

省力化に対応した鋼桁橋の設計施工に関する
共同研究報告書（II）

—パーシャルプレストレスを導入したP C床版の輪荷重走行実験—

平成11年12月

建設省土木研究所
構造橋梁部 橋梁研究室
(社)日本橋梁建設協会

Copyright © (2000) 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。

省力化に対応した鋼桁橋の設計施工に関する 共同研究報告書 (II)

— パーシャルプレストレスを導入したPC床版の輪荷重走行実験 —

構造橋梁部 橋梁研究室
(社) 日本橋梁建設協会

要 旨

本研究は、鋼橋床版の現場施工の省力化、工費縮減の観点から、ポストテンション方式の場所打ちPC床版における単位長さあたりのPC鋼線の緊張材本数を変えることにより、導入プレストレス力をパラメータとしたパーシャルプレストレスPC床版の輪荷重載荷実験を行ない、導入プレストレス力と疲労耐久性との関係を把握し、さらに、既往のRC床版に関する輪荷重走行実験との比較検討も行なったものである。

キーワード：工費縮減、省力化、パーシャルプレストレス、PC床版、輪荷重走行実験、
疲労耐久性

共同研究担当者名簿
(平成9～10年度)

建設省土木研究所

構造橋梁部 橋梁研究室

西 川 和 廣

内 田 賢 一

宮 崎 和 彦

(社) 日本橋梁建設協会

床版開発研究会W/G

八 部 順 一

小 林 潔

太 田 貞 次

秋 山 洋

川 畑 篤 敬

小 西 拓 洋

江 頭 慶 三

倉 田 幸 宏

佐々木 保 隆

共同研究者名簿

1. まえがき	1
2. 実験対象としたパーシャルプレストレスPC床版	1
3. 実験供試体	2
(1) 材料およびその性質	2
(2) 実験供試体	3
1) PRC50%実験供試体	3
2) PRC25%実験供試体	3
(3) 実験供試体F.E.M.解析	4
4. 実験方法	
(1) 供試体の設置方法	9
(2) 載荷方法	9
(3) 計測方法	10
5. 実験結果	12
(1) 床版中央位置における鉛直たわみの進展状況	12
(2) 床版下面ひび割れ密度の進展状況	13
(3) クラック開口幅の時系列変化	15
(4) 鉄筋ひずみの時系列変化	16
(5) 実験終了後の床版ひび割れ状況	17
(6) 実験終了後の供試体切断面のひび割れ状況	20
(7) 既往のRC床版輪荷重走行実験結果との比較	22
6. まとめ	23
参考文献	23

付属資料

(1) P R C床版実験供試体設計計算書	25
(2) P R C 5 0 %供試体実験結果	73
1) 材料試験結果 (①コンクリート、②鉄筋、③P C鋼線)	73
2) 載荷回数と床版変位との関係	79
3) 載荷回数と床版ひずみとの関係	85
4) 載荷回数と鉄筋ひずみとの関係	89
5) 載荷回数とクラック幅との関係	103
6) 載荷回数とひび割れ密度との関係	107
7) C C Dカメラによる床版下面ひび割れ状況の時系列変化	111
8) 最終ひび割れ状況	127
9) 実験終了後の切断面写真	131
10) 破壊前1時間挙動	141
(3) P R C 2 5 %供試体実験結果	147
1) 材料試験結果 (①コンクリート、②鉄筋、③P C鋼線)	147
2) 載荷回数と床版変位との関係	153
3) 載荷回数と床版ひずみとの関係	157
4) 載荷回数と鉄筋ひずみとの関係	161
5) 載荷回数とクラック幅との関係	175
6) 載荷回数とひび割れ密度との関係	179
7) C C Dカメラによる床版下面ひび割れ状況の時系列変化	183
8) 最終ひび割れ状況	199
9) 実験終了後の切断面写真	203
10) 破壊前1時間挙動	213

1. まえがき

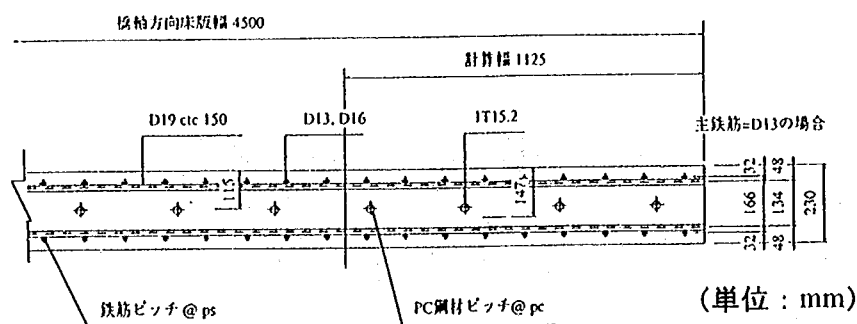
近年、道路橋床版の損傷原因となる疲労強度に関する研究は、輪荷重走行試験機の導入にともない、その研究事例^{1)~3)}が増えているものの、今なお少なく、十分なデータが得られているとは言い難い。これまでの研究によると、床版支間方向にプレストレスを導入した1方向PC床版の疲労耐久性は、従来のRC床版に比べ飛躍的に増加することが報告⁴⁾されている。PC床版の現場施工においては、現場施工の省力化、現場コストの縮減、さらに工期縮減⁵⁾の観点からポストテンション方式PC床版の設計において、PC鋼線の緊張材本数を低減し、かつ耐荷力、疲労耐久性の低下を極力小さく抑えることは有効であると考えられる。

本研究は、単位長さあたりのPC鋼線の緊張材本数を変えることにより、導入プレストレス力をパラメータにしたパーシャルプレストレス床版（以下、PRC床版と呼ぶ）の輪荷重走行実験により、導入プレストレス力と疲労耐久性との関係を把握することを目的に、(社)日本橋梁建設協会と建設省土木研究所構造橋梁部橋梁研究室との共同研究⁶⁾として行ったものである。なお、本実験では、別途建設省土木研究所で行っている昭和39年および平成8年道路橋示方書（以下、道示と呼ぶ）に準拠して設計された既往のRC床版との比較検討も合わせて行うことにより、相対的な評価を加えている。

2. 実験対象としたパーシャルプレストレスPC床版

本実験で採用した床版構造は、床版支間方向にパーシャルプレストレス(フルプレストレスの50%,25%)で設計したポストテンション方式の場所打ちPC床版を対象とした。使用したPC鋼線は施工性の良さから最近施工事例の増えているプレグラウトタイプとした。床版支間に関しては、土木研究所におけるこれまでの一連のRC床版に関する実験に準拠し、床版支間3.2mの連続版を対象として設計を行い、2.5mで単純支持した。プレストレス量をパラメータにした計算結果を表-1に示す。本研究で実施した供試体の活荷重載荷時に床版コンクリート下面に生ずる引張応力度は、パーシャルプレストレス50%の場合1.5N/mm²、パーシャルプレストレス25%の場合2.6N/mm²となる。

表-1 プレストレス量を変えたPRC床版の設計計算



項 目		フルプレストレス	パーシャルプレストレス		
		100%	75%	50%*	25%*
P C 鋼 材	径	1T 15.2	1T 15.2	1T 15.2	1T 15.2
	本数(/m)	7.6	5.8	3.8	2.0
	ピッチ(m)	0.132	0.173	0.265	0.500
合成応力(N/mm ²)		0.5	-0.4	-1.5	-2.6

* 本実験にて実施

3. 実験供試体

(1) 材料およびその性質

本実験に用いたコンクリートの配合を表-2に示す。コンクリートは、早強ポルトランドセメントを使用し、設計基準強度 $\sigma_{ck}=50\text{ N/mm}^2$ 、スランプは12cm、空気量は4.5%を目標値とし、鉄筋はSD295A(D19, D13)、P C鋼材はプレグラウトタイプP C鋼線 SWPR7BL15.2 ϕ を使用した。表-3に静的実験および疲労実験時のコンクリートの圧縮強度、弾性係数、ポアソン比、引張強度を示す。表-4に鉄筋およびP C鋼より線の力学的特性を示す。

表-2 コンクリートの配合

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	空気量 (%)	スランプ (cm)	単位量(N/m ³)				
				水	セメント	最骨材	粗骨材	混和剤
42	45.3	4.5	12	1,500	3,579	7,982	9,708	39

表-3 コンクリートの力学的特性

	圧縮強度 (Nf/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)	ポアソン比	引張強度 (N/mm ²)
PRC50% 供試体	56.9	0.303E+05	0.201	2.9
PRC25% 供試体	53.8	0.306E+05	0.178	3.3

表-4 鉄筋およびP C鋼線の力学的特性

	降 伏 荷 重 (kN)	最 大 荷 重 (kN)	降伏点 応 力 (N/mm ²)	引 張 強 さ (N/mm ²)	伸 び (%)	公 称 断 面 (mm ²)
鉄筋 D13 SD295	44.5	66.0	351.1	520.8	19.2	126.7
鉄筋 D19 SD295	100.6	152.6	351.3	532.4	20.5	286.5
P C鋼より線 15.2mm SWPR7BL	238.0	265.0	1,716.2	1,910.5	7.6	138.7

(2) 実験供試体

1) PRC50%実験供試体

図-1にパーシャルプレストレス50%として設計した実験供試体の一般図を示す。実験供試体の寸法は、これまでに建設省土木研究所で行われた一連のRC床版に関する実験供試体に合わせ橋軸直角方向長 2.8m (床版支間 2.5m)，橋軸方向床版長 4.5mとした。PC鋼材は、プレグラウトタイプのPC鋼より線 SWPR7B15.2φを使用し、配置間隔は 26.5cm とした。なお、床版厚については、建設省土木研究所と(社)日本橋梁建設協会との共同研究として行ったRCループ継手に着目したプレキャストPC床版輪荷重走行実験供試体に合わせ 23cm とした。

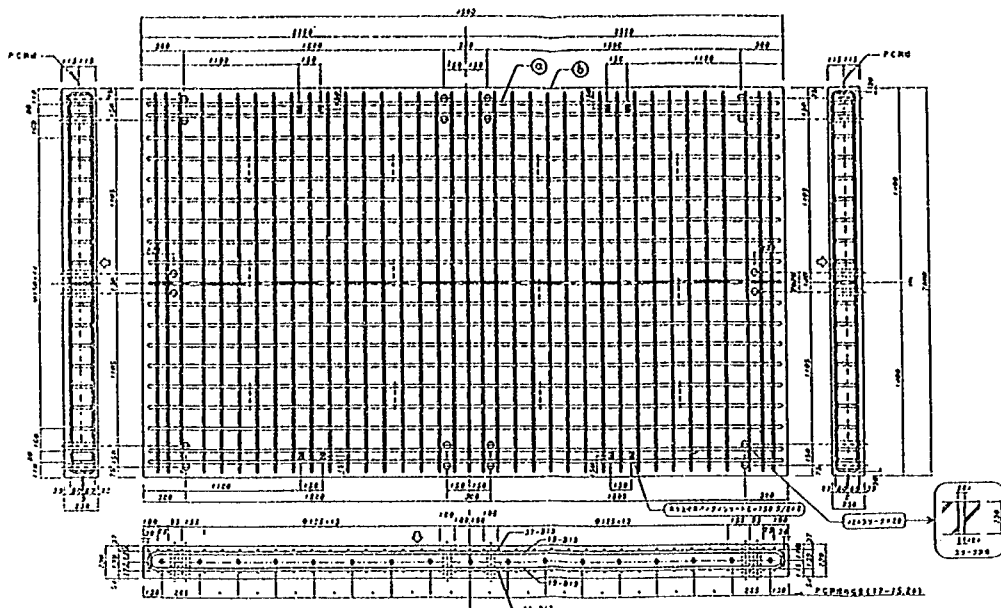


図-1 PRC50%実験供試体 (単位: mm)

