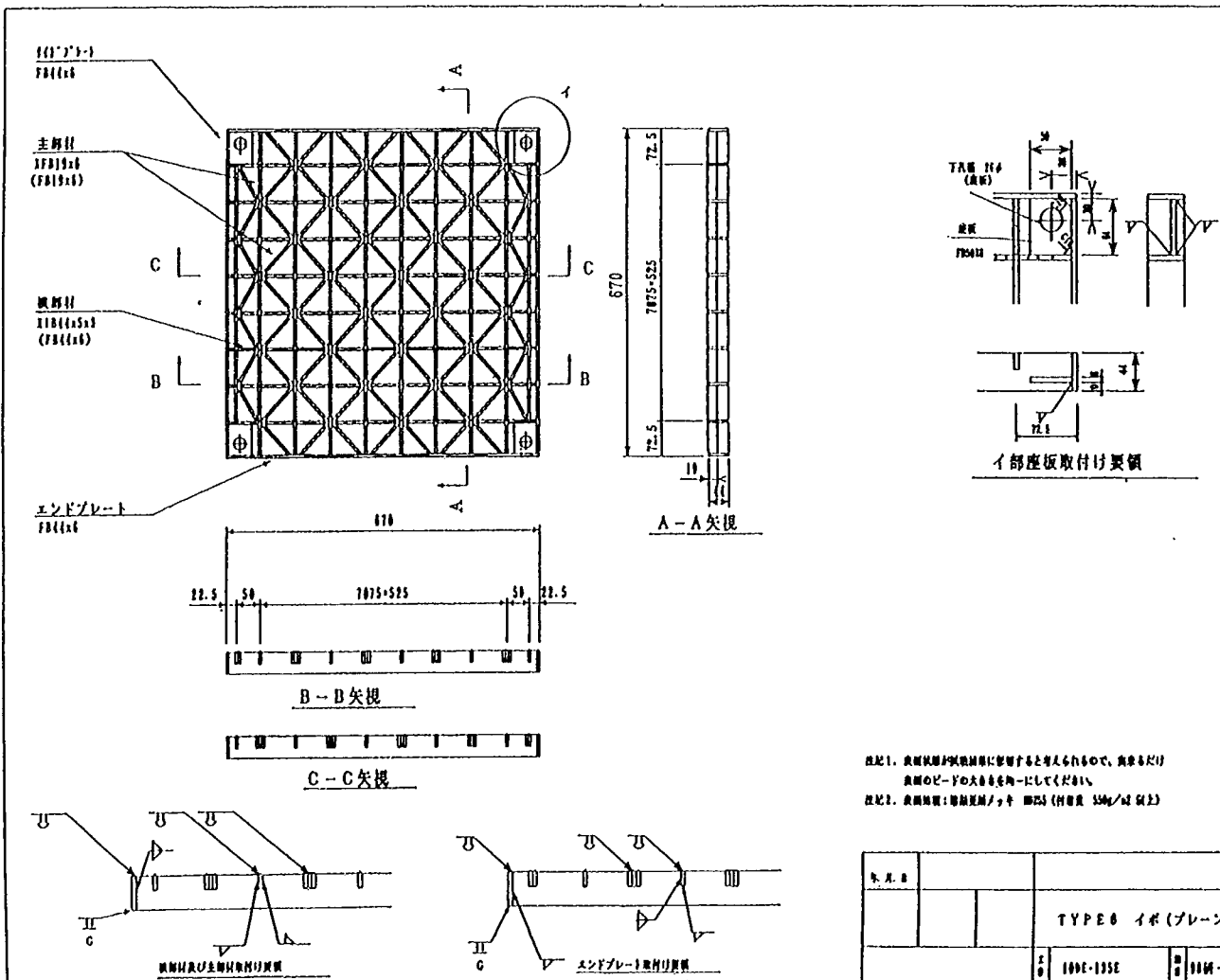
		グーディング* 設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	0.95	--
	スリップ値	0.46	--
副リブ	ピーク値	--	--
	スリップ値	--	--

※測定クイヤ：スムーズ（標準）

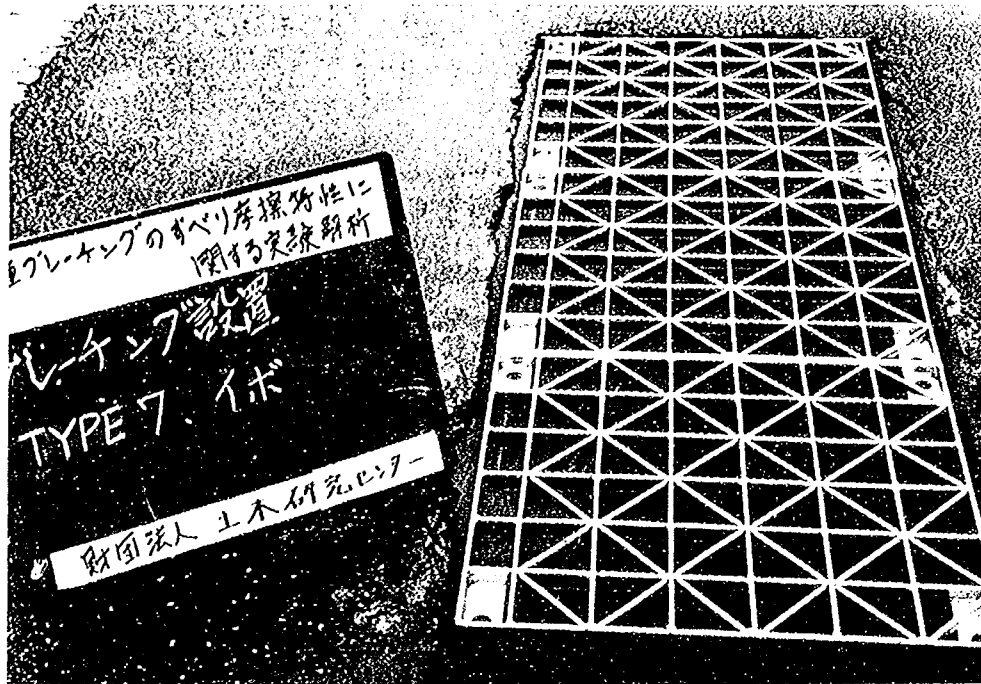
摩擦系数

	クレーンク 設置方向	
	縦	横
20km/h	0.38	—
40km/h	0.35	—
60km/h	0.34	—

※測定クイヤ：リブ（標準）



TYPE 7 突起有り



静止摩擦係数

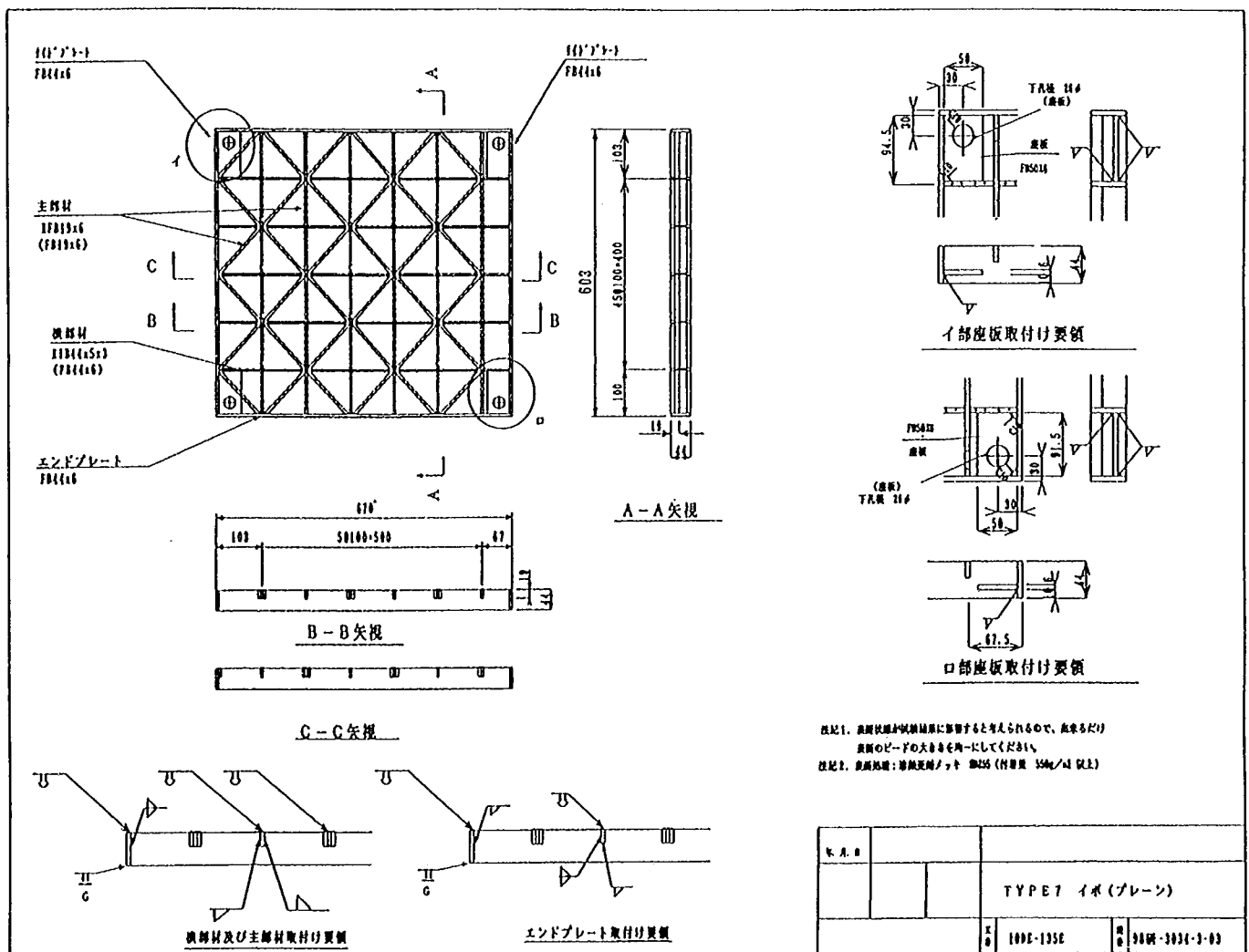
		グレーン設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	0.95	—
	スリップ値	0.67	—
副リブ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定タイヤ：スムーズ（標準）

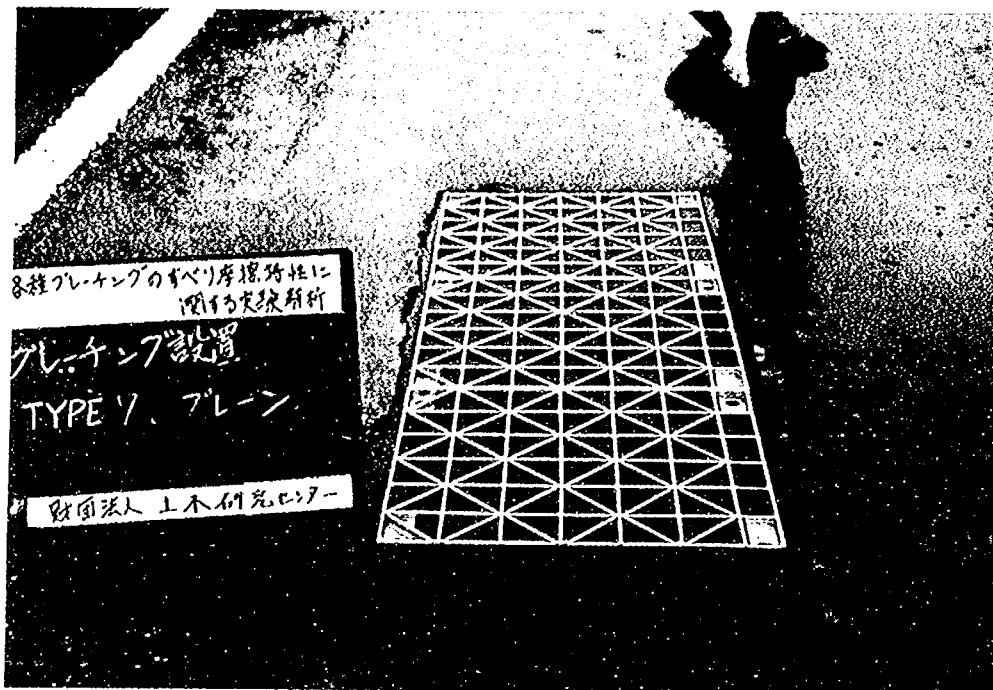
動摩擦係数

		グレーン設置方向	
		縦	横
20km/h		0.44	—
40km/h		0.39	—
60km/h		0.38	—

※測定タイヤ：リブ（標準）



TYPE 7 突起無し



静止摩擦係數

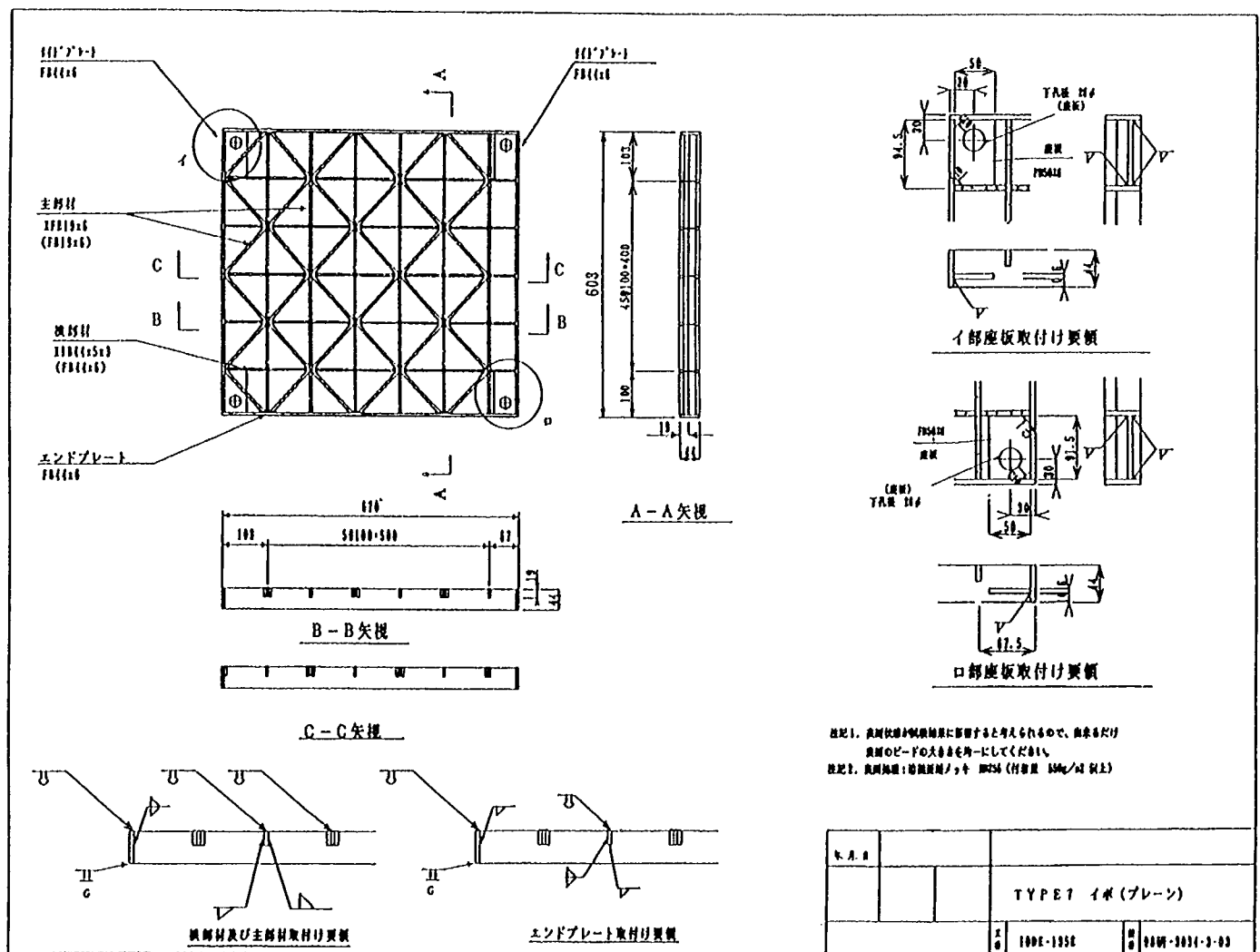
		クレーンク 設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	0.95	—
	スリップ値	0.54	—
副リブ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定タイヤ：スムーズ（標準）