2) PRC25%実験供試体

図-2にパーシャルプレストレス25%実験供試体の一般図を示す。プレグラウトタイプPC鋼より線 SWPR7B15.2φは、50cm 間隔の配置となる。

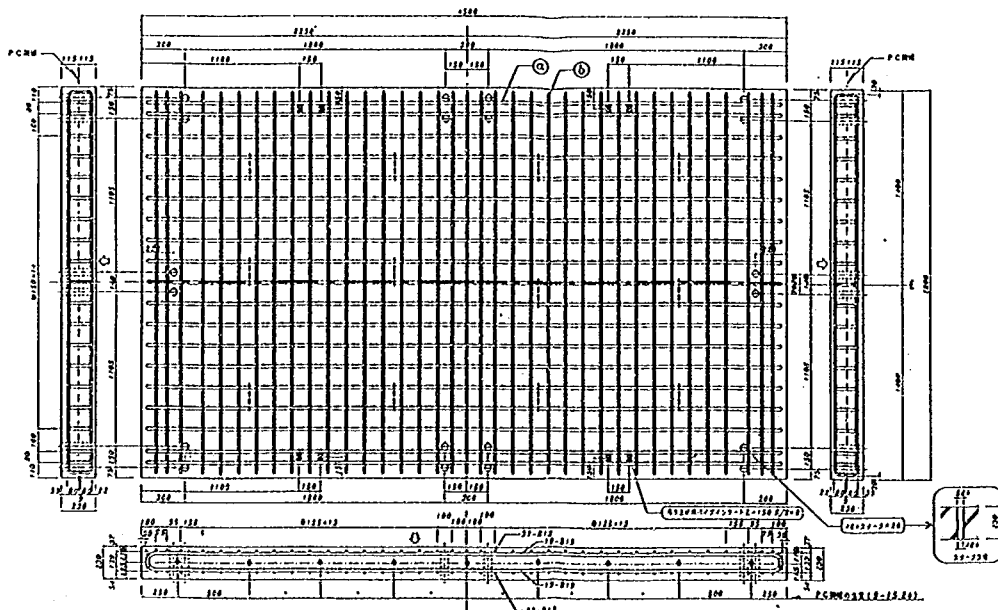


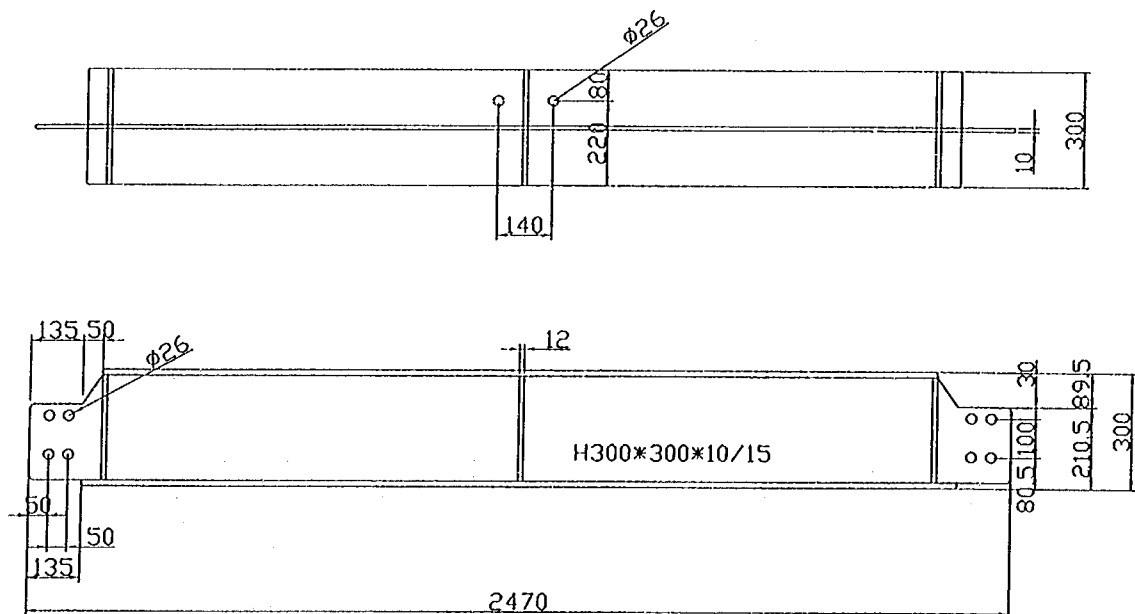
図-2 PRC25%実験供試体 (単位: mm)

(3) 実験供試体の F.E.M. 解析

本実験供試体の断面力および応力性状を把握するため、事前に弾性 F.E.M. 解析を実施した。表－5 に解析対象とする P C 床版の諸元を示す。また、解析に際しては、図－3 に示す床版端部に設置した変位拘束梁の影響を考慮した解析モデルを用いた。図－4 に実験供試体の F.E.M. 解析モデルを示す。本 F.E.M. 解析により得られた単位荷重载荷時（载荷荷重 11t）の鉛直変位の橋軸方向分布を図－5 に、橋軸直角方向応力の橋軸方向分布を図－6 に、さらに、橋軸方向応力の橋軸直角方向分布を図－7 にそれぞれ示す。床版端部に変位拘束梁を設置することにより、無限版に相当する辺長比 1：4 モデルと精度良く一致することがわかる。表－6 に床版曲げモーメントの比較結果を示す。また、別途計算により求めた初期クラック発生モーメントを表－7 に、終局曲げモーメントを表－8 に示す。

表－5 解析対象とする P C 床版諸元

1. 床版支間	2.5 m
2. 床版長	4.5 m
3. 辺長比	1:1.8
4. 床版厚	23 cm
5. コンクリートの設計基準強度 σ_{ck}	50 N/mm ²
6. コンクリートの弾性係数 E_c	0.323×10^5 N/mm ²
7. ポアソン比	1/6
8. 端部拘束梁	1-H 300x300x15x12



(単位：mm)

図－3 床版端部に設置した変位拘束梁（1-H 300×300×15×12）

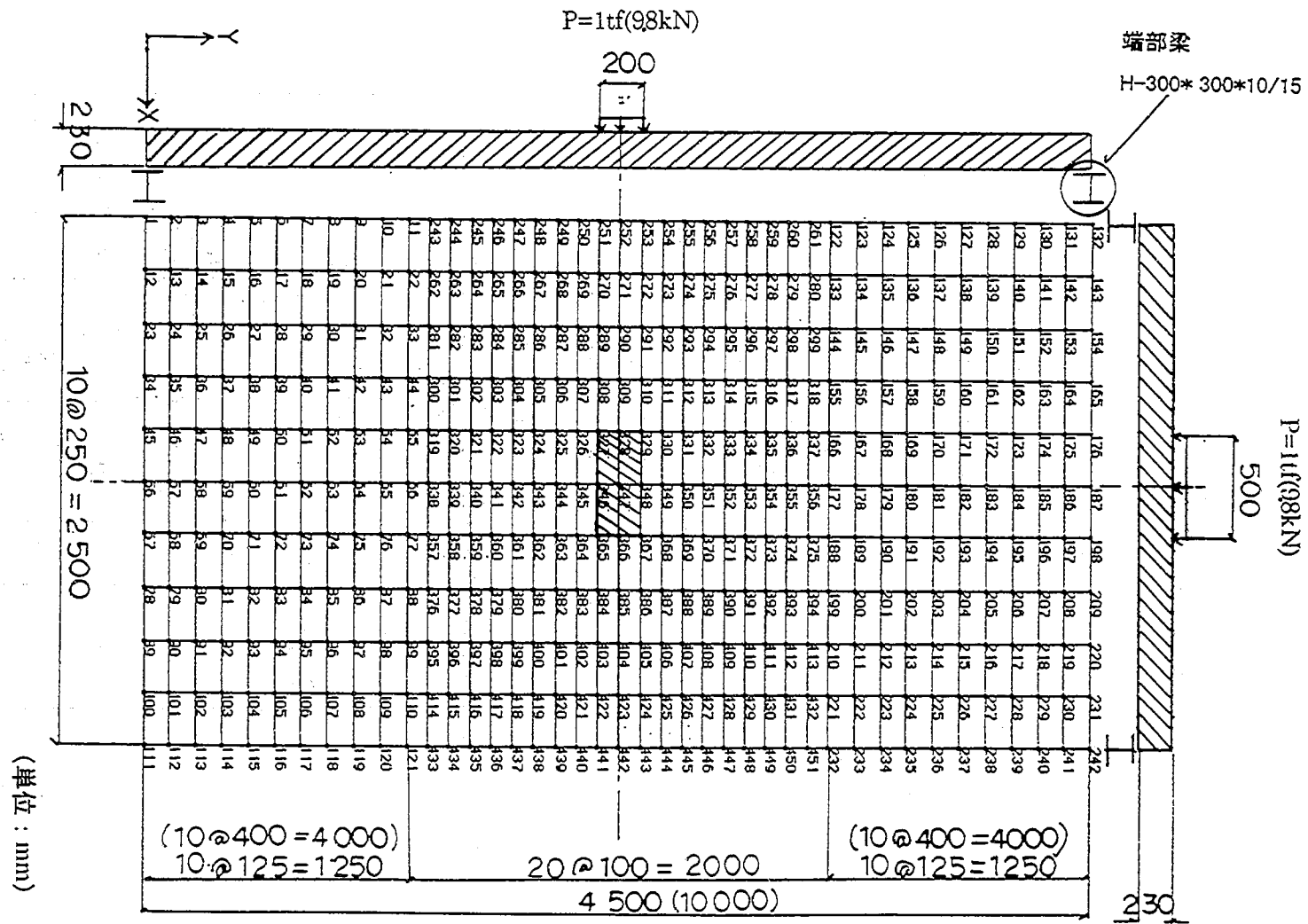


図-4 実験供試体の F.E.M.解析モデル

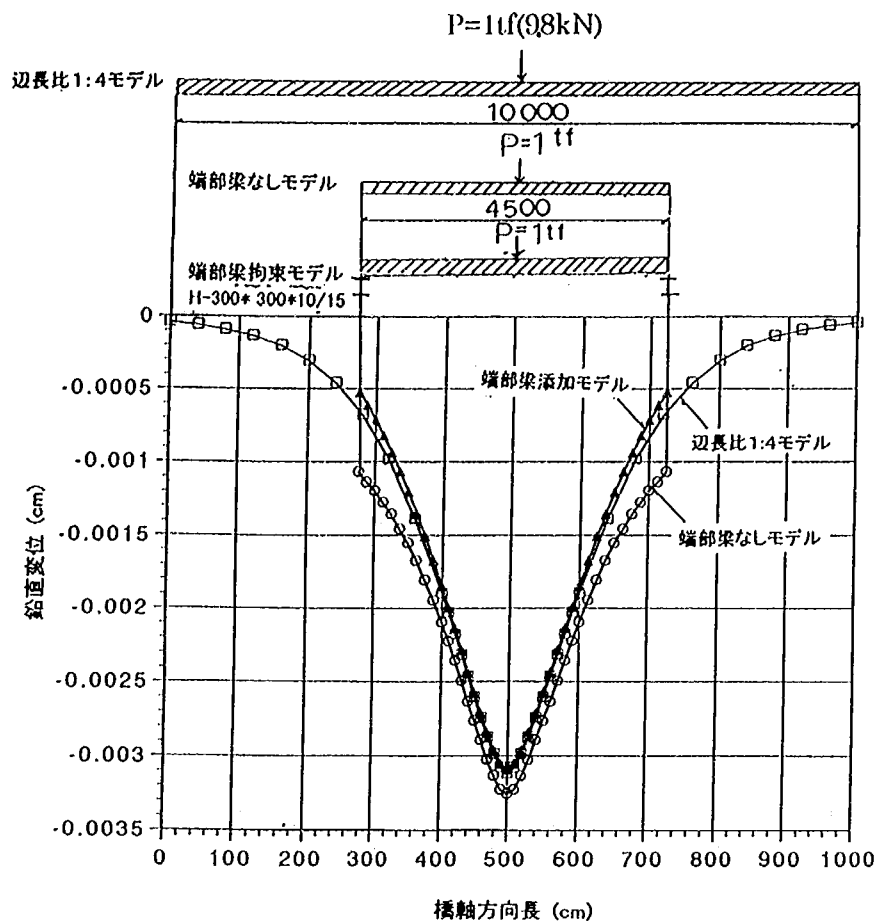


図-5 鉛直変位の橋軸方向分布

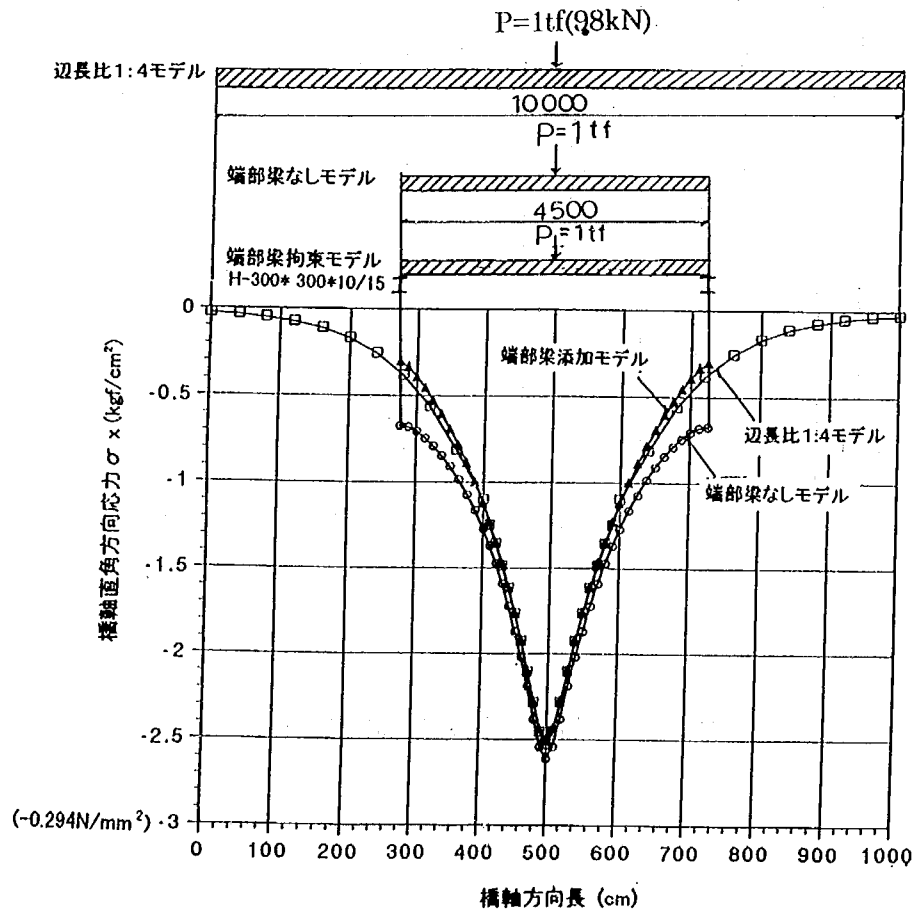
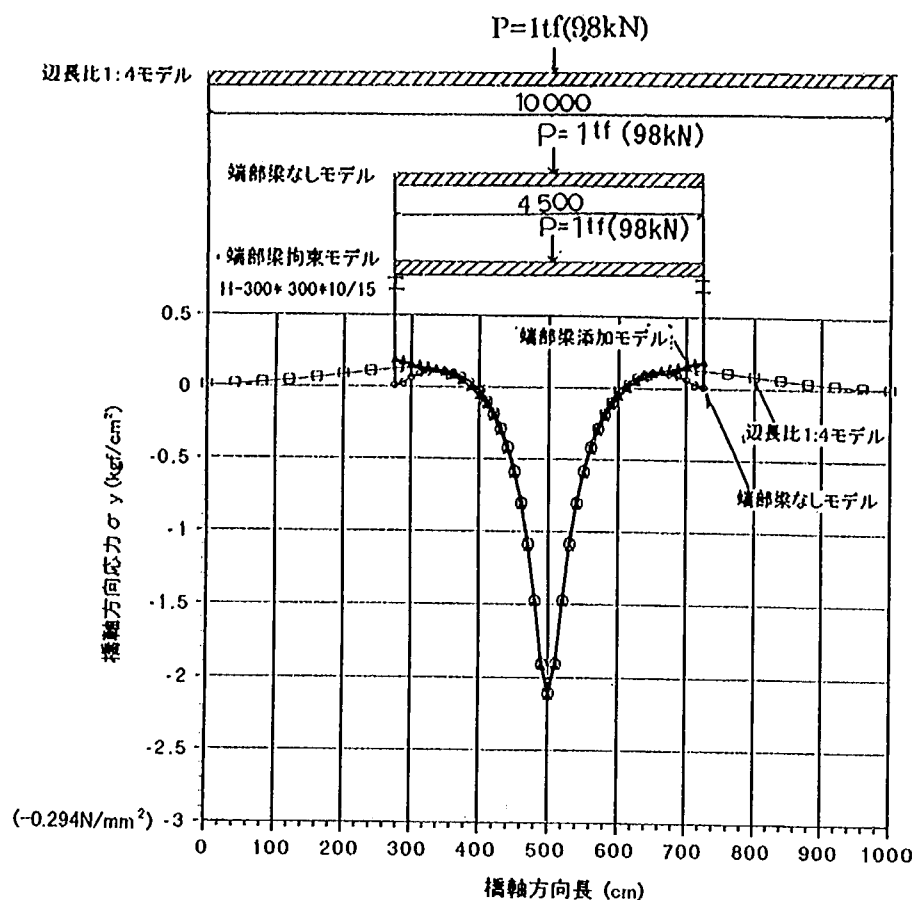


図-6 橋軸直角方向応力の橋軸方向分布



図ー7 橋軸方向応力の橋軸方向分布

表ー6 床版曲げモーメントの比較 (荷重 98kN)

解析ケース 曲げモーメント	主鉄筋方向 曲げモーメント My(kN・m/m)	配力筋方向 曲げモーメント Mx(kN・m/m)	曲げモーメント 比率 My/Mx
1) 1:4(無限版)モデル	21.9 (1.00)*	18.2 (1.00)	1.20 (1.00)
2) 端部梁なしモデル	22.5 (1.03)	18.0 (0.99)	1.25 (1.04)
3) 端部梁添加モデル	21.8 (1.00)	18.3 (1.00)	1.19 (1.00)

* ()内数値は、1:4(無限版)モデルに対する比率を示す

表ー7 初期クラック発生モーメントの計算値（橋軸直角方向）

ケース(1) $\sigma_t = -1.76\text{N/mm}^2$ （道示に規定する $\sigma_{ck} = 50\text{N/mm}^2$ に対する 許容引張応力度）

ケース(2) $\sigma_t = -2.55\text{N/mm}^2$ （コンクリート標準示方書に規定する $\sigma_{ta} = 0.42 * \sigma_{ck}^{(2/3)}$ ）

ケース(3) $\sigma_t = -1.57\text{N/mm}^2$ （上記(2)の60%）

繰返し計算による M_c 算定結果(床版厚 1.125m あたり)

			100%	50%*	25%*
床版自重曲げ	Md1	kN・m	6.5	6.5	6.5
後死荷重曲げ	Md2	kN・m	2.1	2.1	2.1
ケース(1)	M_c	kN・m	64.4	42.3	31.5
	ΣM	kN・m	72.9	50.9	40.0
ケース(2)	M_c	kN・m	72.7	50.7	39.8
	ΣM	kN・m	81.2	59.2	48.3
ケース(3)	M_c	kN・m	62.2	40.3	29.4
	ΣM	kN・m	70.8	48.8	37.9

* 輪荷重走行実験は 50%と 25%について実施

表ー8 終局曲げモーメントの計算値（橋軸直角方向）

			100%	50%*	25%*
床版自重曲げ	Md1	kN・m	6.5	6.5	6.5
後死荷重曲げ	Md2	kN・m	2.1	2.1	2.1
後死荷重曲げ合計	MD	kN・m	8.5	8.5	8.5
活荷重曲げ	ML	kN・m	40.1	40.1	40.1
照査曲げモーメント	M1	kN・m	111.2	111.2	111.2
	M2	kN・m	108.7	108.7	108.7
	M3	kN・m	82.6	82.6	82.6
	Mmax	kN・m	111.2	111.2	111.2

* 輪荷重走行実験は 50%と 25%について実施

$$M1 = 1.3 \times Md + 2.5 \times ML$$

$$M2 = 1.0 \times Md + 2.5 \times ML$$

$$M3 = 1.7 \times (Md + ML)$$

$$Md = Md1 + Md2$$

4. 実験方法

(1) 供試体の設置方法

実験供試体は、床版支間 2.5m で単純支持し、橋軸方向については床版端部に H 形鋼(300×300×15×12)を取付けることにより弾性支持した状態とし、無限支持された 2 辺単純支持版の曲げモーメントを再現した。

(2) 載荷方法

輪荷重走行実験は、段階的に載荷荷重を大きくすることにより変化を促進させる階段状荷重漸増載荷（以下、階段載荷）により行うものとした。階段載荷は、図－8 に示すように 157kN を初期荷重として 4 万回毎に 2tf ずつ荷重を増加する載荷方法により行った。輪荷重は 50cm×20cm のブロック載荷し、床版中央より ±1.5m の範囲を往復する。具体的な載荷方法は、以下に示すとおりである。

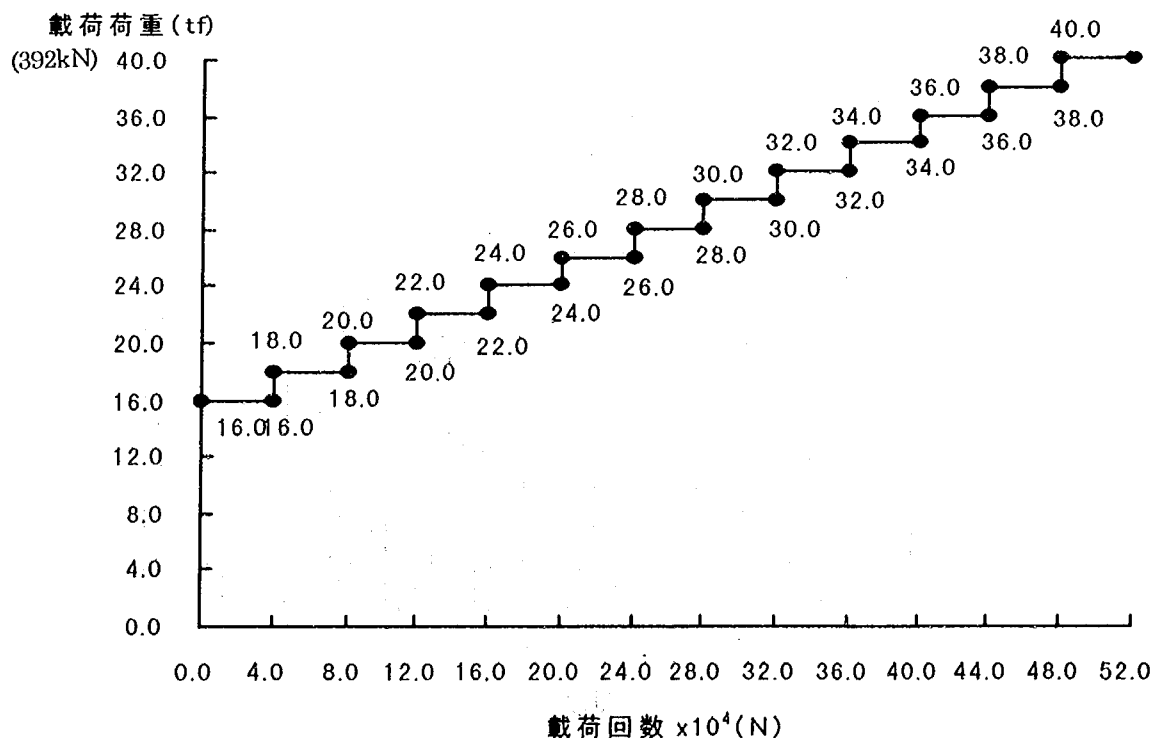
STEP-1：輪荷重走行実験に先立ち、弾性範囲内における静的載荷実験を行う。載荷荷重は、0～157kN まで 19.6kN 刻みに増加させ、弾性挙動の計測を行う。

STEP-2：輪荷重 157kN 載荷時と除荷した状態で各々計測を行う。

STEP-3：輪荷重 157kN より移動載荷を開始する。載荷回数 100 回、1000 回、5,000 回、10,000 回、20,000 回、40,000 回走行後に停止し、荷重を除荷し、残留たわみおよび応力の測定を行う。