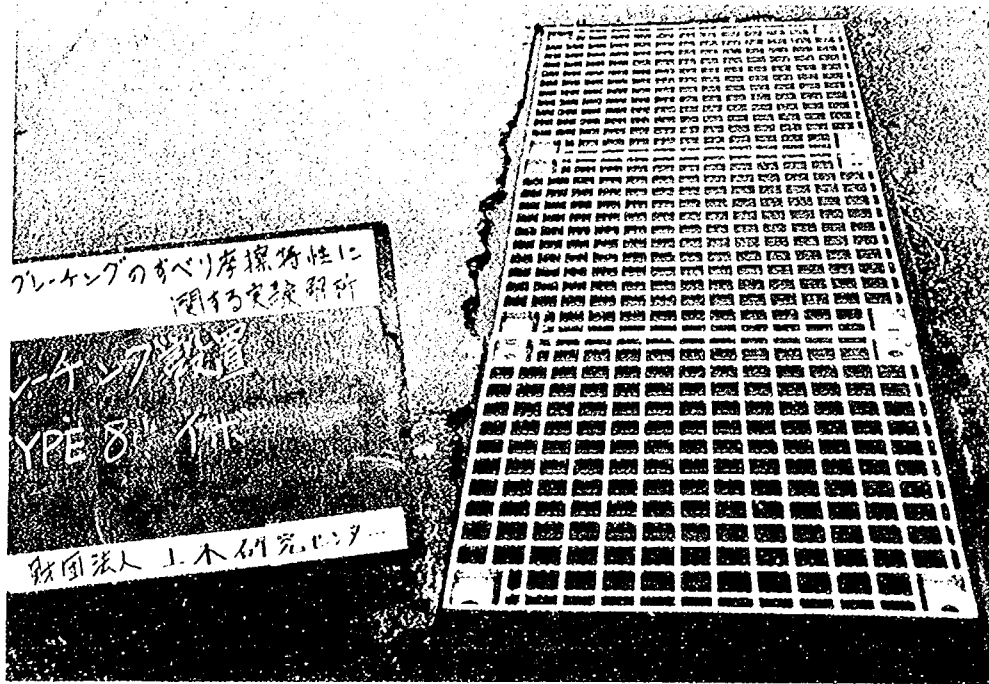
動摩擦係數

	クレーン設置方向	
	縦	横
20km/h	0.29	---
40km/h	0.22	--
60km/h	0.26	---

※測定クイヤ：リブ（標準）



TYPE 8 突起有り



静止摩擦係数

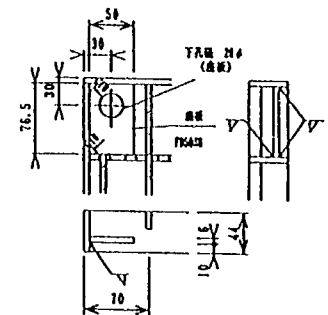
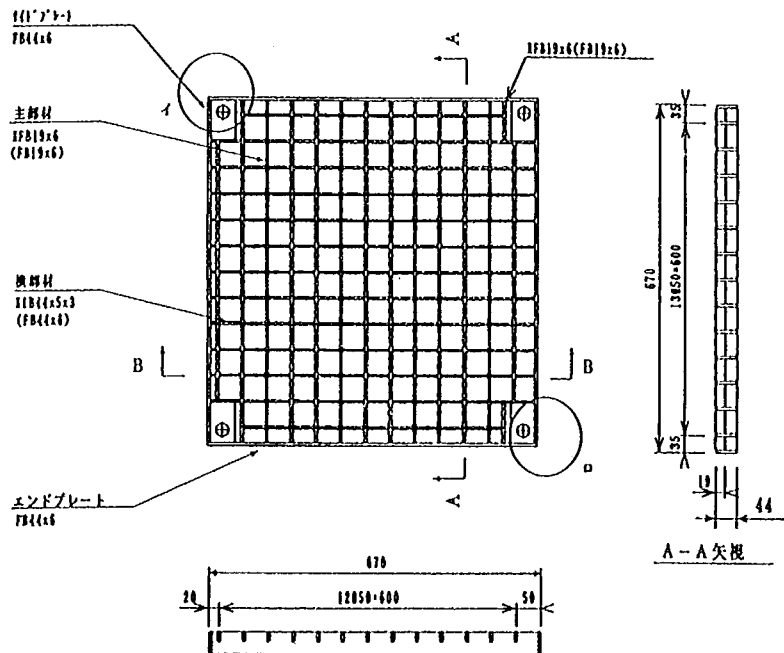
		グレーンク 設置方向	
		縦	横
主リップ	ピーク値	0.96	--
	スリップ値	0.70	--
副リップ	ピーク値	--	--
	スリップ値	--	--

※測定タイヤ：スムーズ (標準)

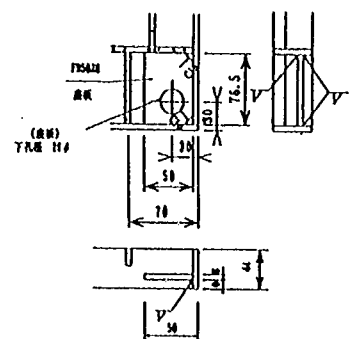
動摩擦係数

		グレーンク 設置方向	
		縦	横
20km/h		0.48	--
40km/h		0.38	--
60km/h		0.32	--

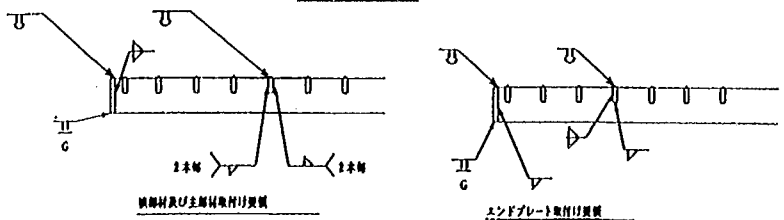
※測定タイヤ：リップ (標準)



イ部座板取付け要領



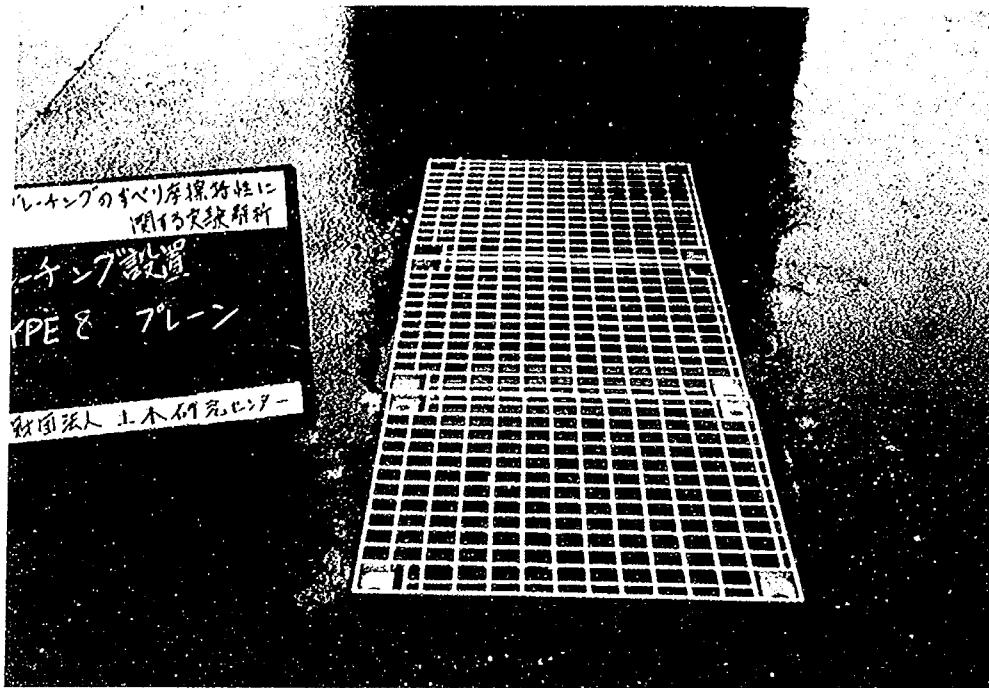
ロ部座板取付け要領



注記1. 表面形状が試験機に密着すると考えられるので、両面をだけ
表面のピークの大きさを均一にしてください。
注記2. 表面形状：毎面突起ノック 80055 (付着量 350g/㎡以上)

表 8		TYPE 8 イボ (ブレン)	
1	1000-1352	2	1000-3015-2-02

TYPE 8 突起無し



静止摩擦係数

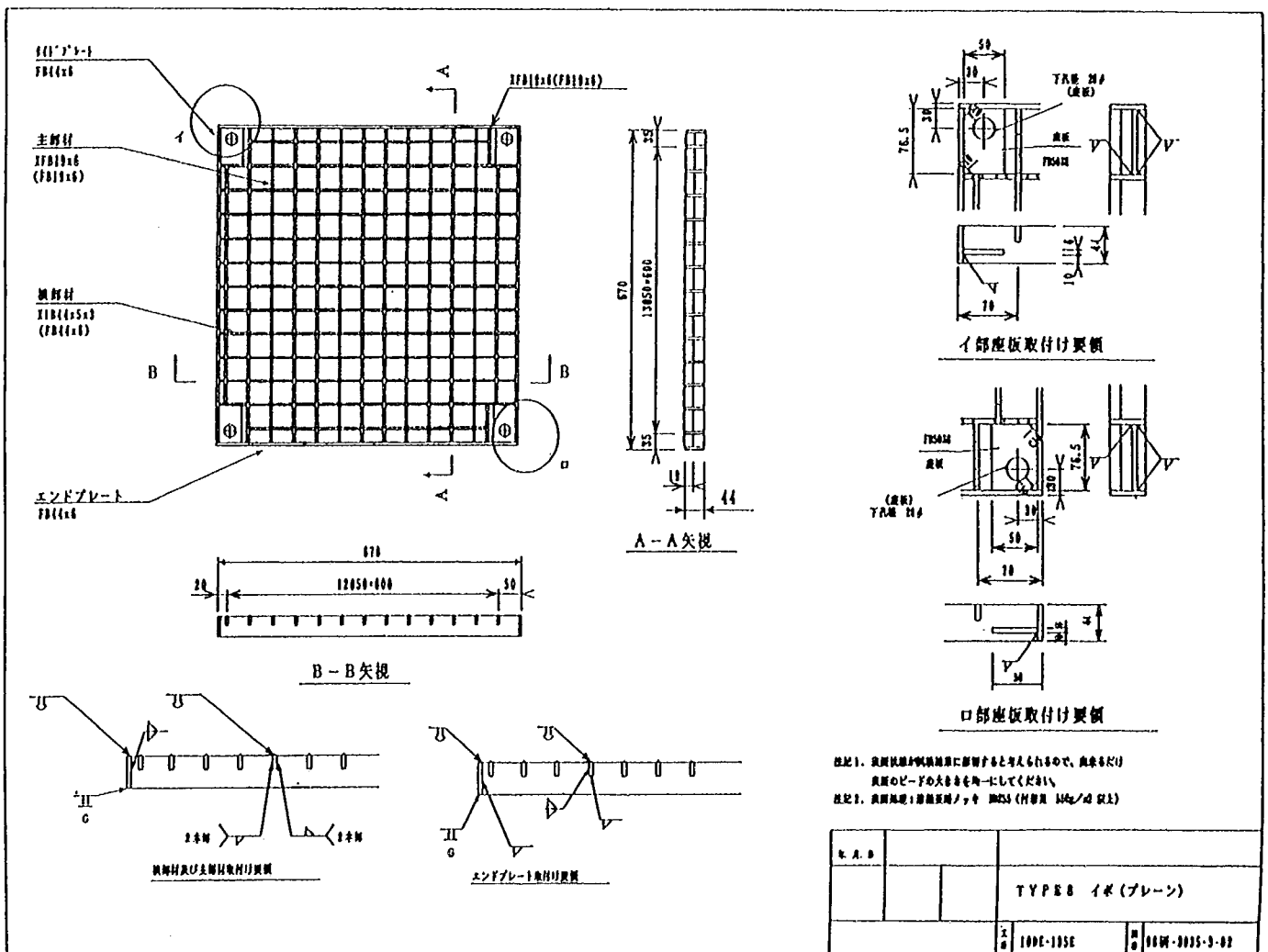
		レ・チング設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	0.85	—
	スリップ値	0.45	—
副リブ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定タイヤ：スムーズ（標準）

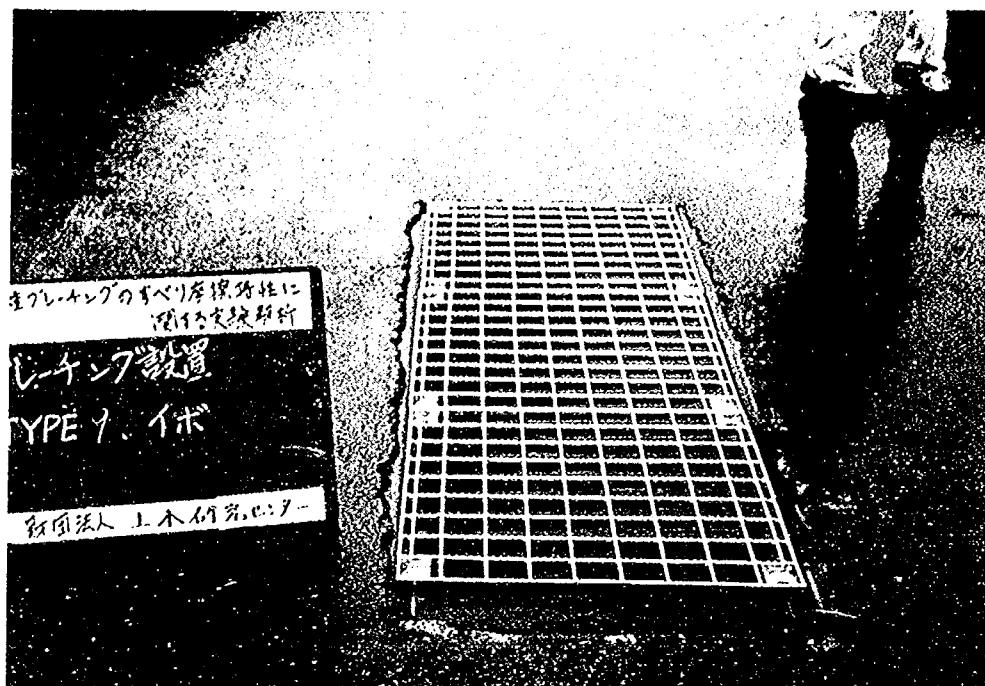
動摩擦係数

		レ・チング設置方向	
		縦	横
20km/h		0.32	—
40km/h		0.35	—
60km/h		0.32	—

※測定タイヤ：リブ（標準）



TYPE 9 突起有り



静止摩擦系数

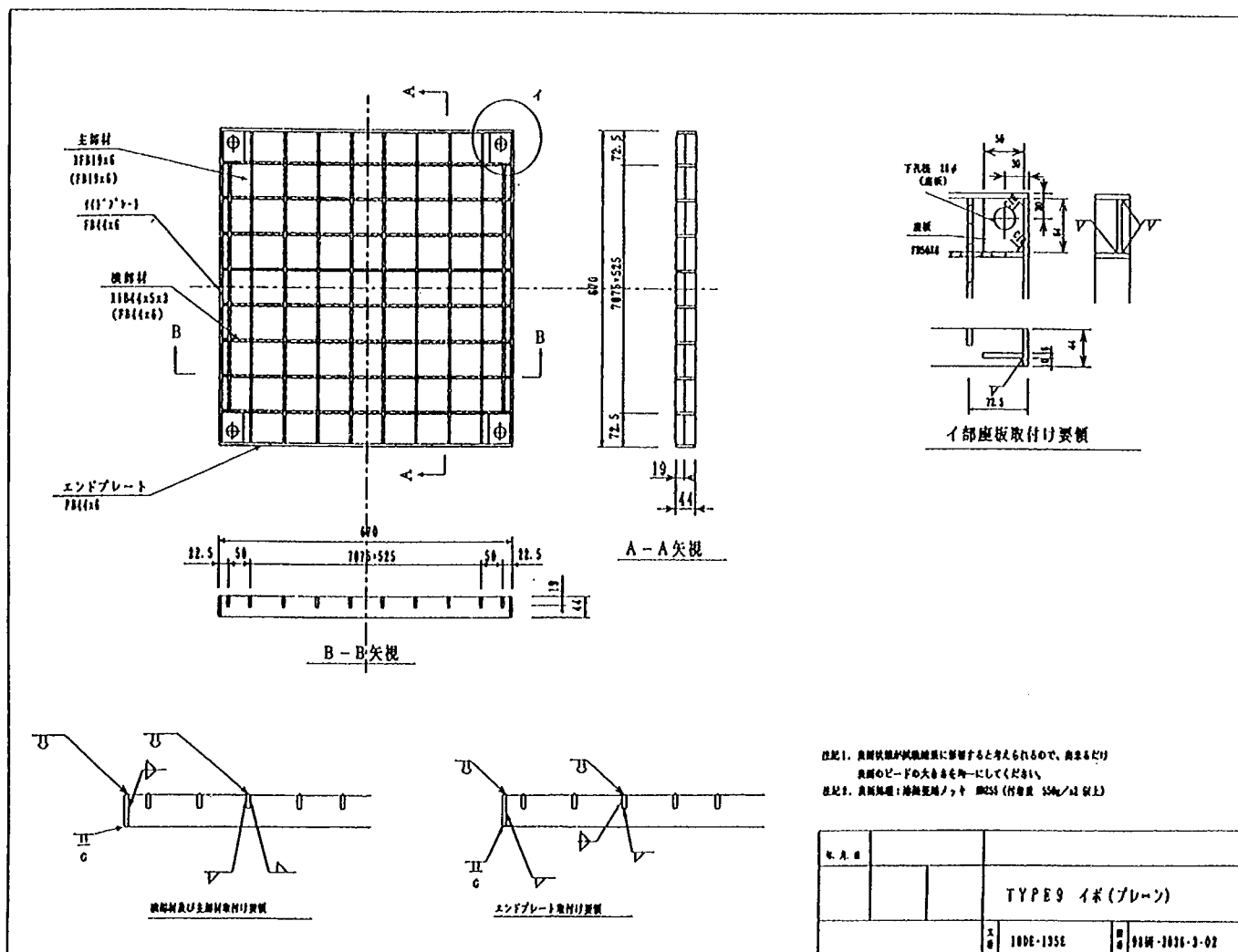
		クレーンク 設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	0.96	—
	スリップ値	0.61	—
副リブ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定クイヤ：スムーズ（標準）