STEP-4：以後、載荷回数 40,000 回毎に、載荷荷重を 157kN より 19.6kN 刻み増加させ、392kN、520,000 回まで、繰り返し載荷を行う。各荷重段階で、荷重載荷時と除荷時における変位および応力の測定を行う。

本試験機には、24 時間計測が可能となる自動計測システムが用いられており、ひずみ、変位等のデータを自動的にパソコンに取り込むとともに、床版下面に発生するひび割れに関しては、CCD カメラによる画像データを基に、ひび割れ幅、ひび割れ長さ、およびひび割れ密度を算出した。実験時には、常時、動的な変位と応力をモニターした。



図－8 輪荷重走行実験載荷ステップ

(3) 計測方法

輪荷重走行実験におけるコンクリート床版の変位測定位置は、図-9に示すように床版中心位置から橋軸、橋軸直角方向とした。また、床版鉄筋ひずみの測定位置も図-10に示すように同様に決定した。各ひずみは、ひずみゲージ、変位はひずみゲージ式変位計、クラック幅は、初期クラックが発生した位置に π 型変位計を取付けることにより適宜測定を行った。本実験における変位とひずみの計測点一覧を表-9に示す。

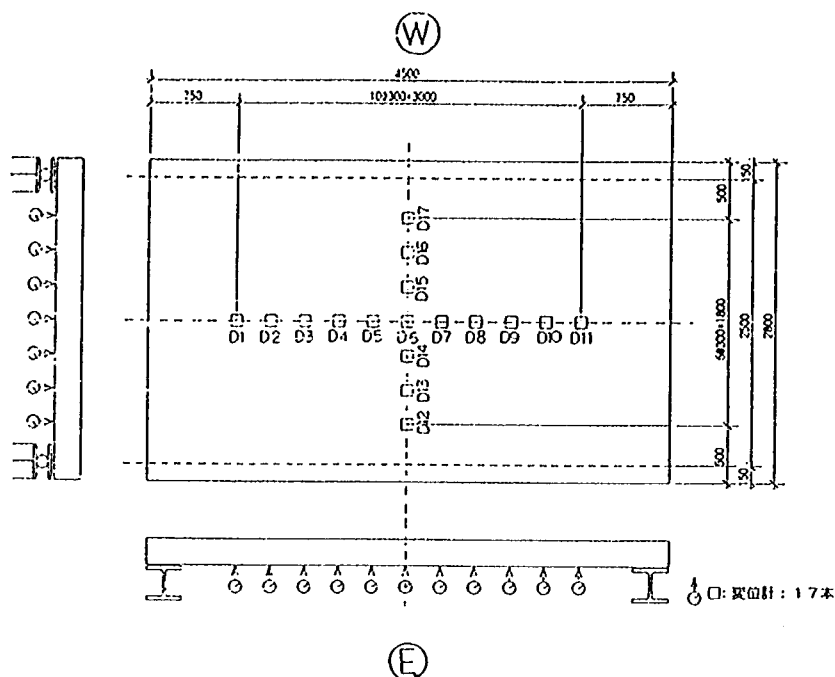


図-9 床版変位計の取付位置 (単位: mm)

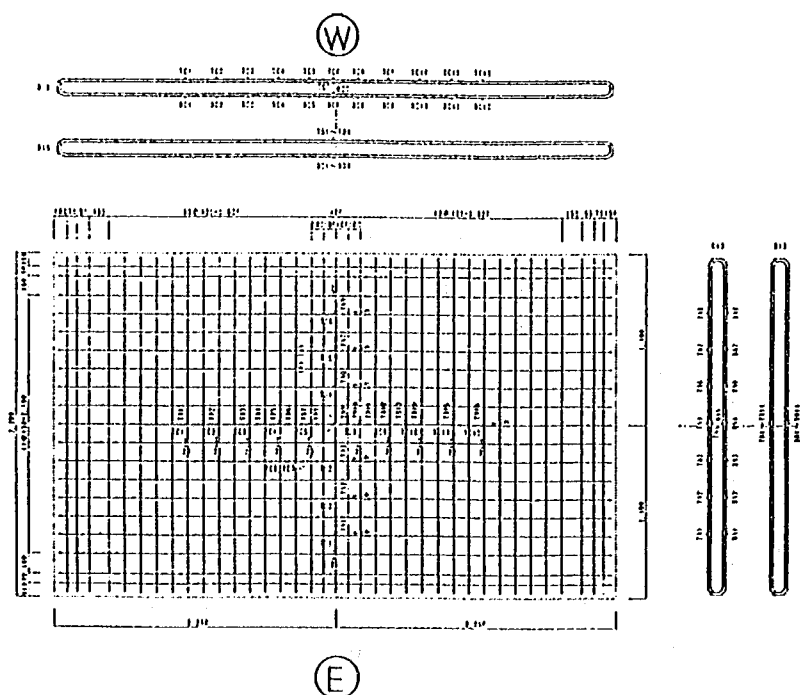


図-10 床版鉄筋ひずみゲージの取付位置 (単位: mm)

表-9 変位およびひずみの計測点一覧

継手なしタイプ					
No.	ゲージ番号	区分	位置	鉄筋径	着目応力
1	TA1	補強筋	上側	D13	主鉄筋 応力分布 (上側)
2	TA2	補強筋	上側	D13	
3	TA3	補強筋	上側	D13	
4	TA4	補強筋	上側	D13	
5	TA5	補強筋	上側	D13	
6	TA6	補強筋	上側	D13	
7	TA7	補強筋	上側	D13	
8	TA8	補強筋	上側	D13	
9	BA1	補強筋	下側	D13	主鉄筋 応力分布 (下側)
10	BA2	補強筋	下側	D13	
11	BA3	補強筋	下側	D13	
12	BA4	補強筋	下側	D13	
13	BA5	補強筋	下側	D13	
14	BA6	補強筋	下側	D13	
15	BA7	補強筋	下側	D13	
16	BA8	補強筋	下側	D13	
17	TB1	補強筋	上側	D19	主鉄筋 応力分布 (上側)
18	TB2	補強筋	上側	D19	
19	TB3	補強筋	上側	D19	
20	TB4	補強筋	上側	D19	
21	TB5	補強筋	上側	D19	
22	TB6	補強筋	上側	D19	
23	TB7	補強筋	上側	D19	
24	TB8	補強筋	上側	D19	
25	TB9	補強筋	上側	D19	
26	TB10	補強筋	上側	D19	
27	TB11	補強筋	上側	D19	
28	TB12	補強筋	上側	D19	
29	TB13	補強筋	上側	D19	
30	TB14	補強筋	上側	D19	
31	TB15	補強筋	上側	D19	
32	TB16	補強筋	上側	D19	
33	BB1	補強筋	下側	D19	主鉄筋 応力分布 (下側)
34	BB2	補強筋	下側	D19	
35	BB3	補強筋	下側	D19	
36	BB4	補強筋	下側	D19	
37	BB5	補強筋	下側	D19	
38	BB6	補強筋	下側	D19	
39	BB7	補強筋	下側	D19	
40	BB8	補強筋	下側	D19	
41	BB9	補強筋	下側	D19	
42	BB10	補強筋	下側	D19	
43	BB11	補強筋	下側	D19	
44	BB12	補強筋	下側	D19	
45	BB13	補強筋	下側	D19	
46	BB14	補強筋	下側	D19	
47	BB15	補強筋	下側	D19	
48	BB16	補強筋	下側	D19	
49	TC1	配力鉄筋	上側	D19	配力鉄筋 応力分布 (上側)
50	TC2	配力鉄筋	上側	D19	
51	TC3	配力鉄筋	上側	D19	
52	TC4	配力鉄筋	上側	D19	
53	TC5	配力鉄筋	上側	D19	
54	TC6	配力鉄筋	上側	D19	
55	TC7	配力鉄筋	上側	D19	
56	TC8	配力鉄筋	上側	D19	
57	TC9	配力鉄筋	上側	D19	
58	TC10	配力鉄筋	上側	D19	
59	TC11	配力鉄筋	上側	D19	
60	TC12	配力鉄筋	上側	D19	
61	BC1	配力鉄筋	下側	D19	配力鉄筋 応力分布 (下側)
62	BC2	配力鉄筋	下側	D19	
63	BC3	配力鉄筋	下側	D19	
64	BC4	配力鉄筋	下側	D19	
65	BC5	配力鉄筋	下側	D19	
66	BC6	配力鉄筋	下側	D19	
67	BC7	配力鉄筋	下側	D19	
68	BC8	配力鉄筋	下側	D19	
69	BC9	配力鉄筋	下側	D19	
70	BC10	配力鉄筋	下側	D19	
71	BC11	配力鉄筋	下側	D19	
72	BC12	配力鉄筋	下側	D19	
73	TD1	配力鉄筋	上側	D13	配力鉄筋 応力分布 (上側)
74	TD2	配力鉄筋	上側	D13	
75	TD3	配力鉄筋	上側	D13	
76	TD4	配力鉄筋	上側	D13	
77	TD5	配力鉄筋	上側	D13	
78	TD6	配力鉄筋	上側	D13	
79	BD1	配力鉄筋	下側	D13	配力鉄筋 応力分布 (下側)
80	BD2	配力鉄筋	下側	D13	
81	BD3	配力鉄筋	下側	D13	
82	BD4	配力鉄筋	下側	D13	
83	BD5	配力鉄筋	下側	D13	
84	BD6	配力鉄筋	下側	D13	

5. 実験結果

(1) 床版中央位置における鉛直たわみの進展状況

図-11に床版中央位置における鉛直たわみと走行回数との関係を示す。導入したプレストレス力に応じて、荷重載荷時たわみと残留たわみが異なることが理解される。別途行った平成8年道示に準拠して設計されたRC床版（床版厚25cm）は、載荷回数約26万回（載荷荷重28tf）で破壊に至るが、フルプレストレスの50%と25%を導入したPRC床版実験供試体に関しては、載荷回数52万回（載荷荷重40tf）まででは破壊に至っておらず、平成8年RC床版と比較して大きな疲労耐久性が確認された。

鉛直たわみ(mm)