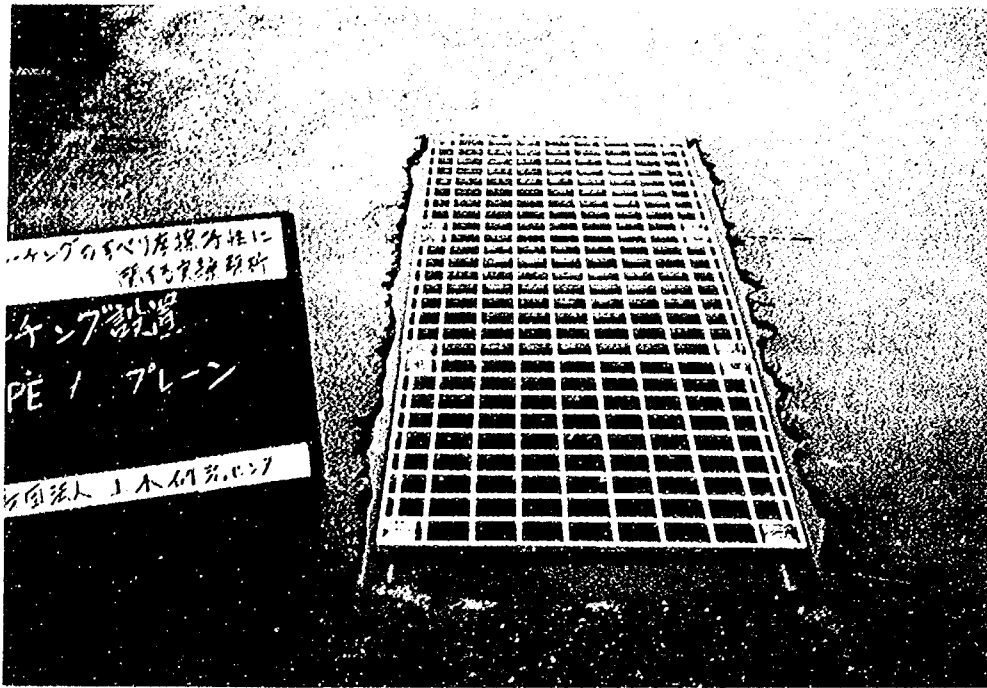
動摩擦係數

	クレーンク設置方向	
	縦	横
20km/h	0.43	—
40km/h	0.41	—
60km/h	0.47	—

※測定タイヤ：リブ（標準）



TYPE 9 突起無し



静止摩擦係数

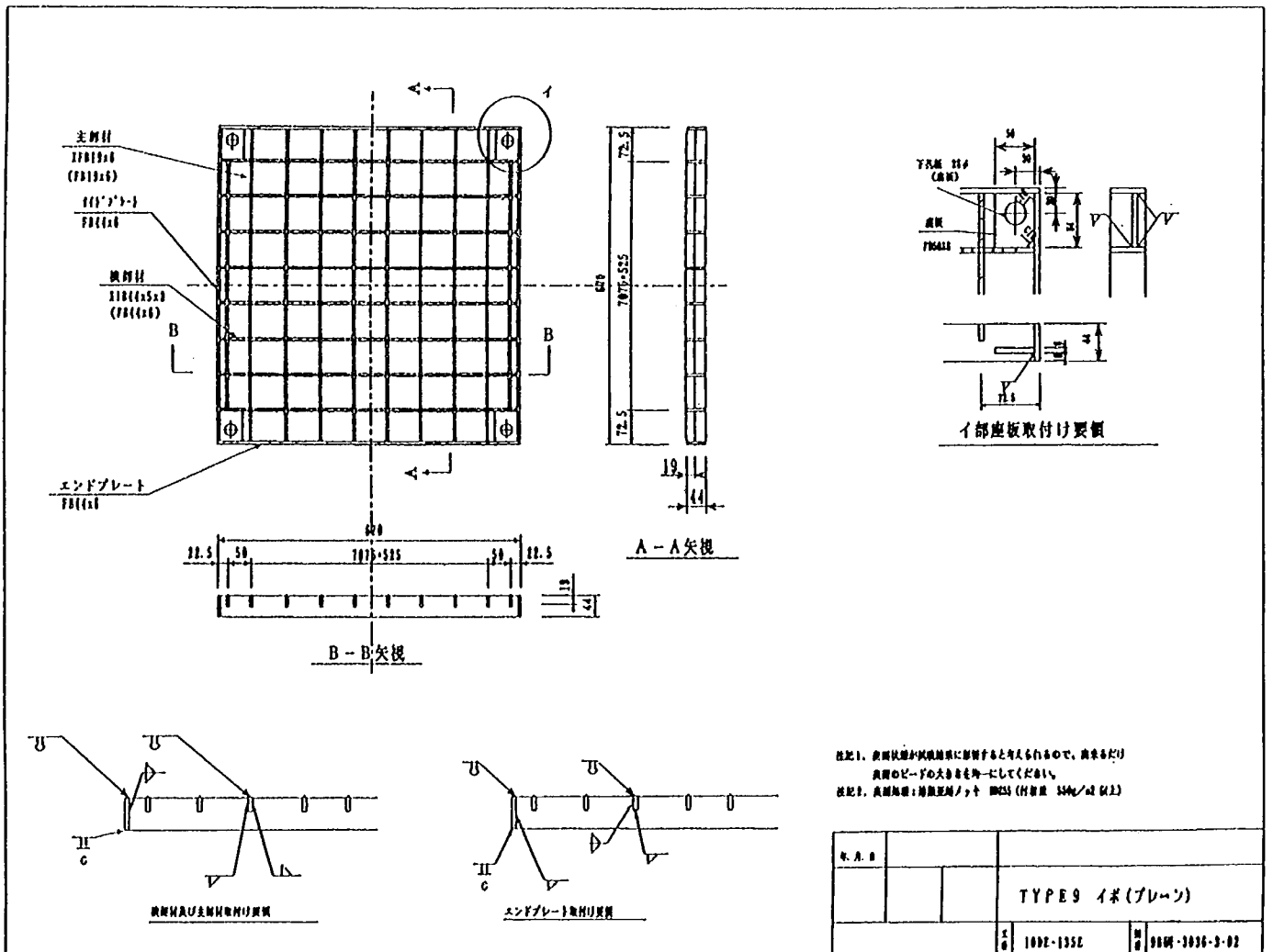
		クレーンク 設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	0.96	—
	スリップ値	0.57	—
副リブ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定タイヤ：スムーズ (標準)

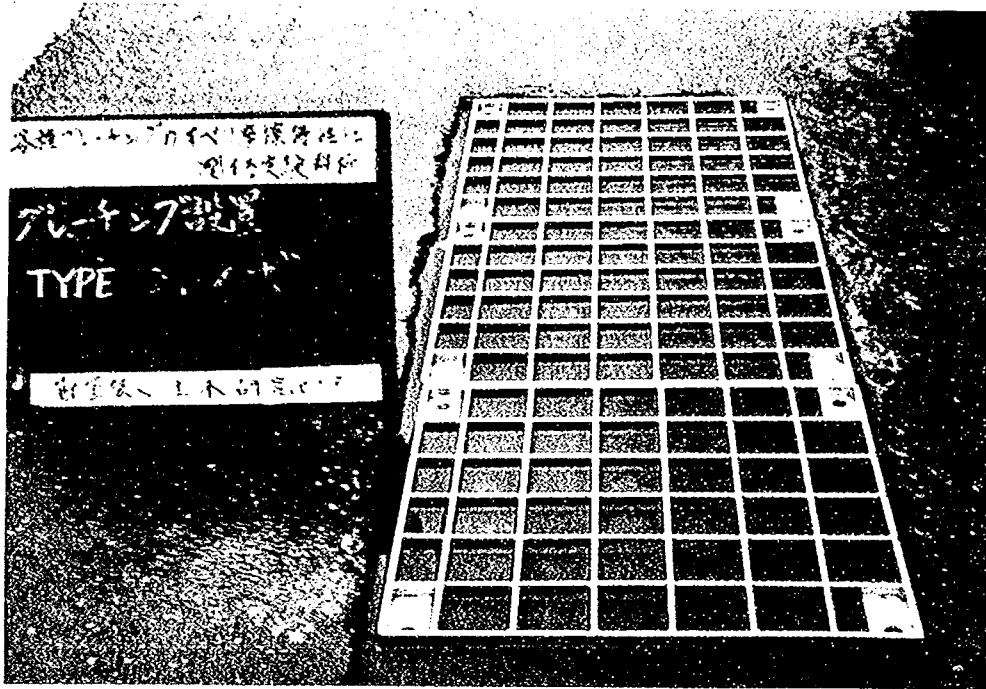
動摩擦係数

		クレーンク 設置方向	
		縦	横
20km/h		0.32	—
40km/h		0.27	—
60km/h		0.34	—

※測定タイヤ：リブ (標準)



TYPE 10 突起有り



静止摩擦係数

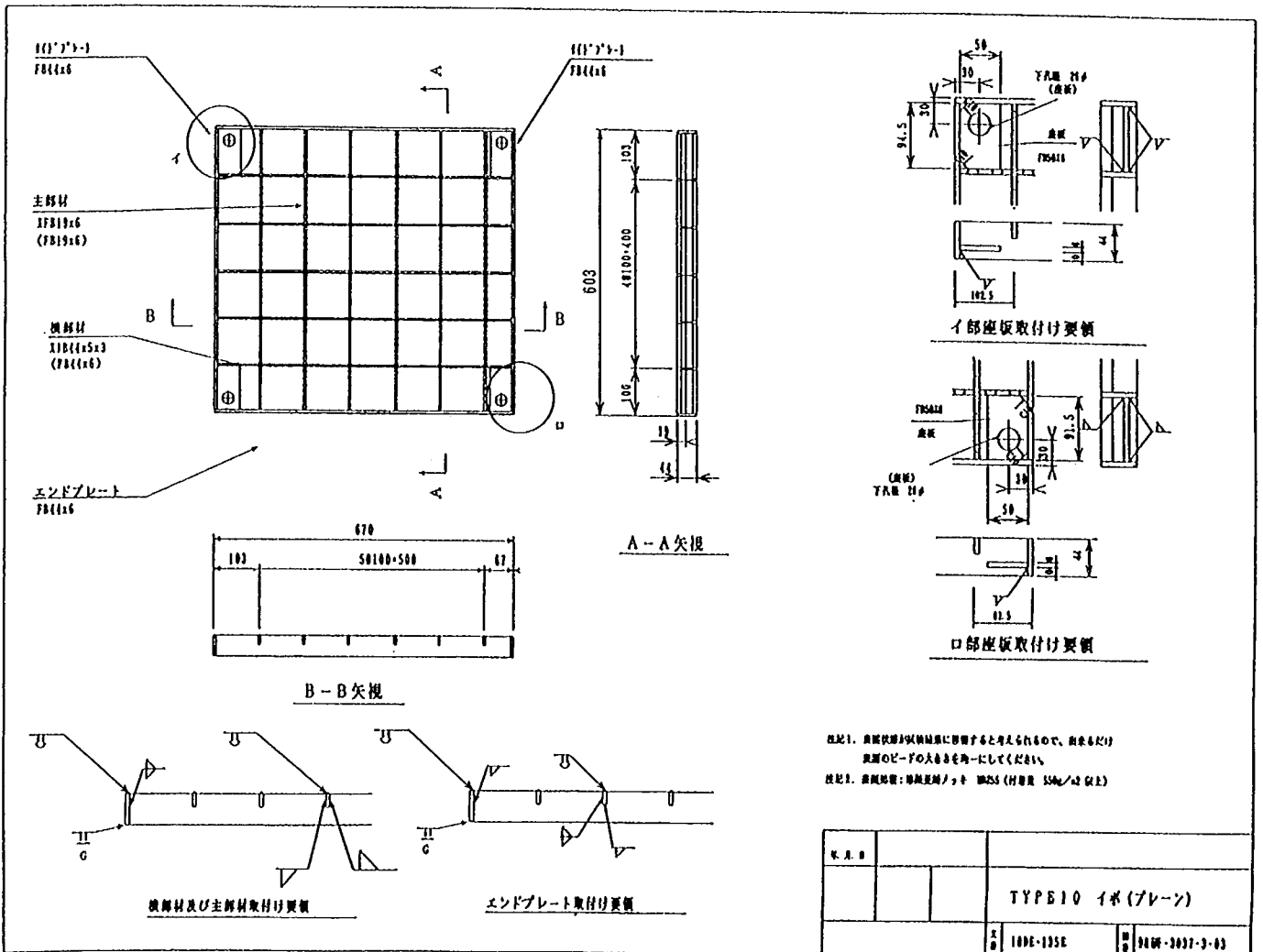
		グレーティング設置方向	
		縦	横
主リップ	ピーク値	0.96	--
	スリップ値	0.67	--
副リップ	ピーク値	--	--
	スリップ値	--	--

※測定タイヤ：スモーズ（標準）

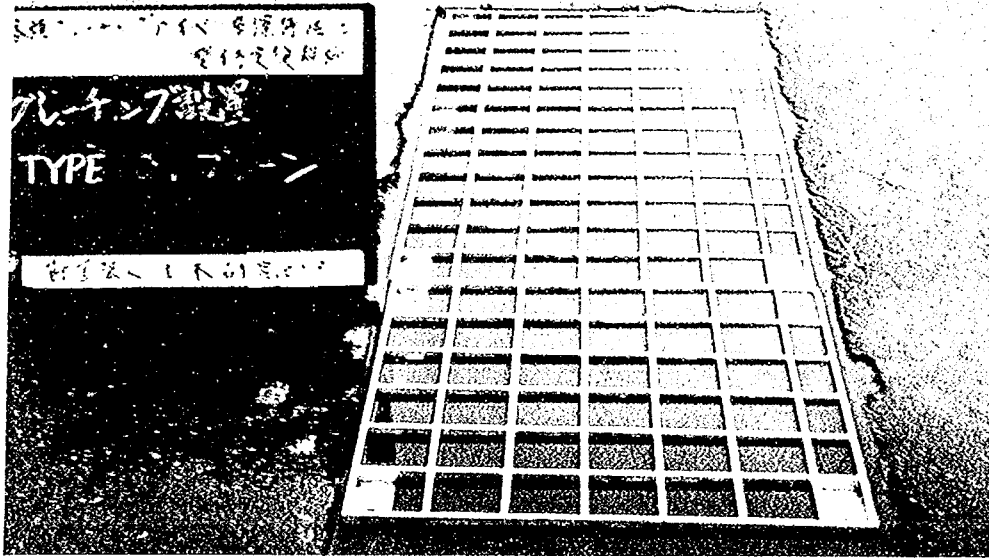
動摩擦係数

		グレーティング設置方向	
		縦	横
20km/h		0.51	--
40km/h		0.41	--
60km/h		0.41	--

※測定タイヤ：リブ（標準）



TYPE 10 突起無し



静止摩擦係数

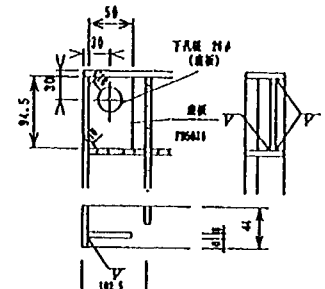
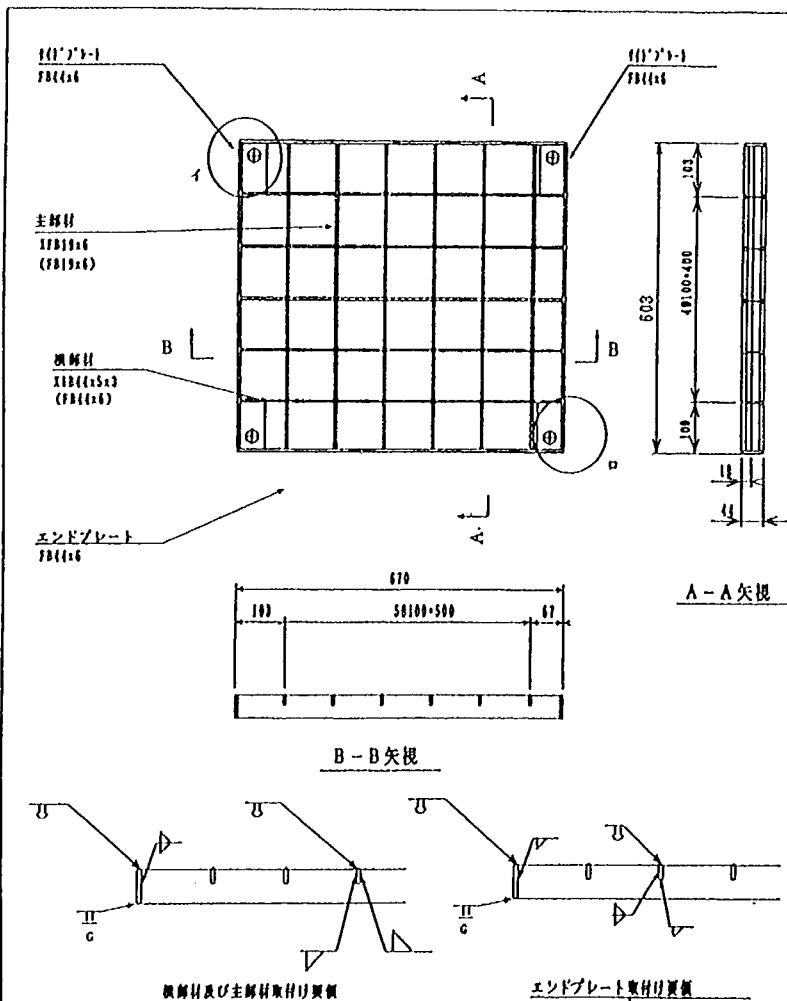
		グレーティング設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	0.92	—
	スリップ値	0.48	—
副リブ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定タイヤ：スムーズ（標準）

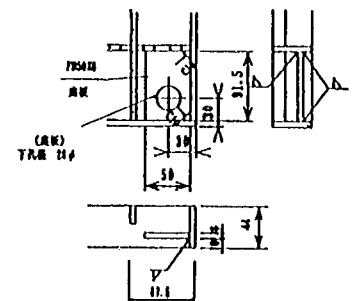
動摩擦係数

		グレーティング設置方向	
		縦	横
20km/h		0.34	—
40km/h		0.34	—
60km/h		0.31	—

※測定タイヤ：リブ（標準）



イ部座板取付け要領



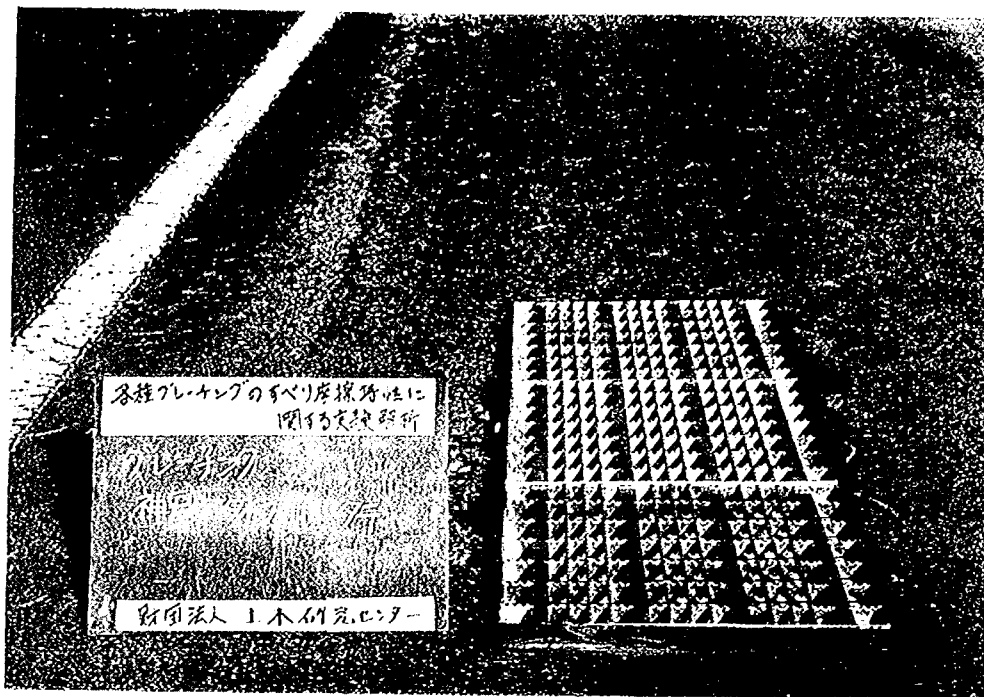
ロ部座板取付け要領

図記1. 表面状態が試験結果に影響すると考えられるので、実物とだけ
表面のピードの大きさを均一にしてください。

図記2. 表面処理：亜鉛メッキ（厚さ 50μm以上）

型 式		TYPE 10 イボ（ブレン）	
100E-125E	100E-200E-3-03		

TYPE 11 突起有り



静止摩擦系数

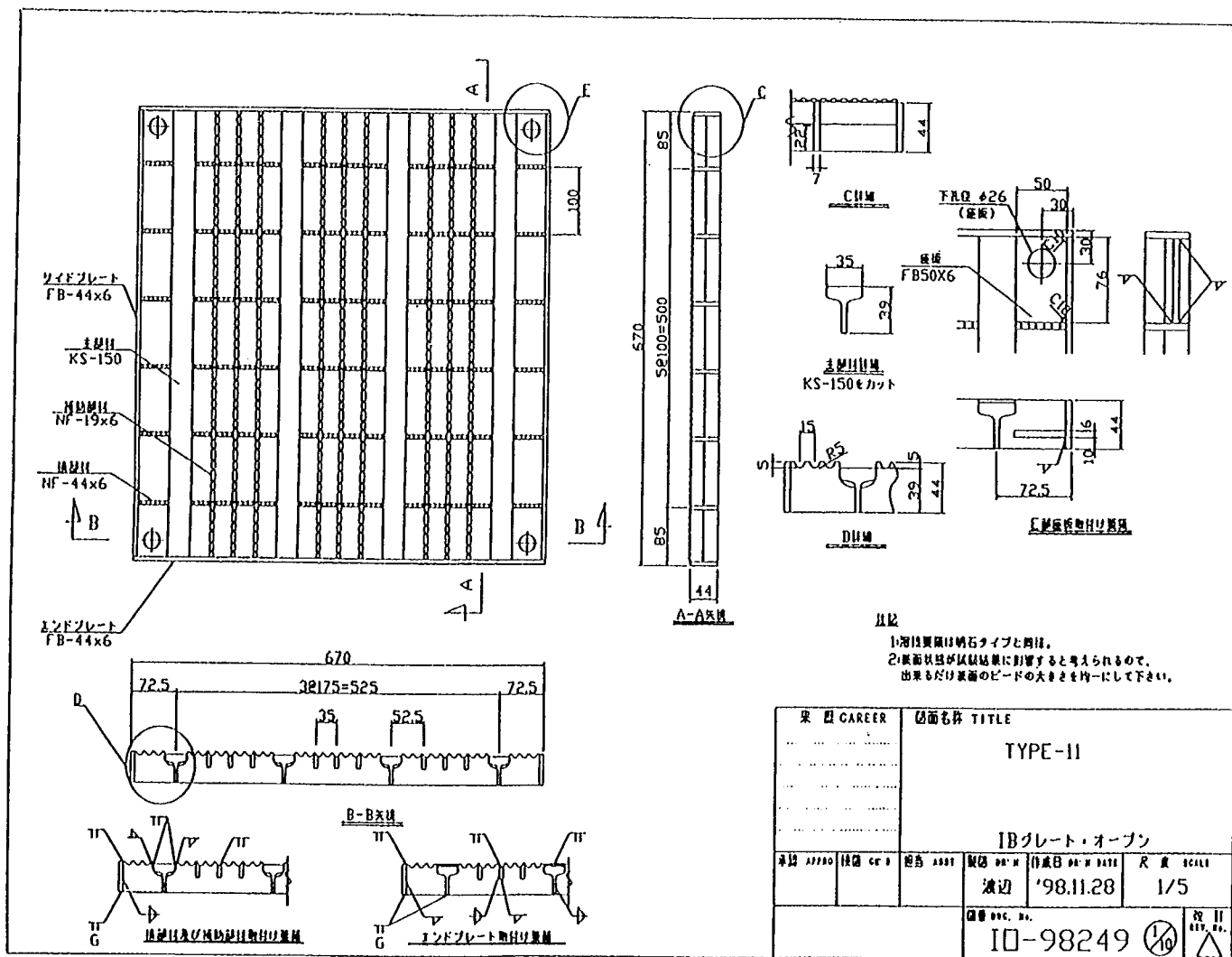
		グレージング設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	1.10	1.11
	スリップ値	0.61	0.63
副リブ	ピーク値	0.67	—
	スリップ値	0.43	—

※測定タイヤ：スムーズ（標準）

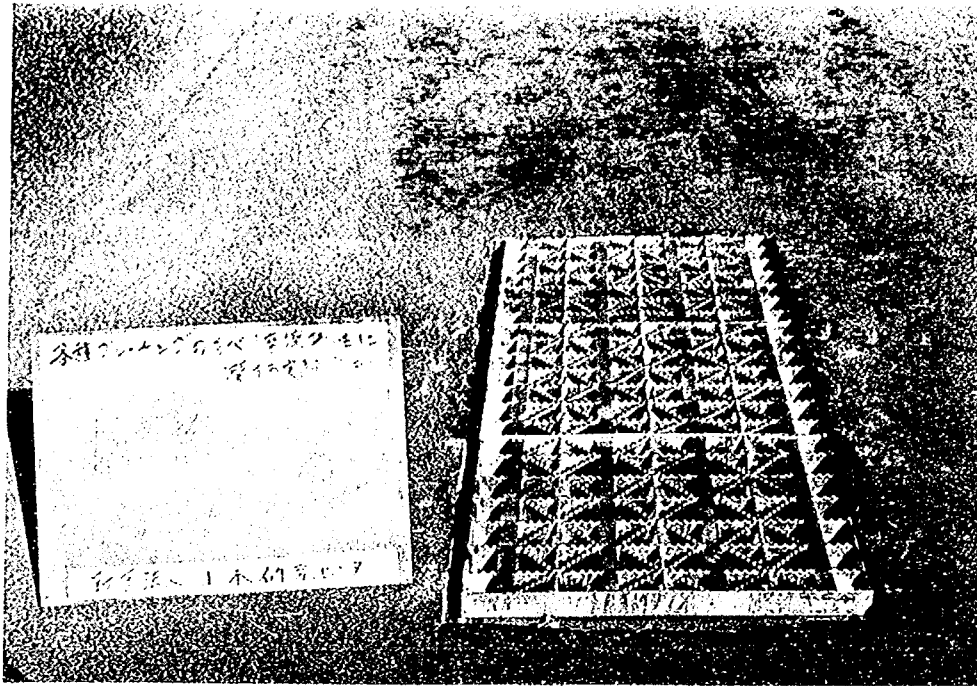
動摩擦係数

	グレーチング設置方向	
	縦	横
20km/h	—	—
40km/h	—	—
60km/h	—	—

※測定クイヤ：リブ（標準）



TYPE 12 突起有り



静止摩擦係数

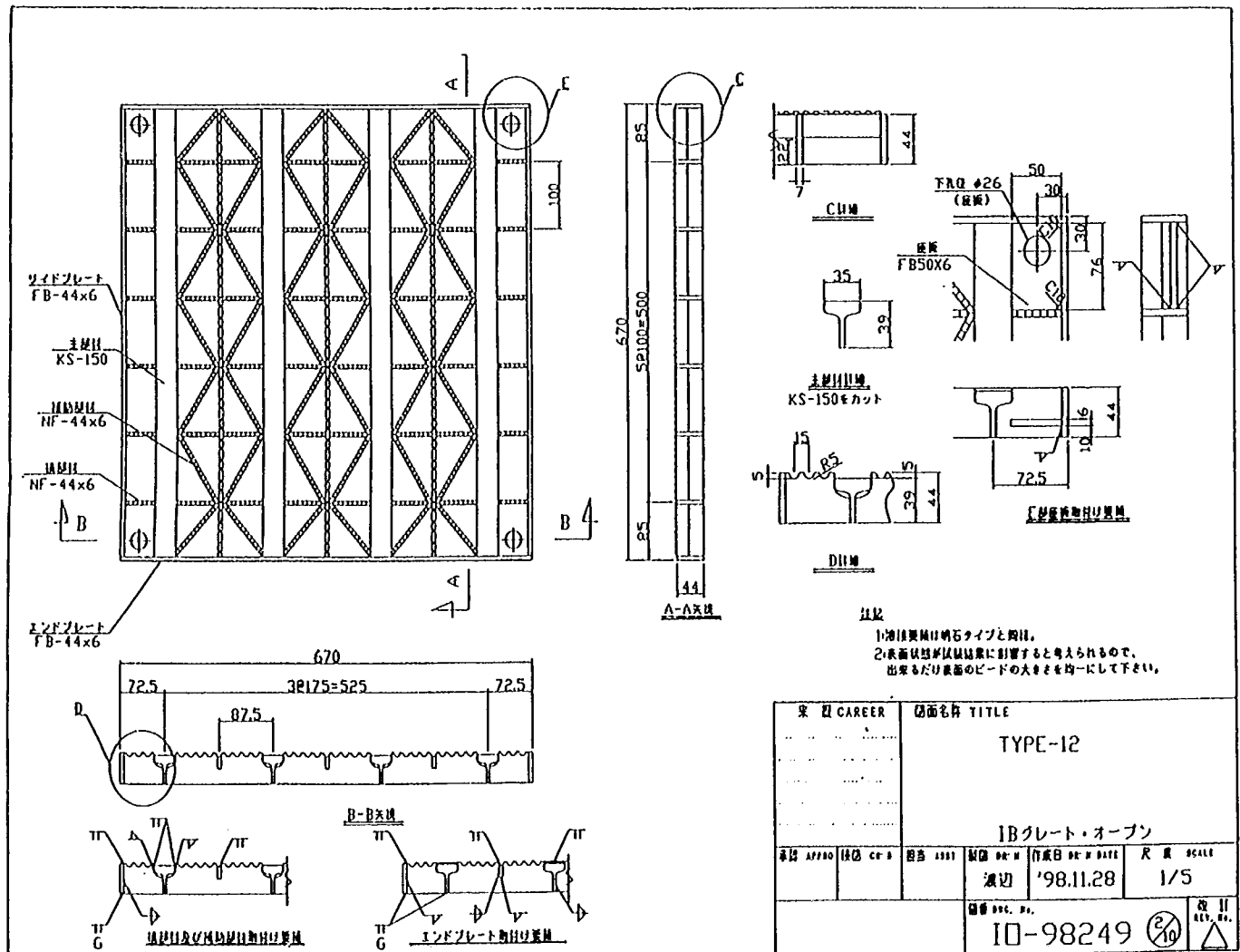
		グレーティング設置方向	
		縦	横
主リップ	ピーク値	1.30	1.32
	スリップ値	0.73	0.72
副リップ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定タイヤ：スムーズ（標準）

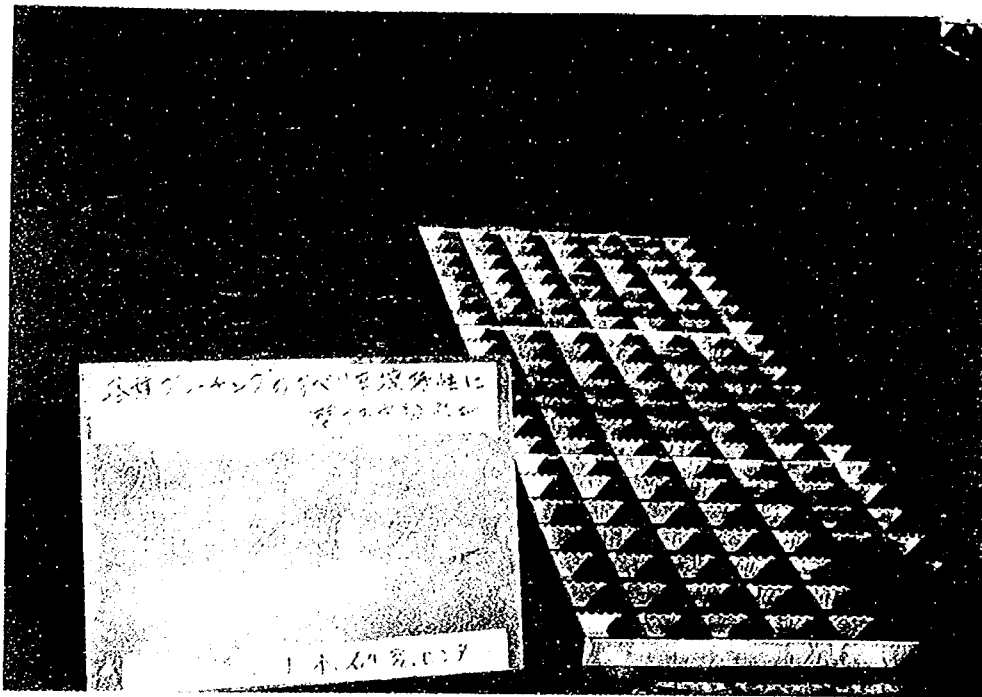
動摩擦係数

		グレーティング設置方向	
		縦	横
20km/h		0.44	0.43
40km/h		0.38	0.43
60km/h		0.35	0.42

※測定タイヤ：リフ（標準）



TYPE 13 突起有り



静止摩擦系数

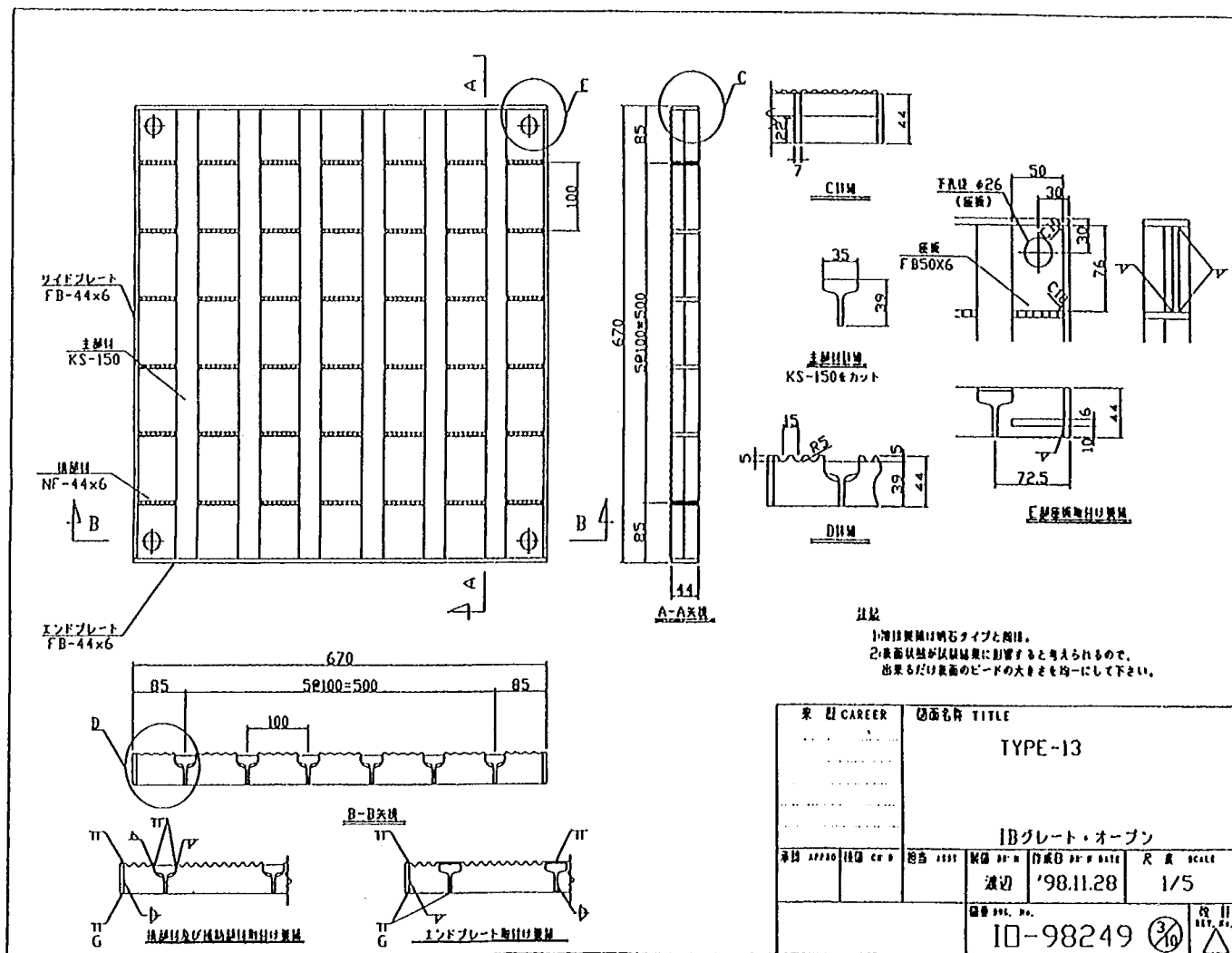
		クレーンク'殺置方向	
		縦	横
主リン	ピーク値	1.30	1.05
	スリップ値	0.69	0.70
耐リン	ピーク値	1.28	--
	スリップ値	0.61	--