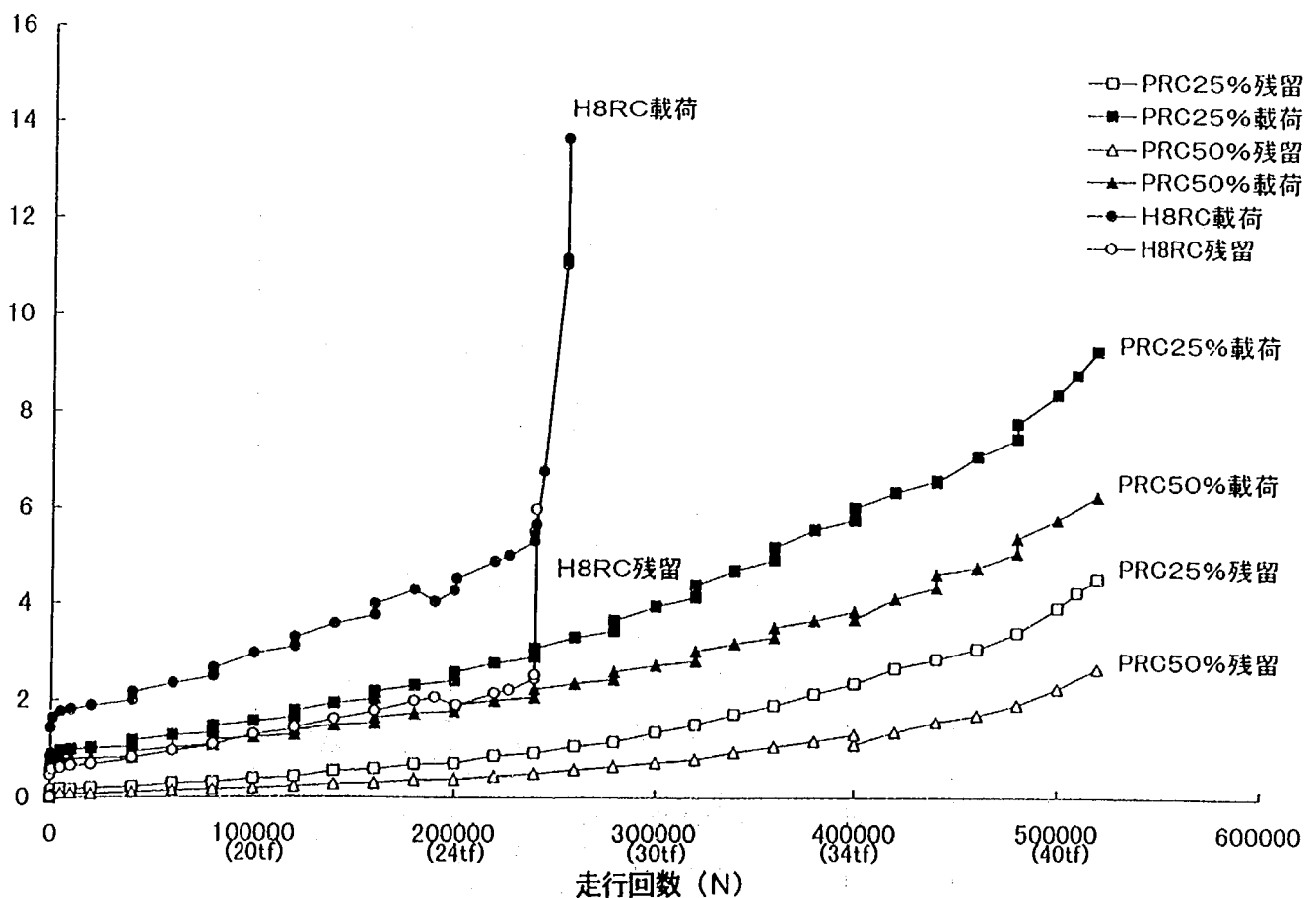


図-11 床版中央たわみと走行回数との関係

(2) 床版下面ひび割れ密度の進展状況

図-12に床版下面ひび割れ密度と載荷回数との関係を示す。図-13に CCD カメラにより測定された床版下面ひび割れの進展状況を示す。目視による床版下面のひび割れ発生荷重は、PRC 50%実験版供試体は 16tf、PRC 25%実験版供試体は若干早く 12tf となった。平成8年道示準拠の RC 床版は、ひび割れ密度が 4m/m^2 を超えた後、急激に破壊に至るが、PRC 25%実験供試体は、ひび割れ密度が 8m/m^2 を超えても破壊に至らない。さらに、PRC 50%実験版供試体については、最終荷重ステップにおけるひび割れ密度は 3m/m^2 と PRC 25%実験供試体の 1/2 以下の値を示し、導入したプレストレス量に応じてひび割れ密度も小さくなる。

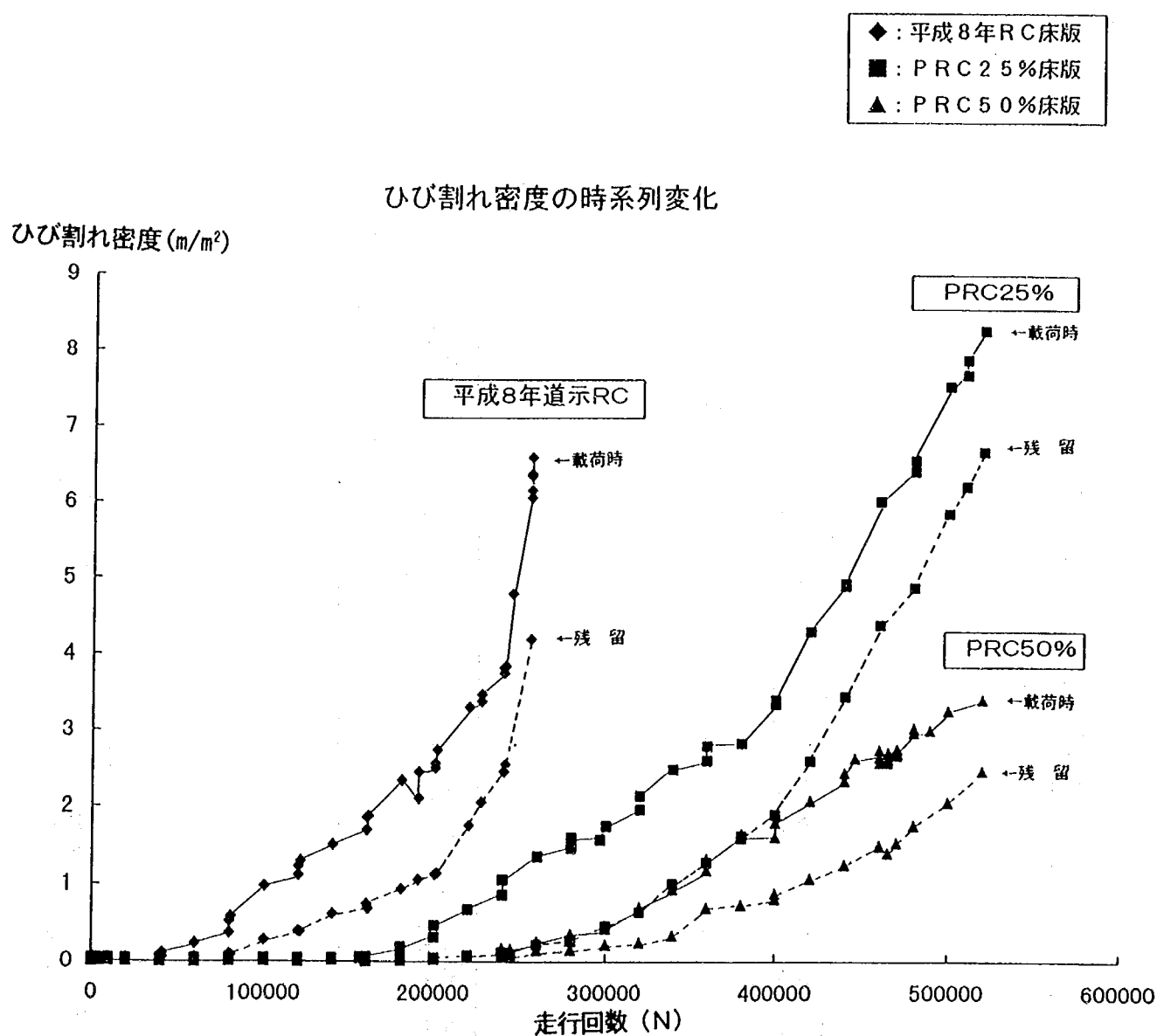
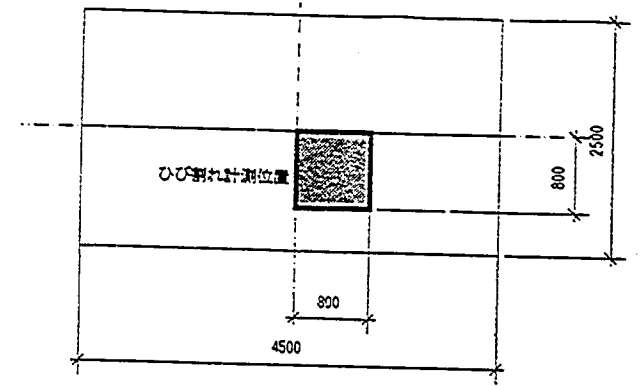
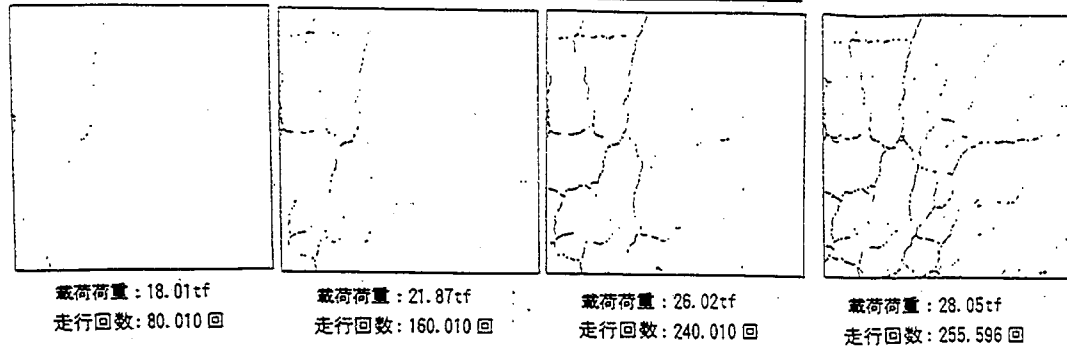
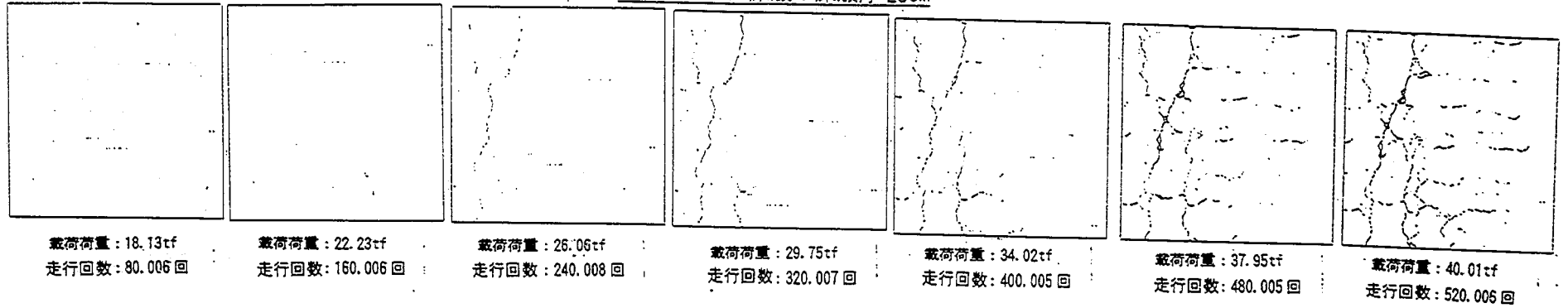


図-12 床版下面ひび割れ密度と走行回数との関係

平成8年道示RC床版：床版厚 25cm



PRC25%床版：床版厚 23cm



PRC50%床版：床版厚 23cm

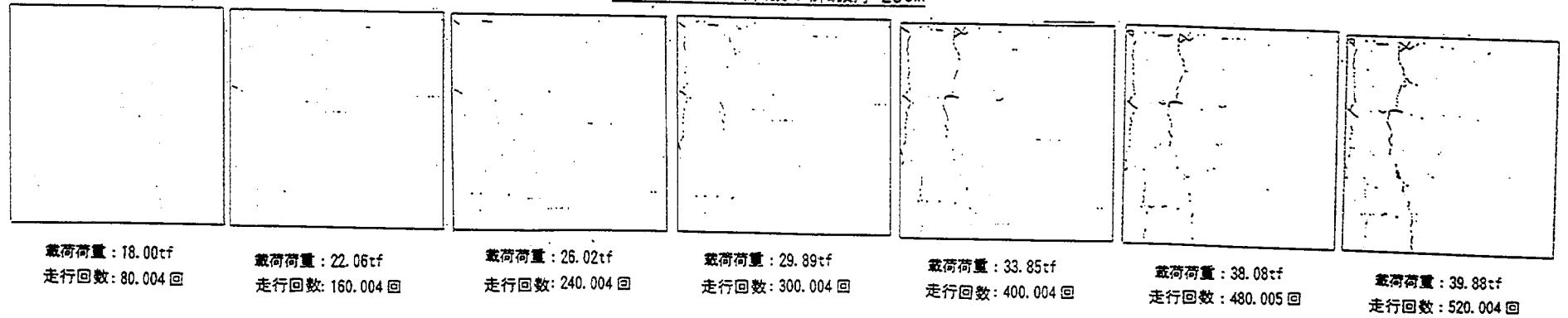
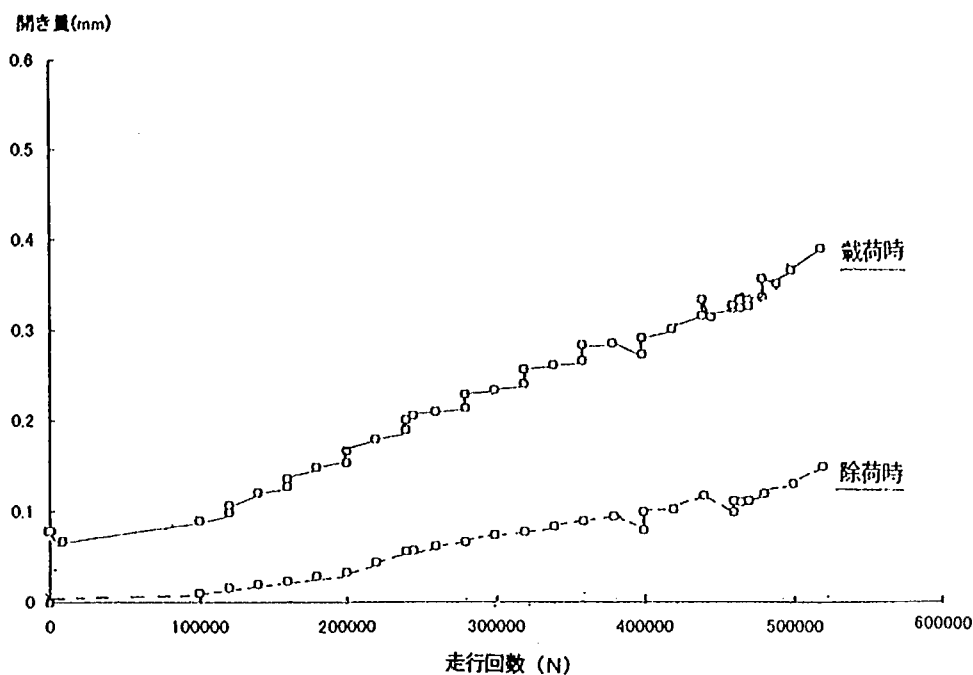