※測定タイヤ：スムーズ（標準）

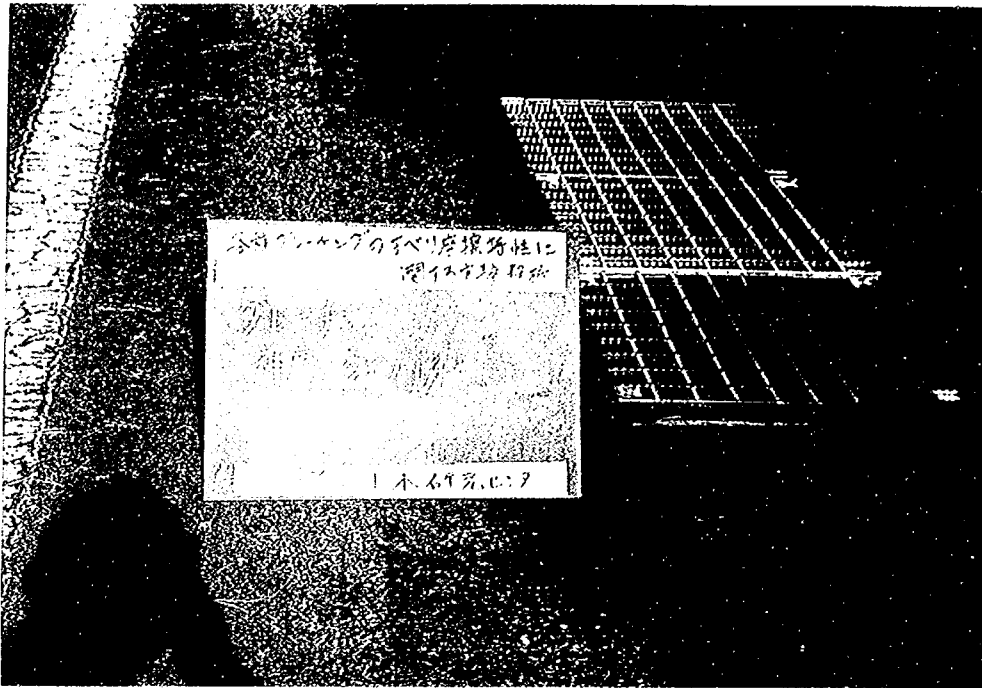
勵學保教

	グレーニング設置方向	
	縦	横
20km/h	0.39	0.37
40km/h	0.39	0.35
60km/h	0.35	0.33

※測定タイヤ：リブ（標準）



TYPE 14 突起有り



静止摩擦係数

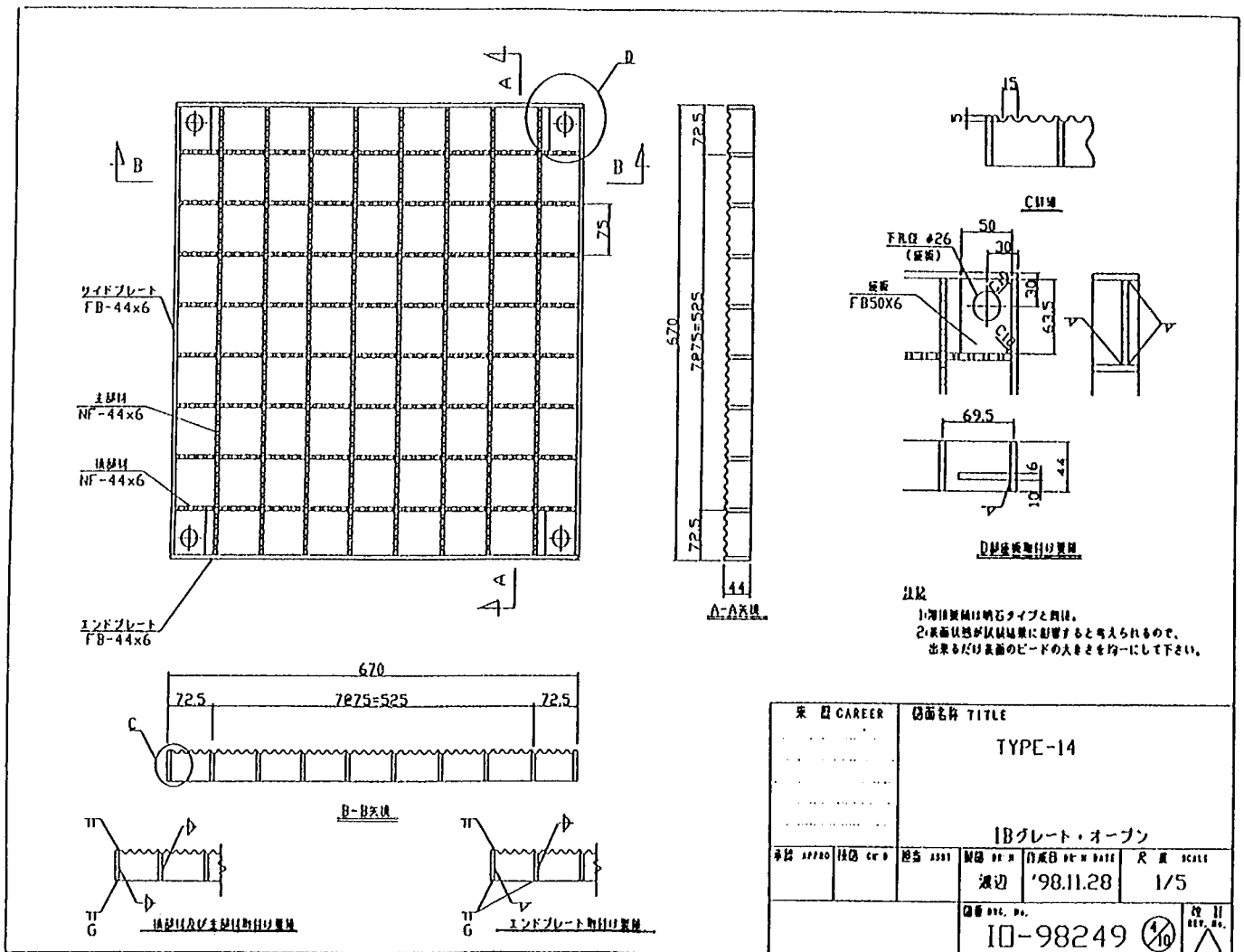
		クレーシング設置方向	
		縦	横
主リップ	ピーク値	1.36	—
	スリップ値	0.84	—
副リップ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定タイヤ：スモーズ (標準)

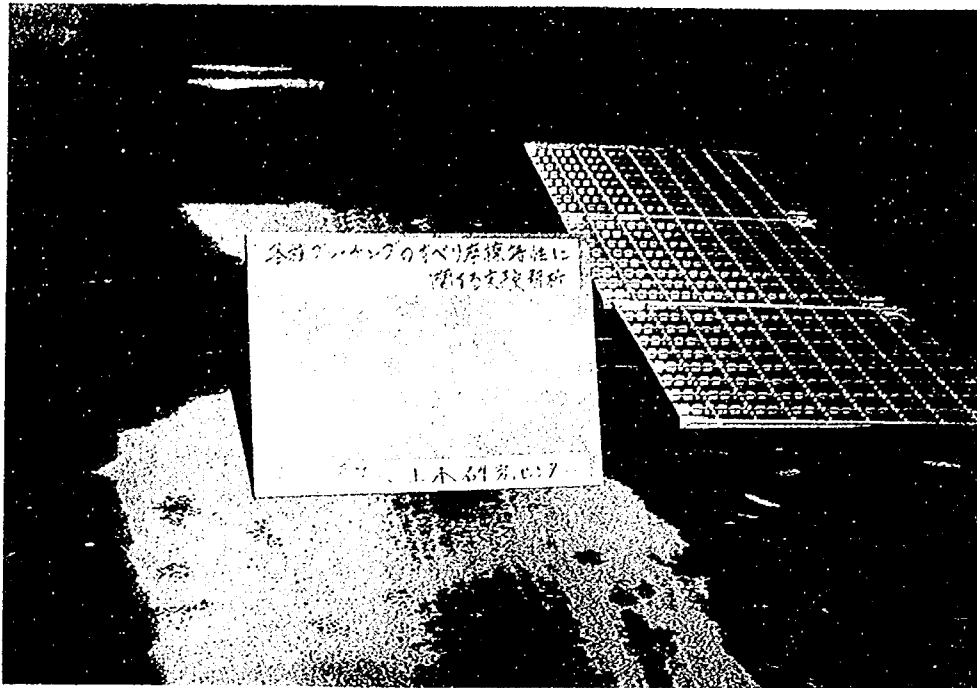
動摩擦係数

		クレーシング設置方向	
		縦	横
20km/h	0.52	—	—
	40km/h	0.41	—
	60km/h	0.40	—

※測定タイヤ：リップ (標準)



TYPE 15 突起有り



静止摩擦係数

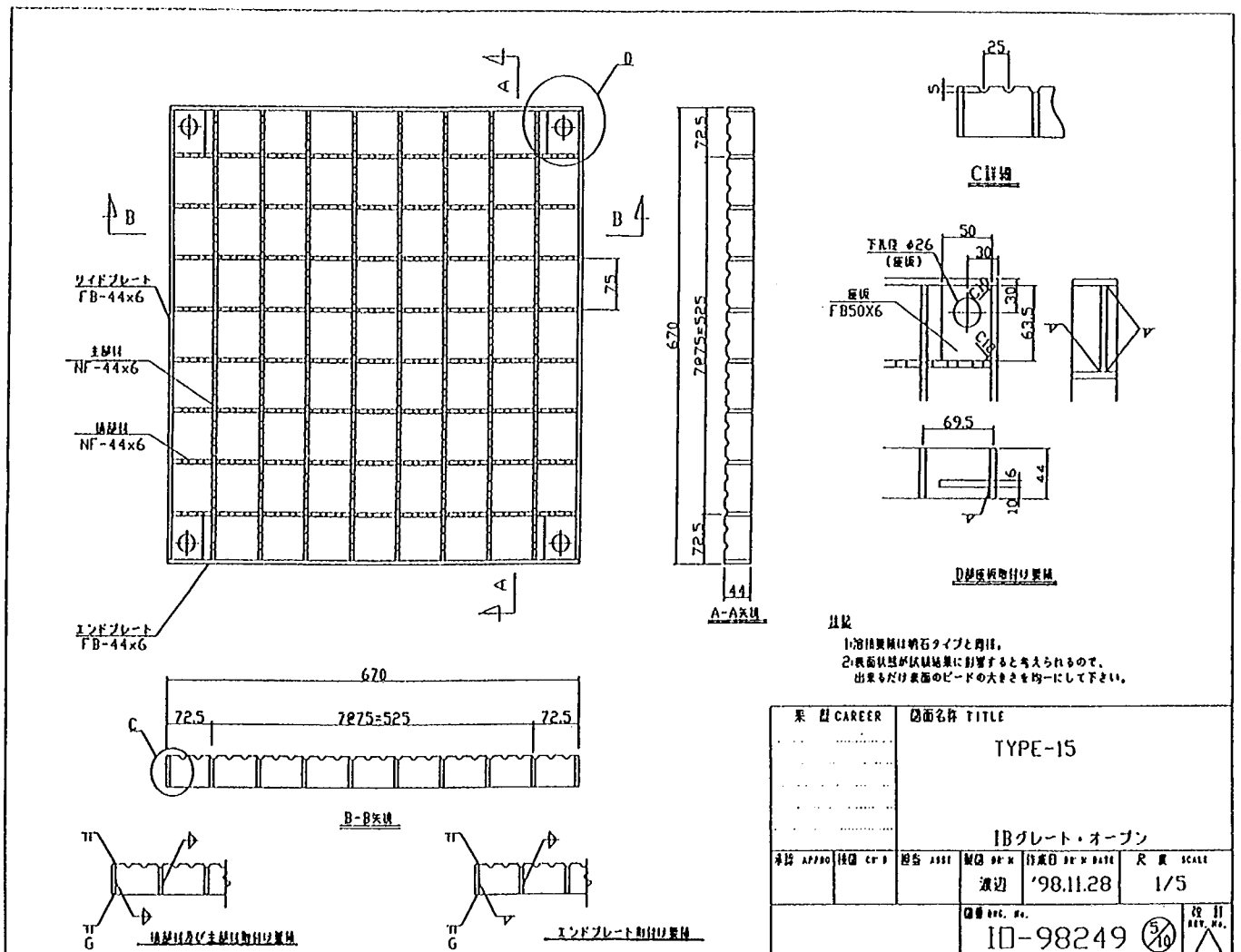
		グレーティング設置方向	
		縦	横
主リップ	ピーク値	1.10	--
	スリップ値	0.65	--
副リップ	ピーク値	--	--
	スリップ値	--	--

※測定タイヤ：スムーズ（標準）

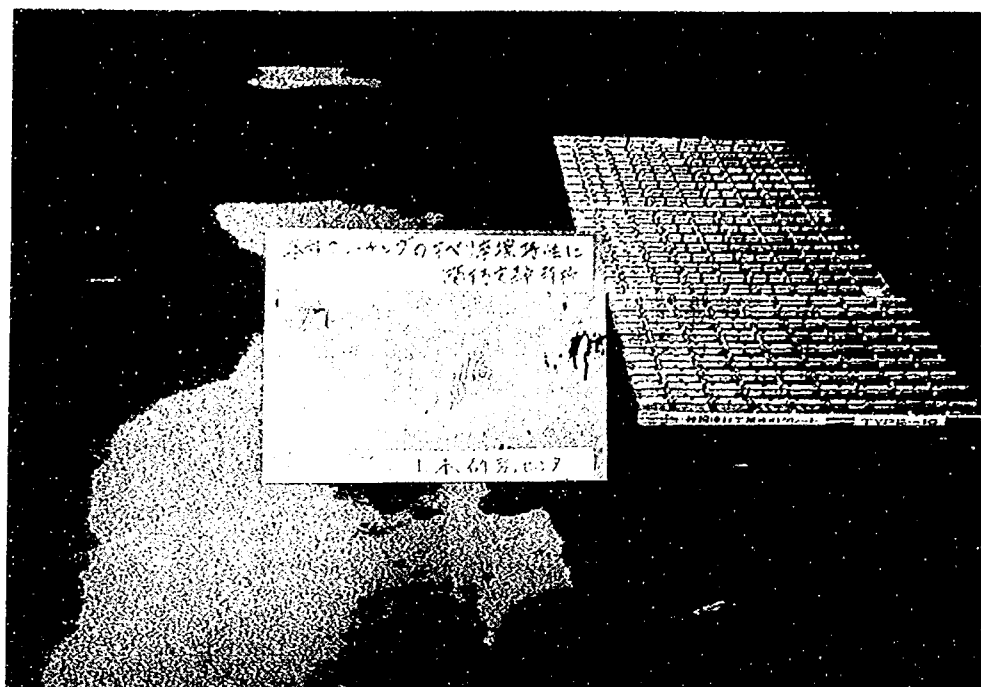
動摩擦係数

		グレーティング設置方向	
		縦	横
20km/h		--	--
40km/h		--	--
60km/h		--	--

※測定タイヤ：リップ（標準）



TYPE 16 突起有り



静止摩擦系数

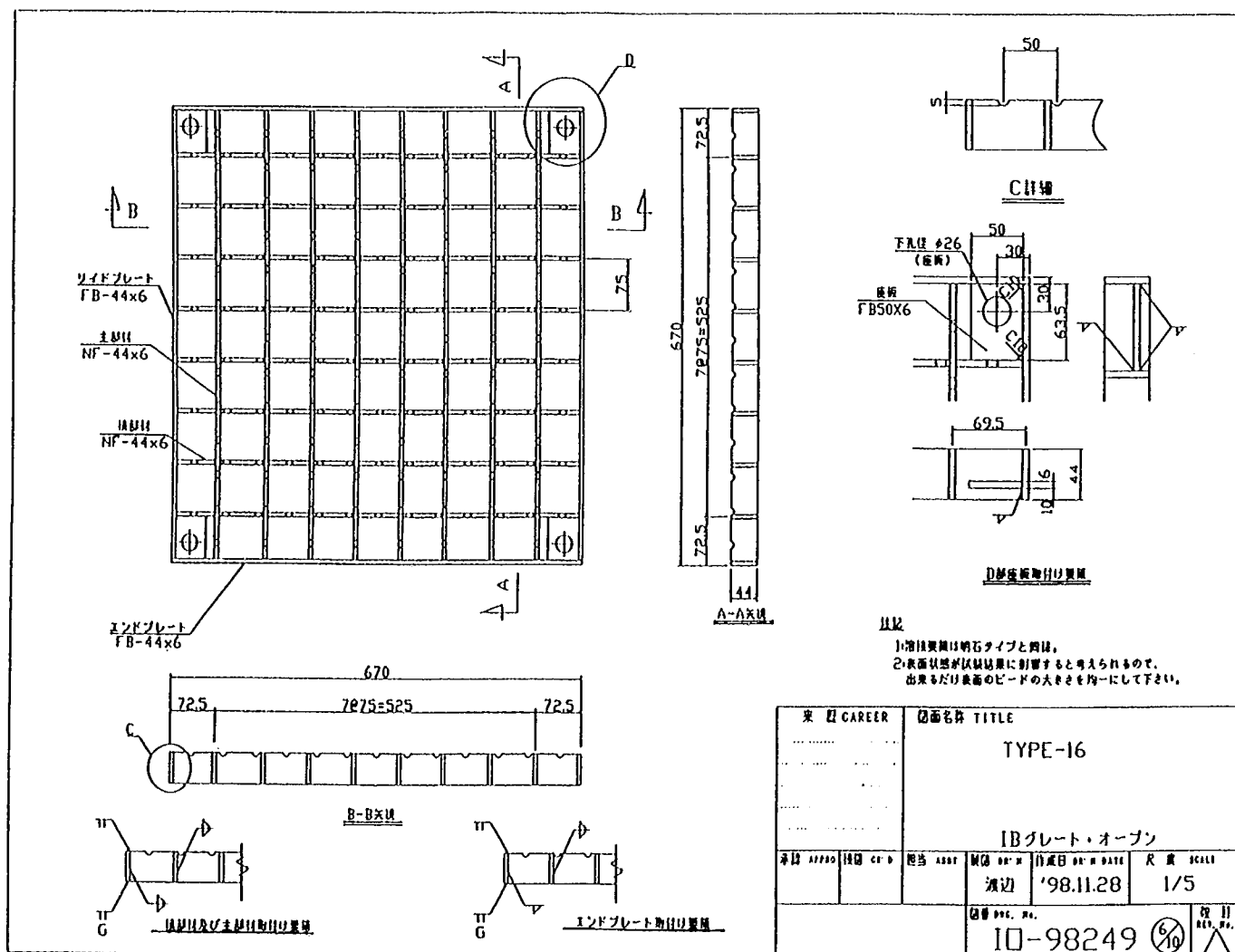
		グレースケール設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	1.15	—
	スリップ値	0.68	—
副リブ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定クイヤ：スムーズ（標準）

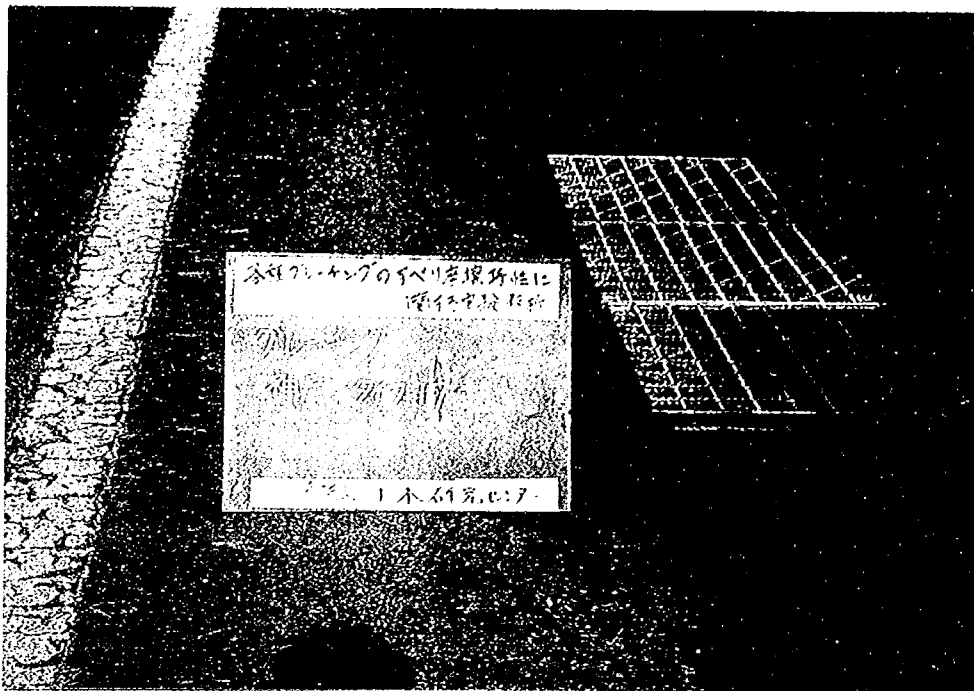
動摩擦係數

	グレーチング設置方向	
	縦	横
20km/h	—	—
40km/h	—	—
60km/h	—	—

※測定タイヤ：リブ（標準）



TYPE 17 突起有り



静止摩擦系数

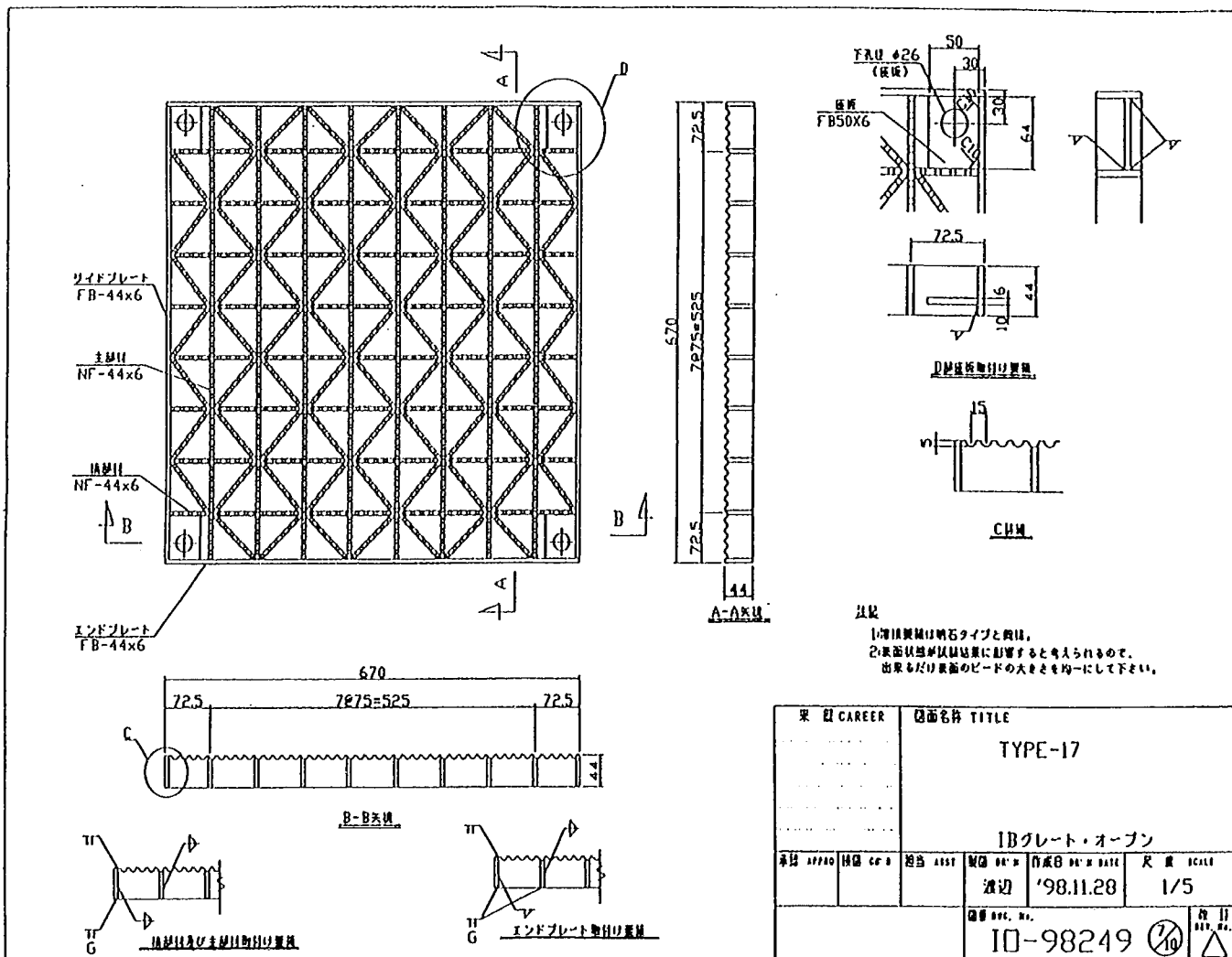
		クレーニング設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	1.38	--
	スリップ値	0.97	--
副リブ	ピーク値	--	--
	スリップ値	--	--

※測定クイヤ：スムーズ（標準）

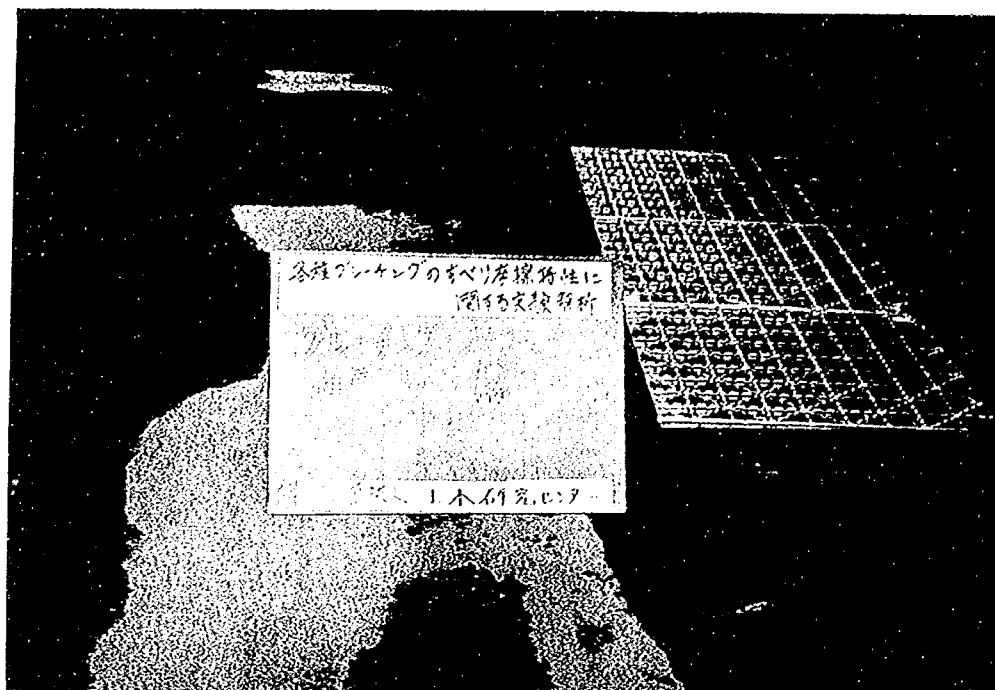
動摩擦係数

	クレーニング設置方向	
	縦	横
20km/h	0.63	—
40km/h	0.58	—
60km/h	0.50	—

※測定クイヤ：リブ（標準）



TYPE 18 突起有り



静止摩擦系数

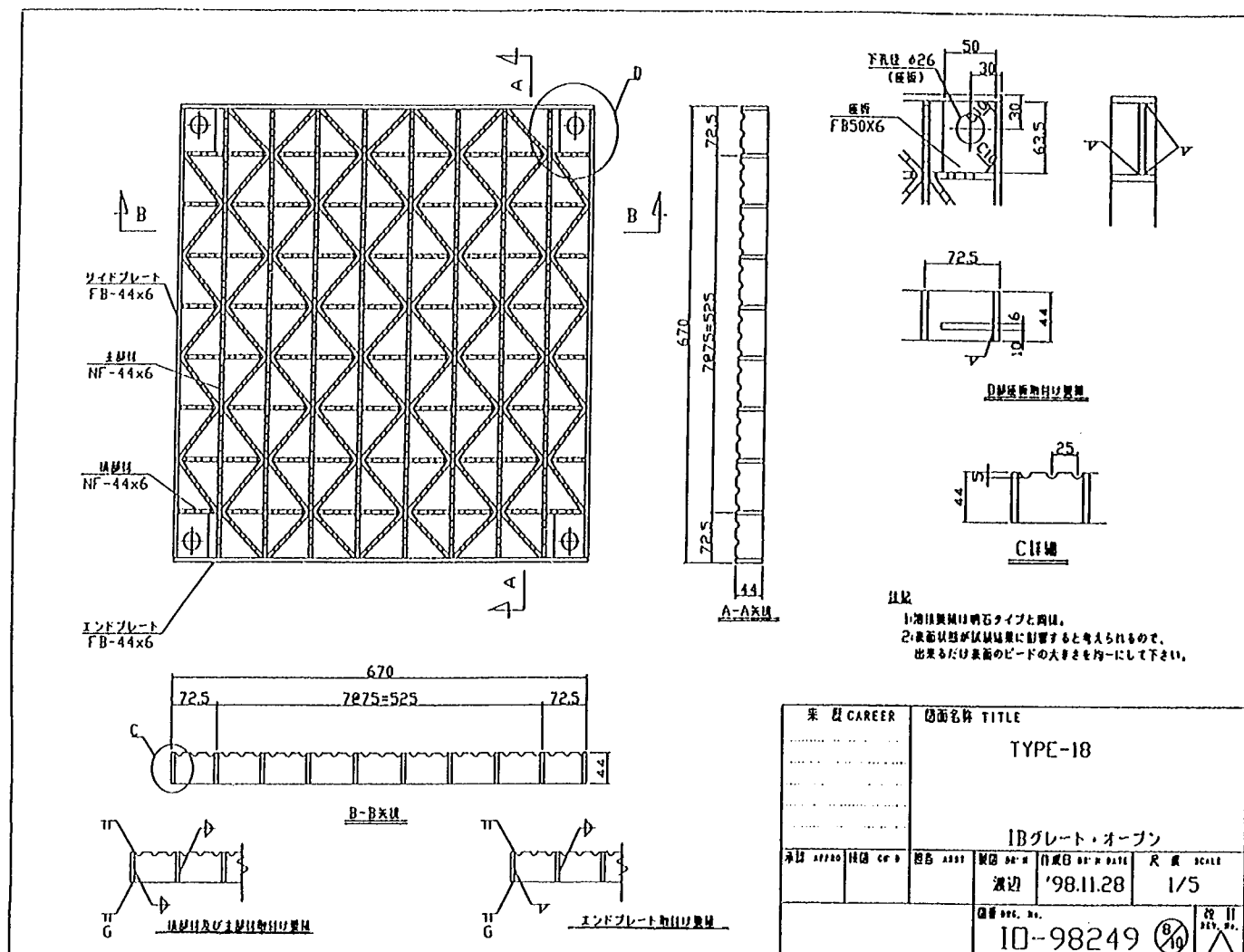
		ク'レ'シ'ク' 設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	1.21	—
	スリップ値	0.73	--
副リブ	ピーク値	—	--
	スリップ値	--	--

※測定タイヤ：スムーズ（標準）

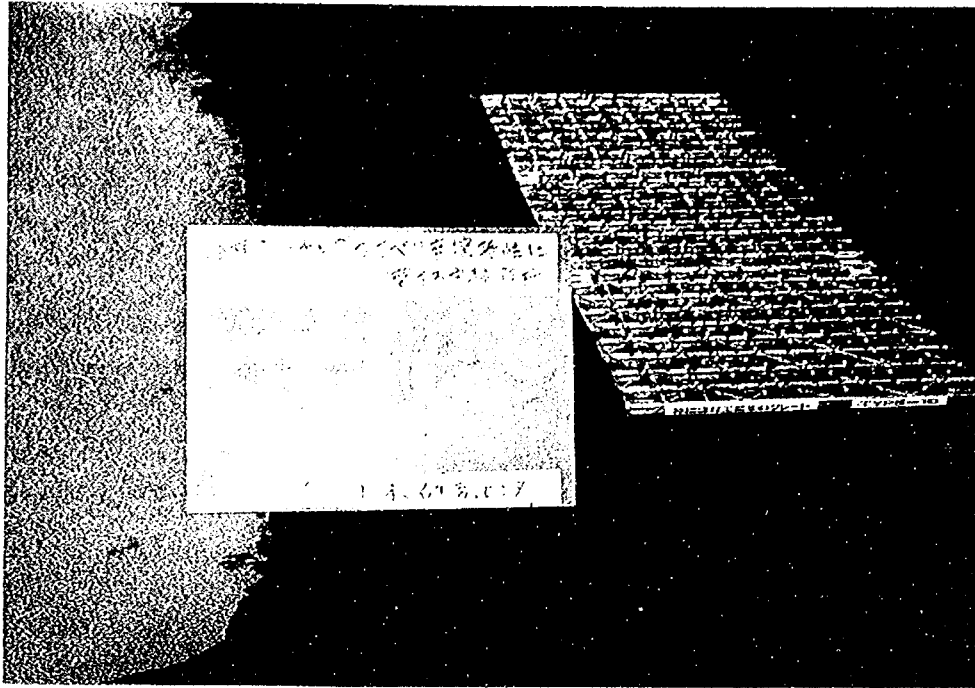
動摩擦係数

	グレーンク設置方向	
	縦	横
20km/h	0.48	--
40km/h	0.41	--
60km/h	0.39	--

※測定タイヤ：リブ（標準）



TYPE 19 突起有り



静止摩擦係数

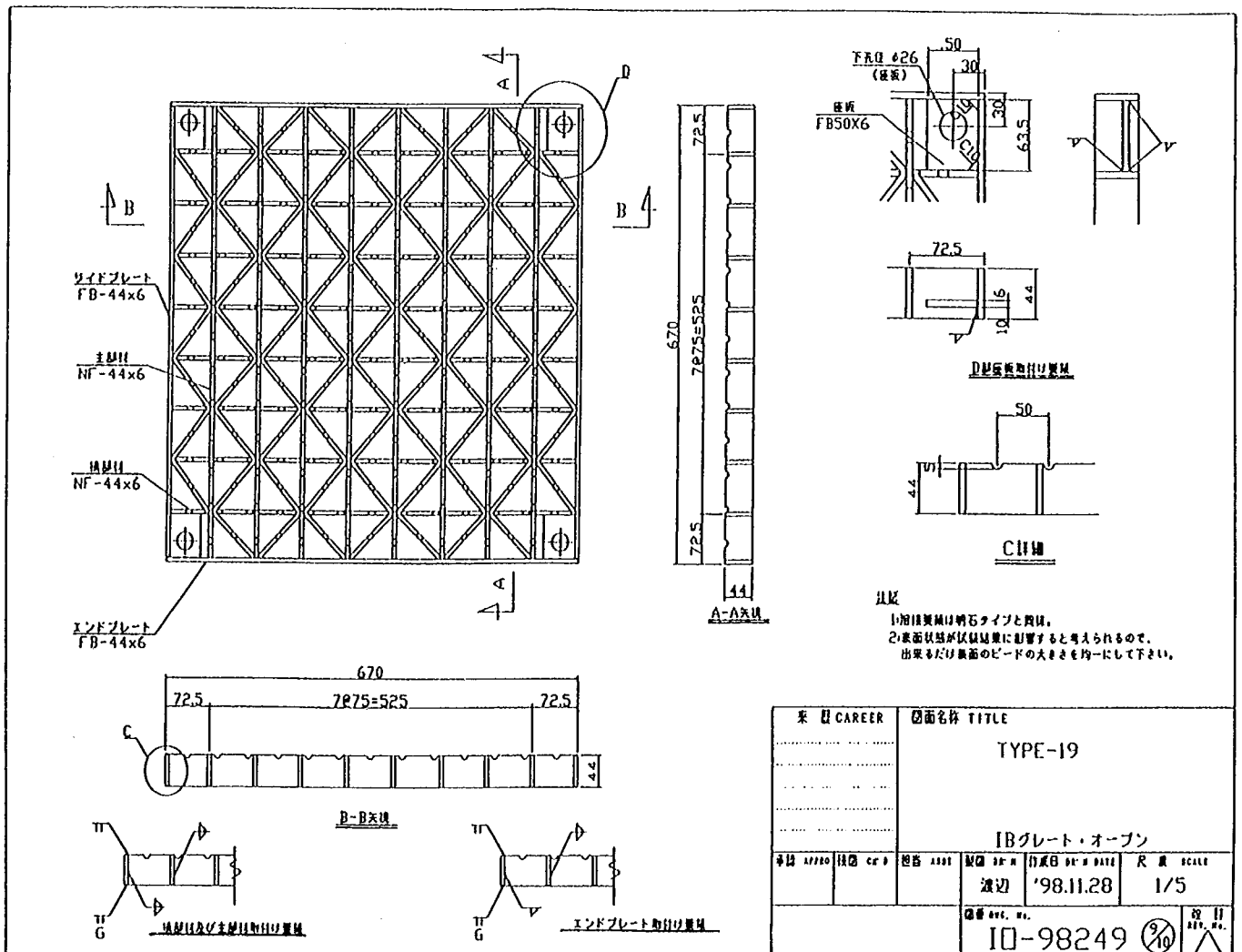
		グレート・設置方向	
		縦	横
主リップ	ピーク値	0.95	—
	スリップ値	0.59	—
副リップ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定クイヤ：スムーズ（標準）