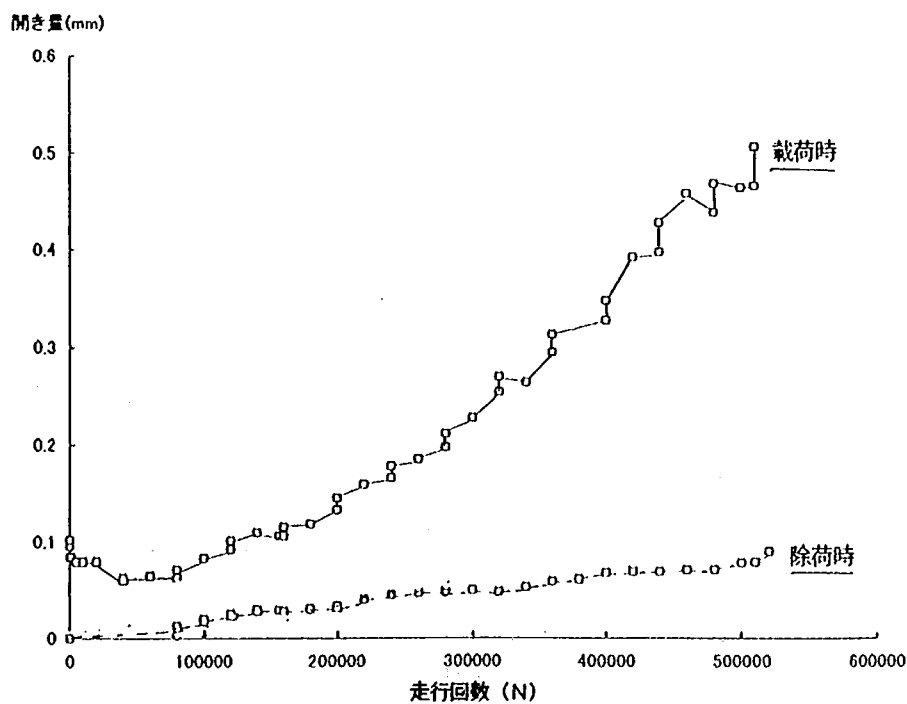
図-13 床版下面ひび割れの進展状況

(3) クラック開口幅の時系列変化

図一 1 4 に床版中央位置の橋軸直角方に生じたクラック開口幅の時系列変化を示す。載荷回数 30 万回 (載荷荷重 30tf) までは, PRC 50%実験供試体, PRC 25%実験供試体ともに同様な傾向を示すが, 載荷回数 30 万回を超えるとプレストレス導入量の少ないPRC 25%実験供試体の開口量がやや大きくなる。最終荷重ステップ 52 万回 (載荷荷重 40tf) におけるクラック開口幅の最大値は, PRC 25%実験供試体の場合, 0.5mm, PRC 50%実験供試体の場合 0.4mm となる。



(1) PRC 50%実験供試体

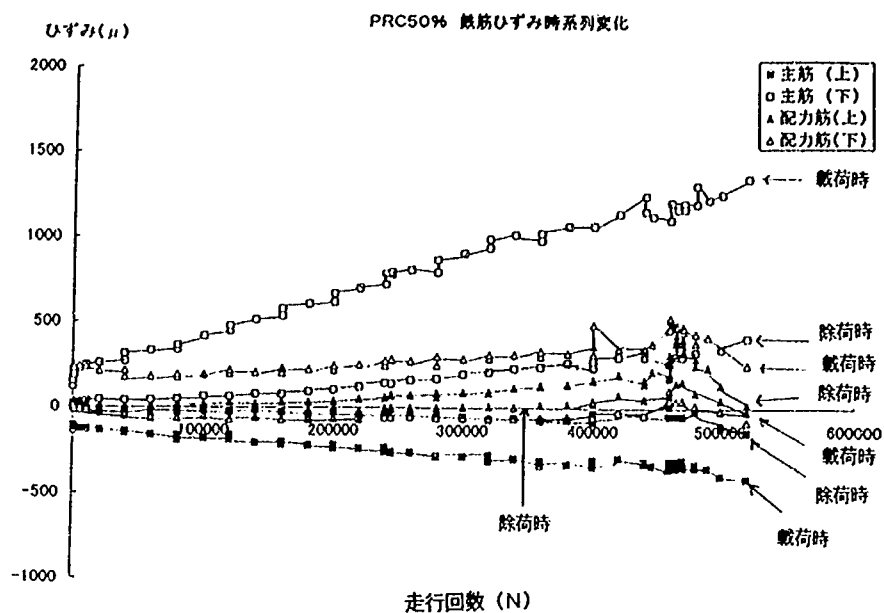


(2) PRC 25%実験供試体

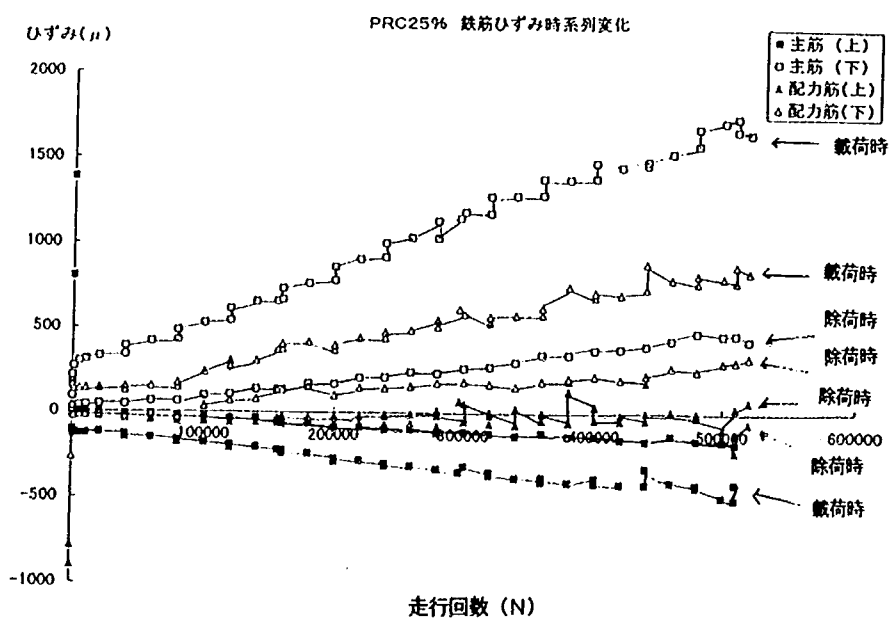
図一 1 4 床版下面クラック幅と走行回数との関係

(4) 鉄筋ひずみの時系列変化

図-15に床版中央位置の主鉄筋（補強筋）および配力筋ひずみの時系列変化を示す。PRC50%実験供試体における鉄筋ひずみは、PRC25%実験供試体に比べ導入プレストレス量の違いにより主鉄筋、配力鉄筋ともに若干小さめの値を示す。



(1) PRC50%実験供試体

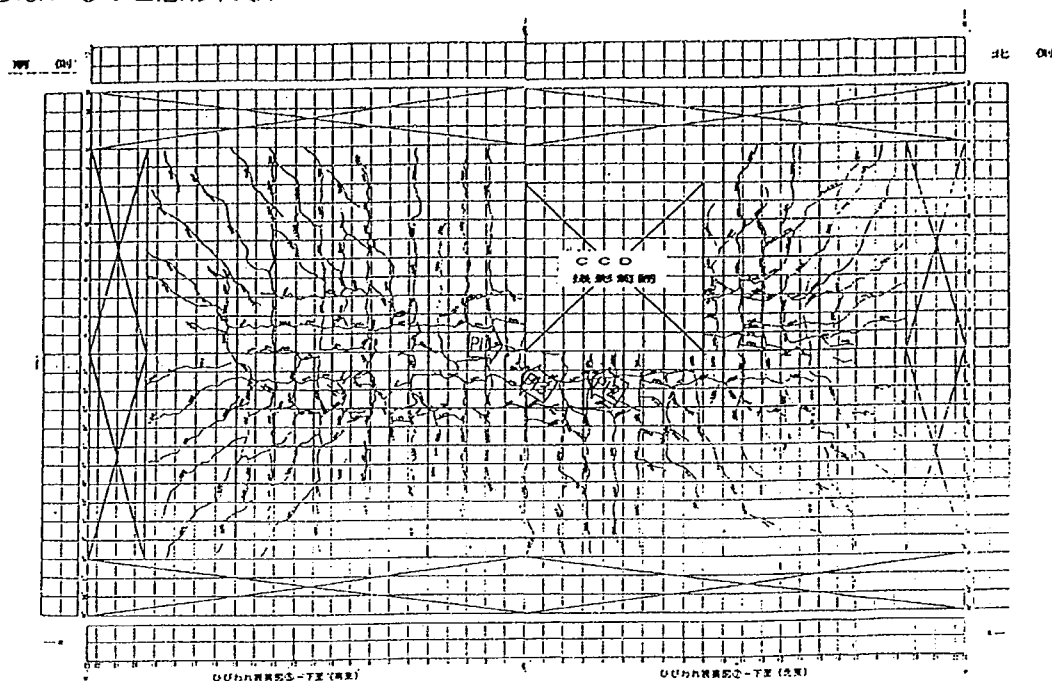


(2) PRC25%実験供試体

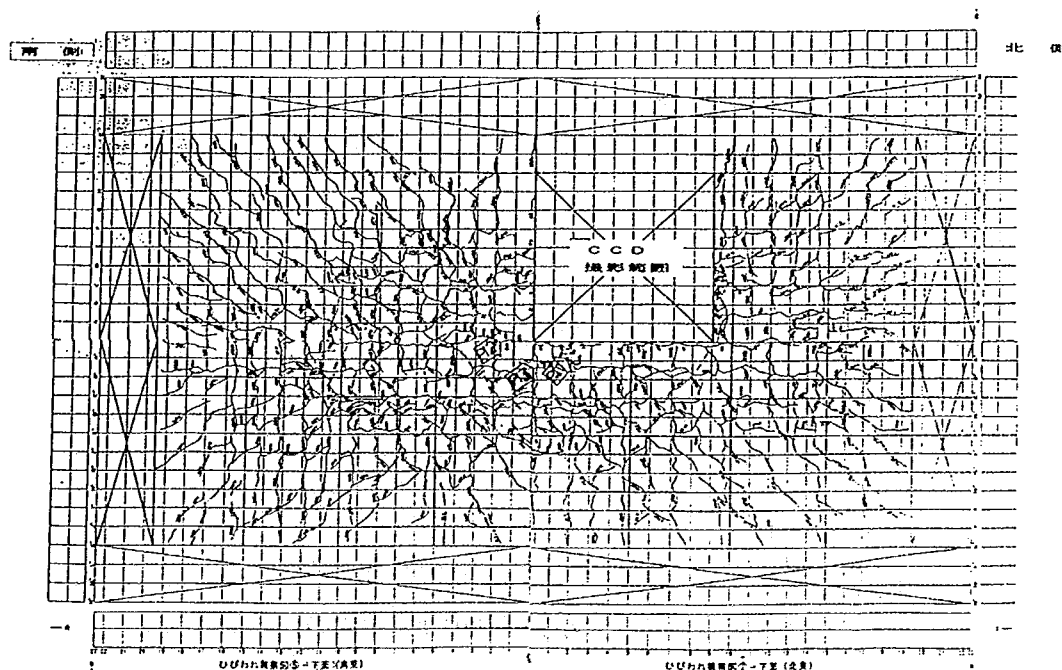
図-15 鉄筋ひずみと走行回数との関係

(5) 実験終了後の床版ひび割れ状況

図-16に移動載荷実験終了後の床版下面の目視によるひび割れ状況観察図を示す。床版下面の最終ひび割れ状況は、進展速度の違いはあるものの、ひび割れ発生位置、亀甲状のひび割れ形状の発生過程はほぼ同様である。しかし、PRC 50%供試体はPRC 25%供試体に比べひび割れの発生が遅れ、ひび割れ本数も若干少ない。さらに、床版上面のひび割れ本数、ひび割れ長さもPRC 50%供試体はPRC 25%供試体に比べ小さい。PRC 25%の最終ひび割れ状況は、平成8年道示に準拠したRC床版のひび割れ状況に近づいたものとなり、RCに近いひび割れ挙動を示すが、プレストレスの効果により、輪荷重40tf (52万回)でも破壊に至らないものと思われる。