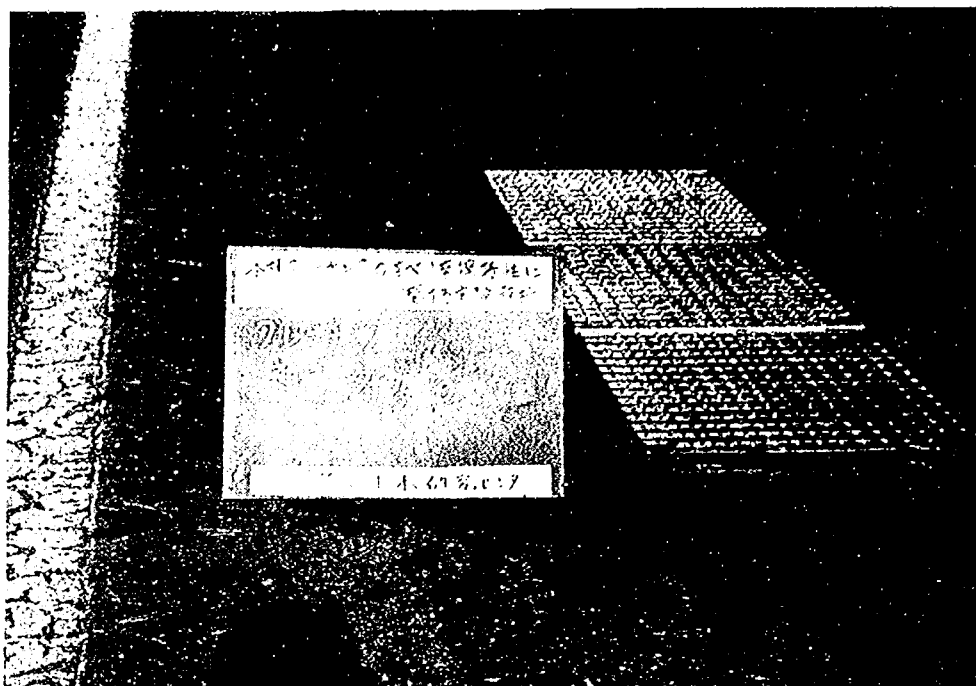
動摩擦係数

		グレート・設置方向	
		縦	横
20km/h		0.36	—
40km/h		0.32	—
60km/h		0.31	—

※測定クイヤ：リップ（標準）



TYPE 20 突起有り



静止摩擦系数

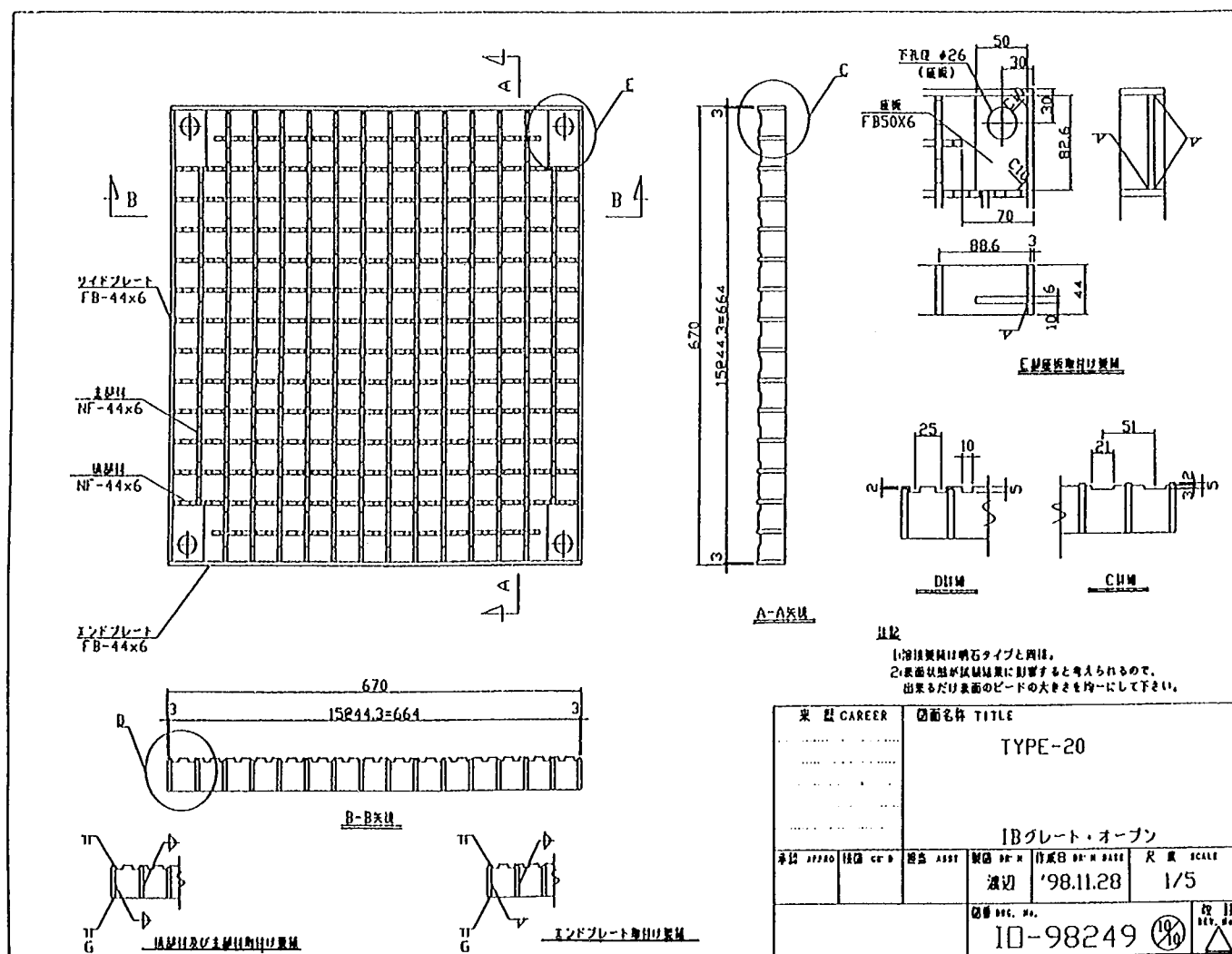
		クレーンク 設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	1.30	--
	スリップ値	0.50	--
副リブ	ピーク値	--	--
	スリップ値	--	--

※測定クイヤ：スムーズ（標準）

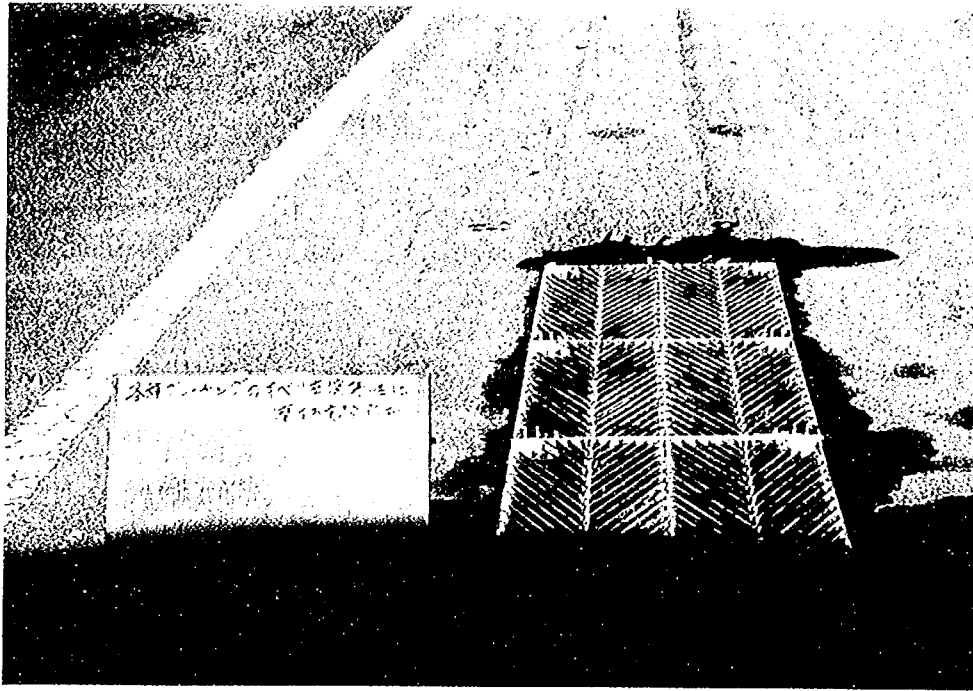
動摩擦係数

	グーディング設置方向	
	縦	横
20km/h	0.31	--
40km/h	0.31	--
60km/h	0.34	--

※測定タイヤ：リブ（標準）



TYPE 21 突起無し



静止摩擦係数

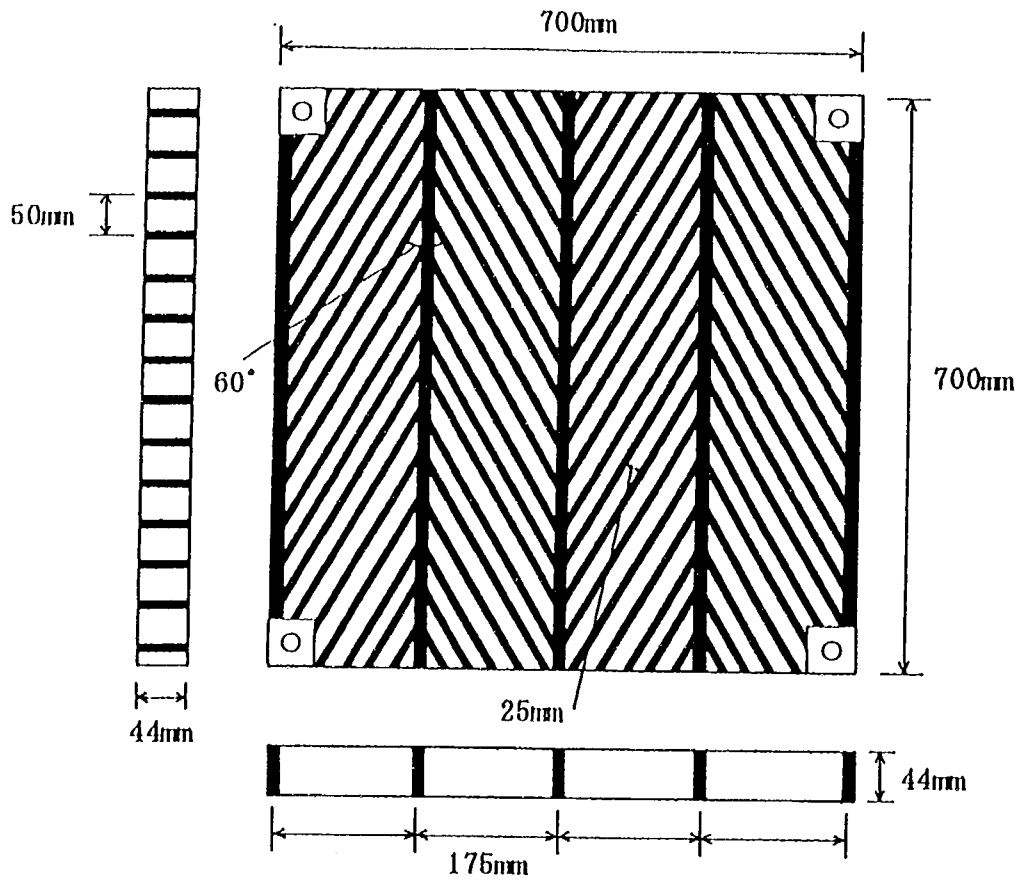
		グレーティング設置方向	
		縦	横
主リップ	ピーク値	0.96	—
	スリップ値	0.72	—
副リップ	ピーク値	—	—
	スリップ値	—	—

※測定タイヤ：スモーズ（標準）

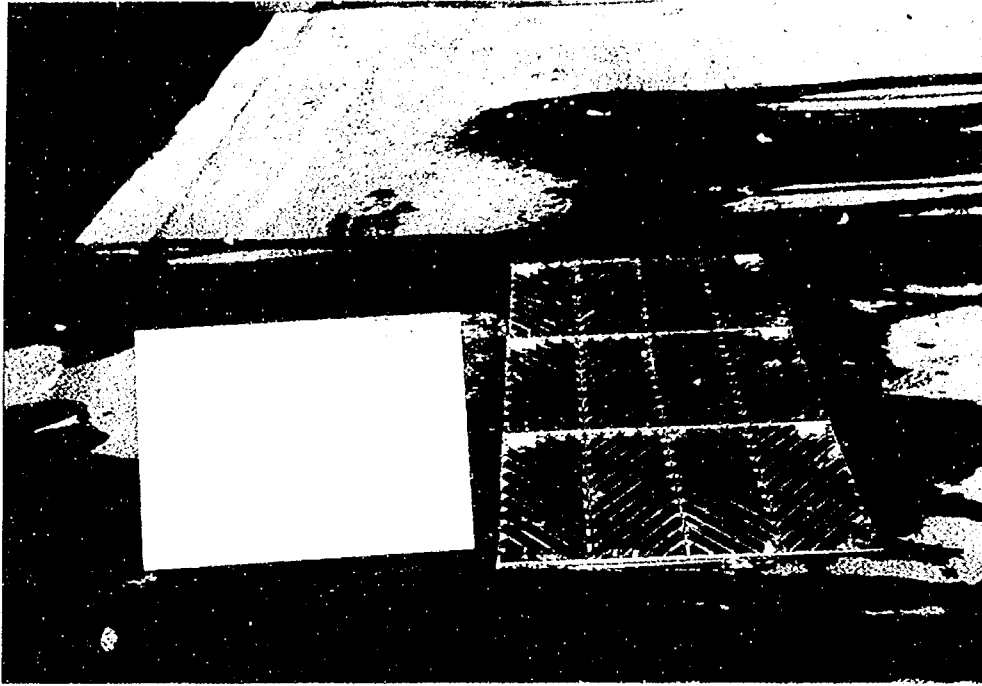
動摩擦係数

		グレーティング設置方向	
		縦	横
20km/h		0.29	—
40km/h		0.23	—
60km/h		0.27	—

※測定タイヤ：リップ（標準）



TYPE 22 突起無し



静止摩擦係数

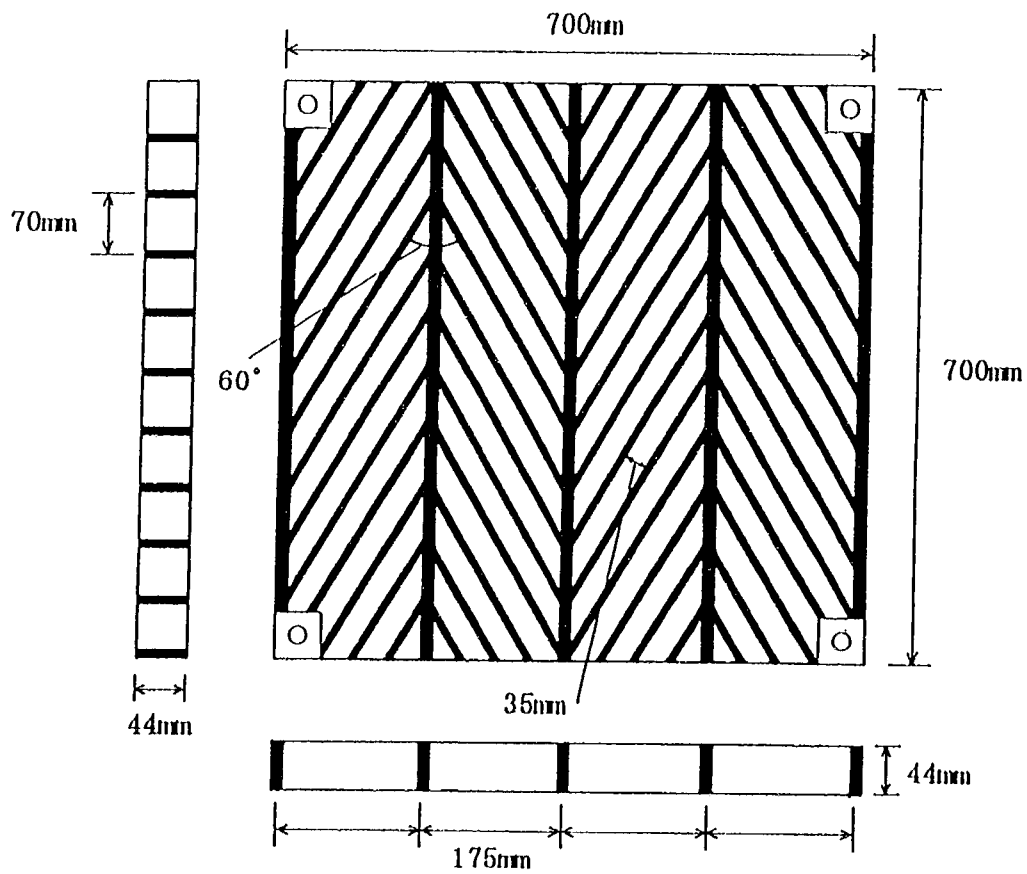
		グレーティング設置方向	
		縦	横
主リップ	ピーク値	0.89	--
	スリップ値	0.61	--
副リップ	ピーク値	--	--
	スリップ値	--	--