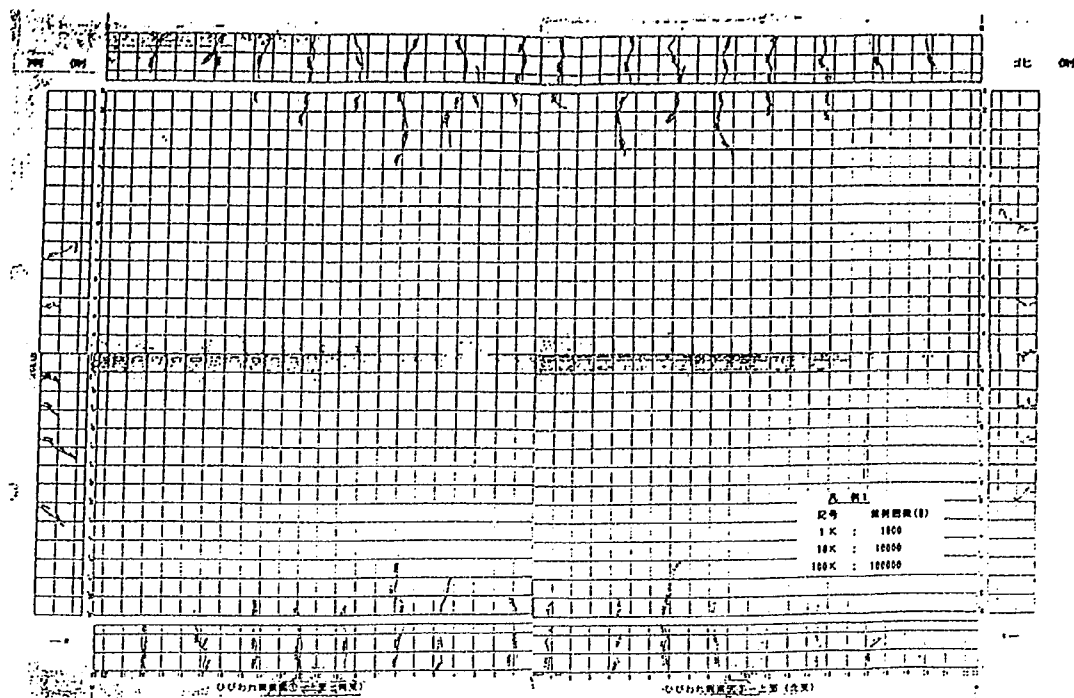


(1) PRC 50%実験供試体

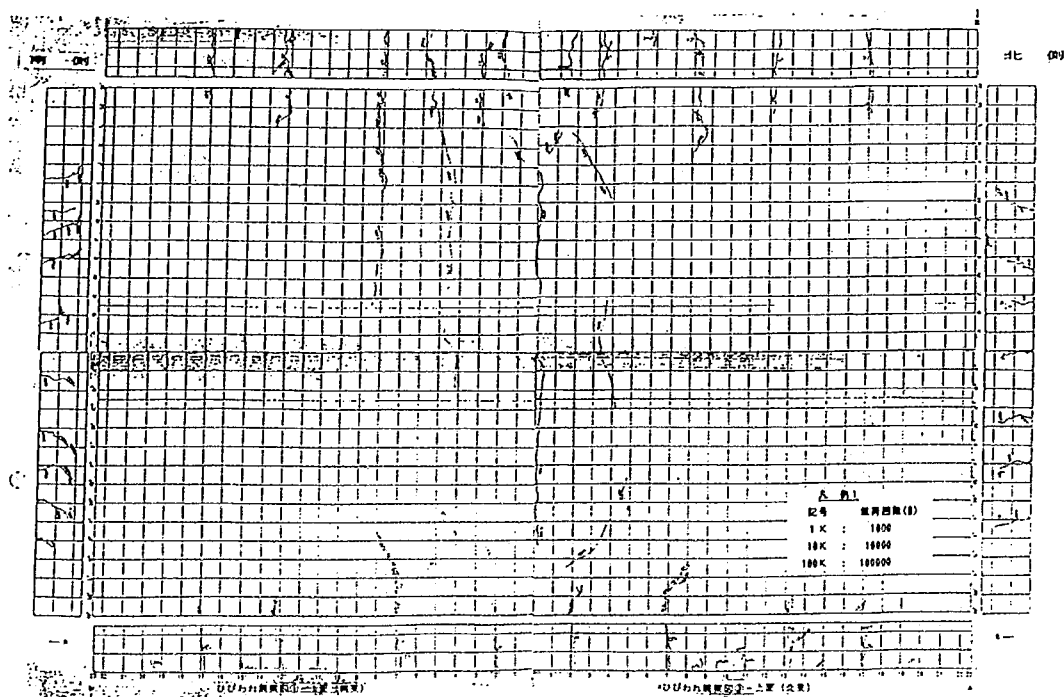


(2) PRC 25%実験供試体

図-16 (1) 実験終了後の床版下面のひび割れ状況

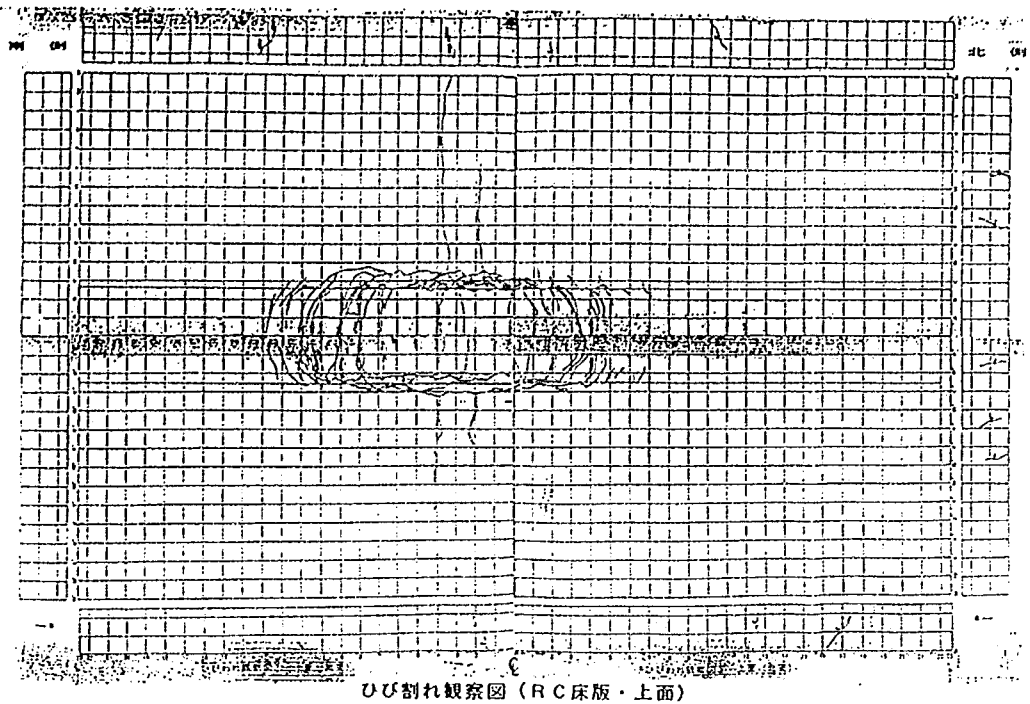


(1) PRC 50%実験供試体

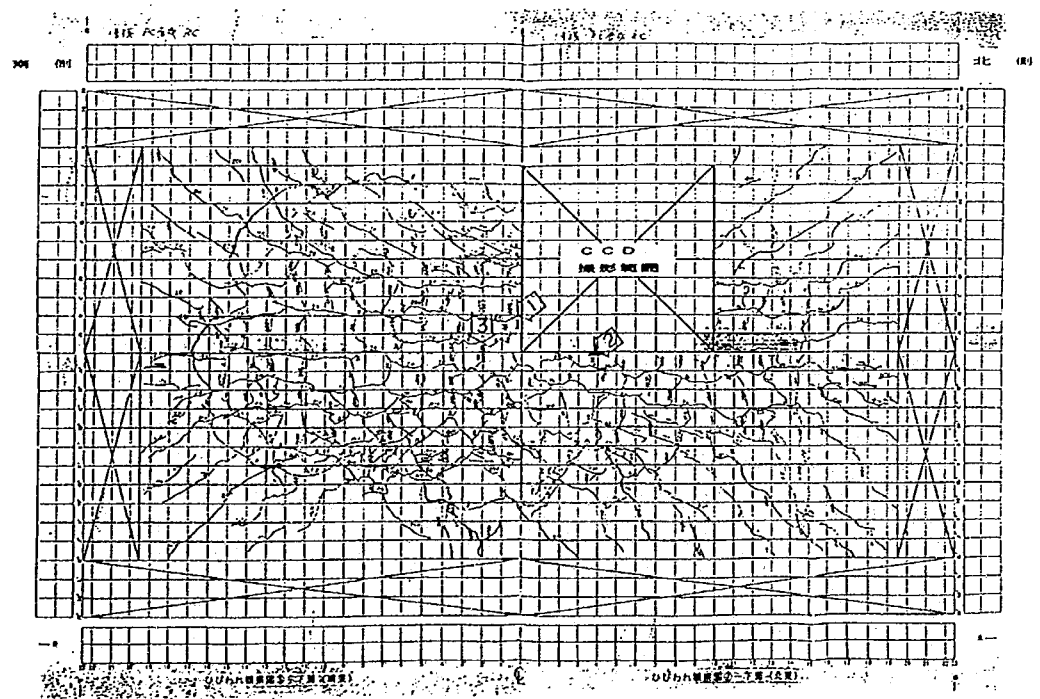


(2) PRC 25%実験供試体

図-16 (2) 実験終了後の床版上面のひび割れ状況



(1) 床版上面



(2) 床版下面

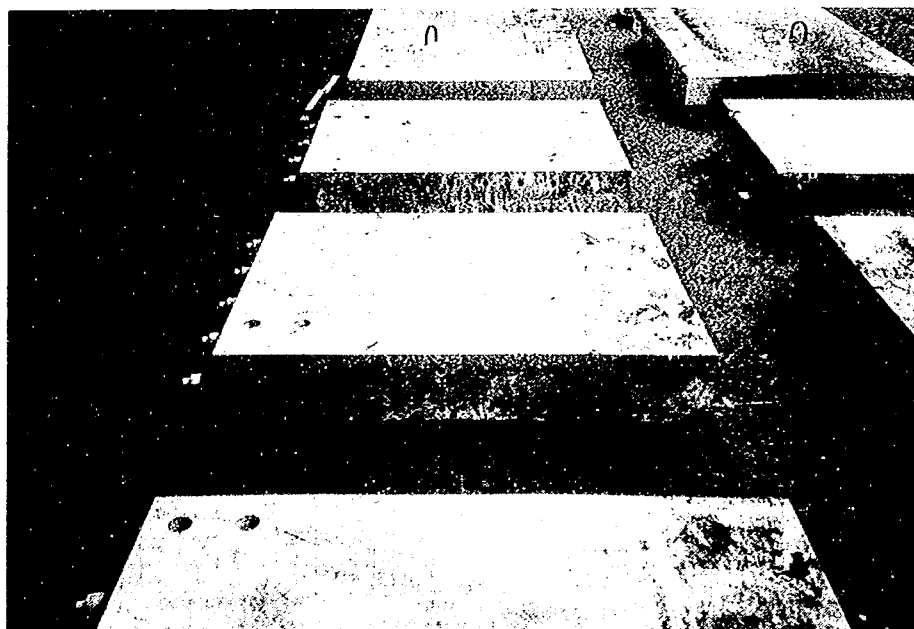
図-16 (3) 平成8年道示準拠のRC床版のひび割れ状況

(6) 実験終了後の供試体切断面のひび割れ状況

写真－１に実験終了後の供試体切断面のひび割れ状況を、図－１７に切断面のひび割れ観察図を示す。実験終了後の床版切断面には、輪荷重走行による曲げクラックおよび上側主鉄筋に沿った橋軸方向の水平クラックが生じていたが、ひび割れ状況にはプレストレスの導入量の違いによる有意な違いは認められなかった。