※測定タイヤ：スムーズ（標準）

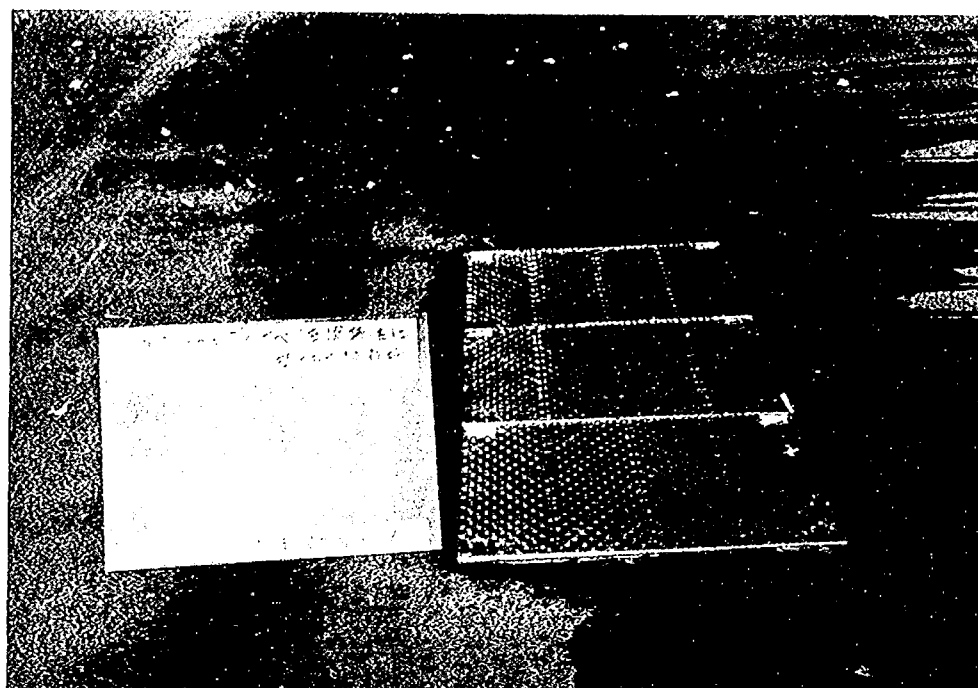
動摩擦係数

		グレーティング設置方向	
		縦	横
20km/h		0.33	--
40km/h		0.26	--
60km/h		0.31	--

※測定タイヤ：リップ（標準）



TYPE 23 突起無し



静止摩擦係数

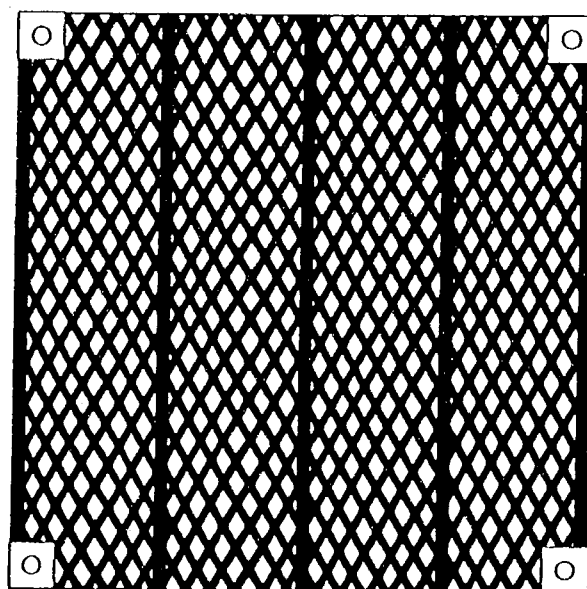
		グレーンク'設置方向	
		縦	横
主リップ	ピーク値	0.95	--
	スリップ値	0.60	--
副リップ	ピーク値	--	--
	スリップ値	--	--

※測定タイヤ：スムーズ（標準）

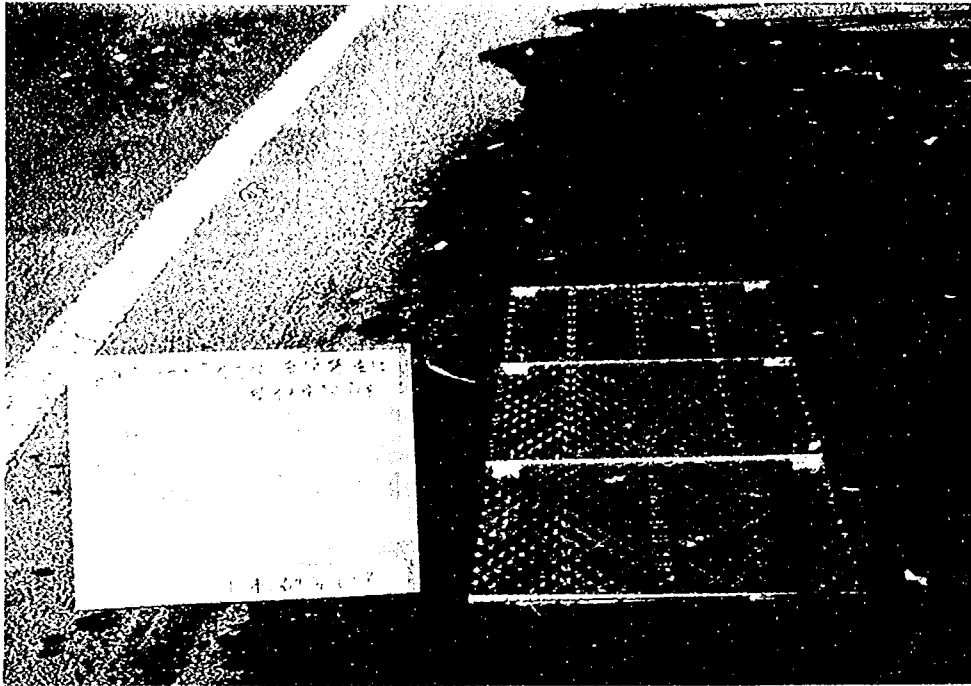
動摩擦係数

		グレーンク'設置方向	
		縦	横
20km/h		0.44	0.32
40km/h		0.37	0.27
60km/h		0.38	0.34

※測定タイヤ：リップ（標準）



TYPE 24 突起無し



静止摩擦係数

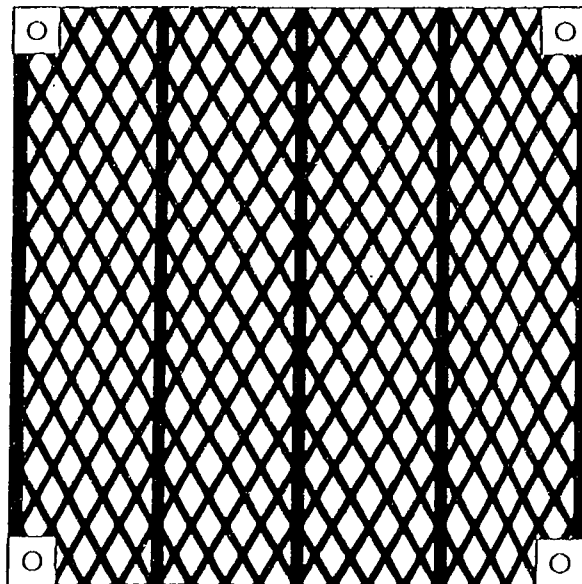
		クレーンク 設置方向	
		縦	横
主リブ	ピーク値	0.99	--
	スリップ値	0.72	--
副リブ	ピーク値	--	--
	スリップ値	--	--

※測定タイヤ：スムーズ（標準）

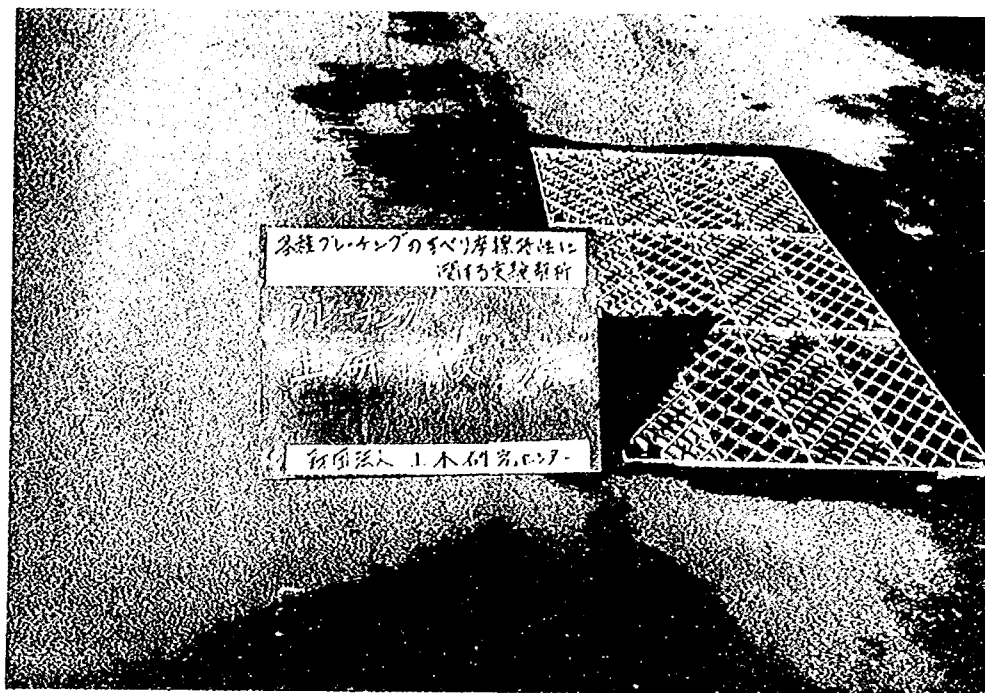
動摩擦係数

		クレーンク 設置方向	
		縦	横
20km/h		0.45	0.42
40km/h		0.36	0.36
60km/h		0.42	0.43

※測定タイヤ：リブ（標準）



TYPE 23 改 突起有り



静止摩擦係数

		フレンチ設置方向	
		縦	横
主リップ	ピーク値	1.12	--
	スリップ値	0.86	--
副リップ	ピーク値	--	--
	スリップ値	--	--

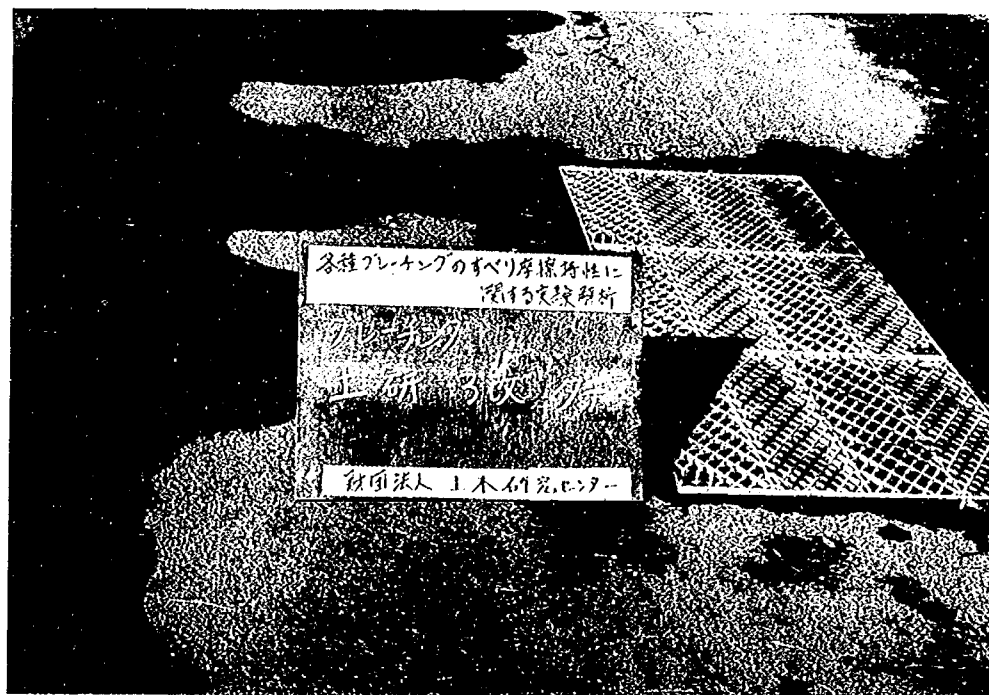
※測定タイヤ：スムーズ (標準)

動摩擦係数

		フレンチ設置方向	
		縦	横
20km/h		0.59	0.61
40km/h		0.56	0.53
60km/h		0.41	0.47

※測定タイヤ：リブ (標準)

TYPE 24 改 突起有り



静止摩擦係数

		フレンチ設置方向	
		縦	横
主リップ	ピーク値	1.19	--
	スリップ値	0.85	--
副リップ	ピーク値	--	--
	スリップ値	--	--

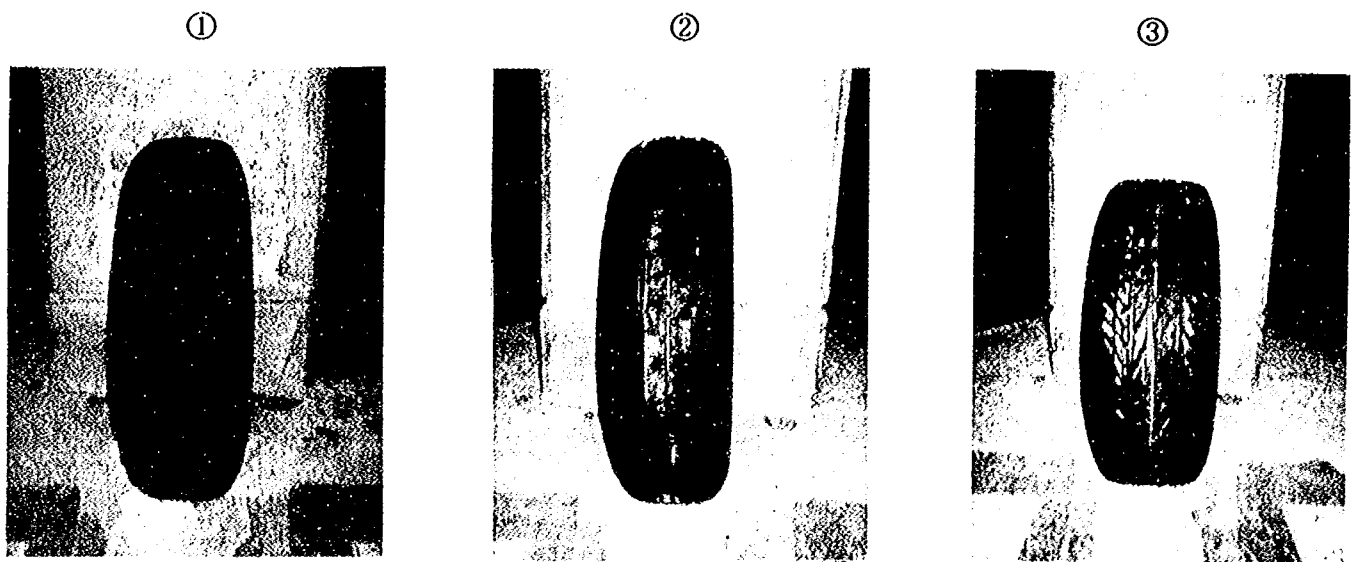
※測定タイヤ：スムーズ (標準)

動摩擦係数

		フレンチ設置方向	
		縦	横
20km/h		0.61	0.67
40km/h		0.49	0.60
60km/h		0.40	0.52

※測定タイヤ：リブ (標準)

2. 測定タイヤ



①すべり測定用標準タイヤ（スムーズタイヤ）

サイズ：165SR13

溝のないタイヤ、静止すべり摩擦抵抗力の測定に使用

②すべり測定用標準タイヤ（リブタイヤ）

サイズ：165SR13

縦溝のみあるタイヤ、動すべり摩擦抵抗力の測定に使用

③一般市場タイヤ

サイズ：205/65R15

一般市場で使われているタイヤ、動すべり摩擦抵抗力の測定に使用