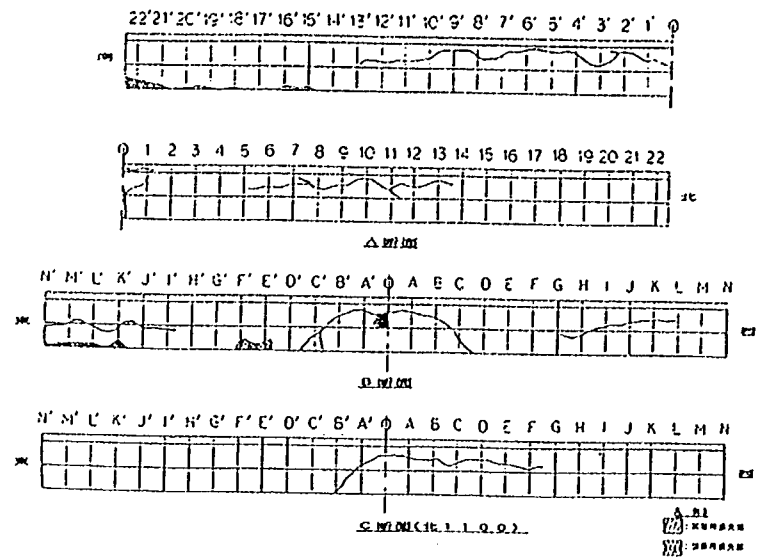


(1) RC50%実験供試体

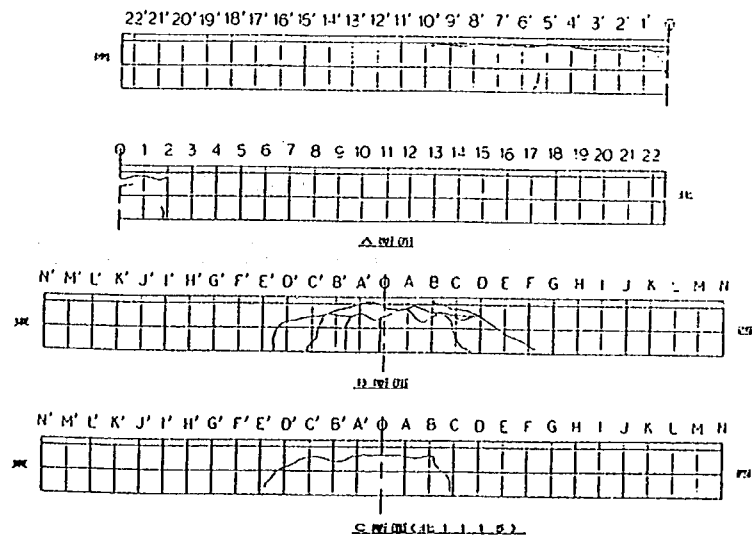


(2) PRC25%供試体

写真－１ 床版切断面のひび割れ状況



(1) PRC50%実験供試体



(2) PRC25%供試体

図一 17 床版切断面のひび割れ状況観察図

(7) 既往のRC床版輪荷重走行実験結果との比較

図-18に既往の昭和39年道示, 平成8年道示準拠のRC床版輪荷重走行実験結果との比較を示す。PRC25%, 50%実験供試体は, 既往のRC床版に比べ, プレストレス導入の効果により, 飛躍的に疲労耐久性の向上が認められる。

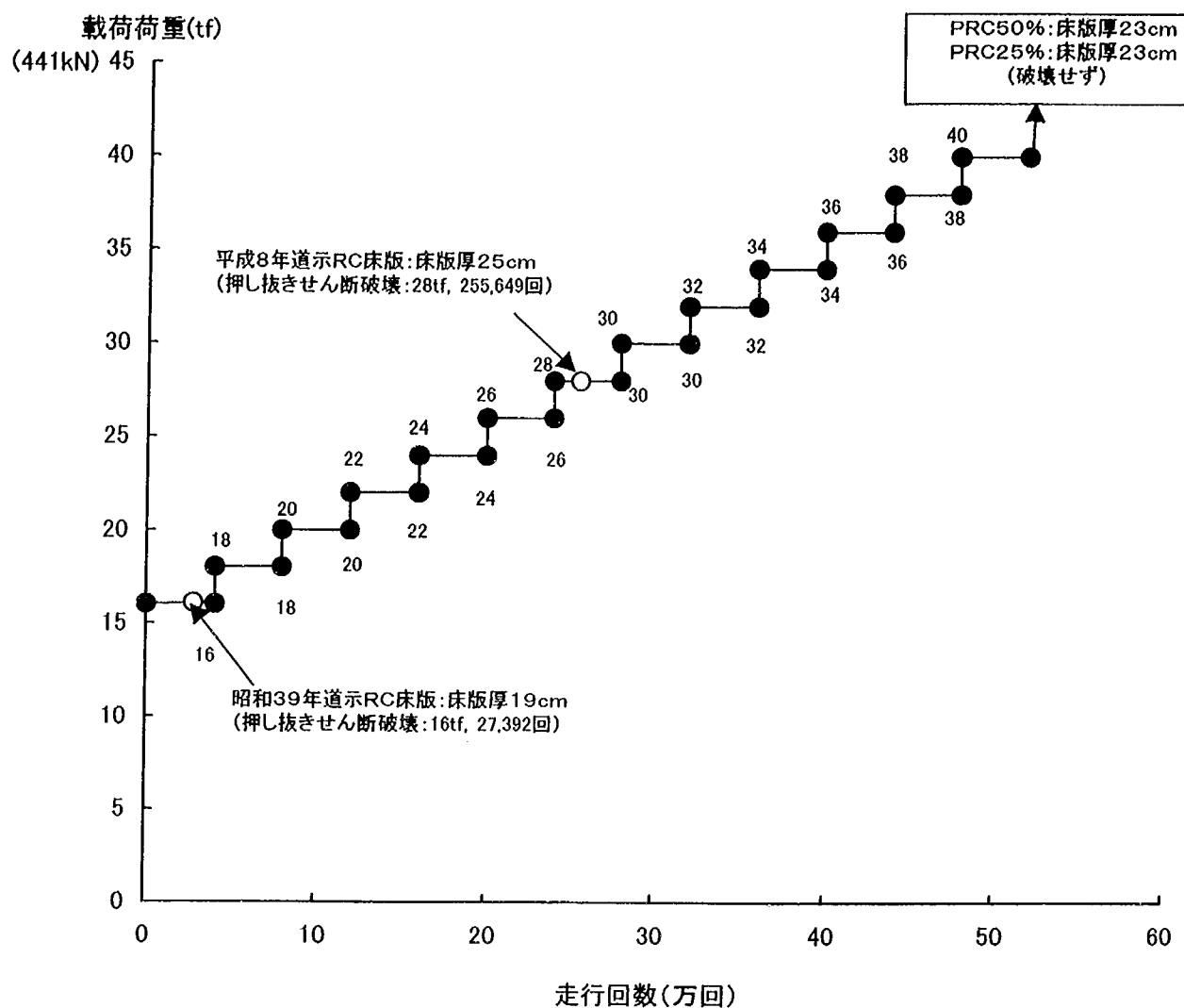


図-18 既往のRC床版輪荷重走行実験結果との比較

6. まとめ

本実験は、ポストテンション方式PC床版の現場施工の省力化、工費縮減の観点から、PC鋼線の緊張本数を低減することにより、導入プレストレス力を変え、フルプレストレス設計に対し50%と25%に低減した実験供試体について輪荷重走行実験を行い、導入プレストレスと疲労耐久性の関係を把握したものである。今回の輪荷重走行実験結果ならびに平成8年道示に準拠したRC床版に関する輪荷重走行実験結果を比較することにより、以下の結論が得られた。

- (1) 段階載荷による輪荷重走行試験において、フルプレストレスに対して25%、50%のプレストレスを導入した供試体は、走行回数52万回（載荷荷重40tf）でも破壊に至らなかった。
- (2) フルプレストレスに対し25%および50%程度（PC鋼線の緊張本数を半減）のプレストレスを導入することにより、平成8年道示に準拠したRC床版に比べ飛躍的に疲労耐久性が向上する。
- (3) ポストテンション方式のPC床版においては、現場施工の省略化、工費節減の観点から疲労耐久性を十分確保できる範囲で、単位長さあたりのPC鋼材緊張本数の低減が可能と考えられる。ただし、PRC床版も最終的には押し抜きせん断破壊により破壊することを考えると、PC鋼材を広く配置する場合は、押し抜きせん断破壊線との関係を考慮して決定する必要があるものと思われる。

謝辞：本実験は、(社)日本橋梁建設協会と建設省土木研究所橋梁研究室との共同研究として行ったものである。本実験を遂行するにあたり適切なご助言を頂きました大阪大学松井繁之教授をはじめ日本道路公団ならびに(社)日本橋梁建設協会の関係各位に深甚なる謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 松井繁之：床版の技術開発—耐久性の向上，施工合理化—，橋梁と基礎，97-8，pp. 84-94
- 2) 内田賢一・西川和廣・神田昌幸：輪荷重走行試験機による道路橋床版の疲労試験，土木学会第51回年次学術講演会，pp. 998-999，平成8年9月
- 3) 中須誠・安松敏雄・長谷俊彦：鋼少数主桁橋の長支間PC床版の移動載荷疲労試験について，土木学会第52回年次学術講演会，pp. 346-347，平成9年9月
- 4) 大西弘志・松井繁之：橋軸直角方向にプレストレスを導入した鉄筋コンクリート床版の疲労耐久性，構造工学シンポジウム，Vol. 44A，1998. 3，pp. 1373-1382
- 5) 西川和廣：ライフサイクルコストを最小にするミニマムメンテナンス橋の開発，橋梁と基礎，97-8，pp. 68-69
- 6) 八部・川畑・佐々木・内田・宮崎・西川：パーシャルプレストレスを導入したPC床版の輪荷重走行実験，土木学会第53回年次学術講演会，pp. 28-29，平成10年10月

—付 属 資 料—

- (1) P R C床版実験供試体設計計算書
- (2) P R C 5 0 %供試体実験結果
- (3) P R C 2 5 %供試体実験結果

(1) P R C床版実験供試体設計計算書

目 次

1. 設計条件.....	26
1) 設計ケース、供試体形状	26
2) 設計項目	27
3) 設計条件	27
4) 材料特性値、及び許容応力度	28
5) 設計諸定数	29
2. 形状寸法、最小鋼材の検討、結果纏め	30
1) 形状寸法、鋼材配置	30
2) 断面諸量入力値	30
3) 最少鋼材の検討	31
4) 結果の纏め	32
3. 断面力	33
4. 断面性能	34
5. プレストレスの算出	35
1) シースとの摩擦、及びセットを考慮したプレストレス力	35
2) 緊張直後、及び変形後のプレストレス力	50
3) 有効プレストレス力	52
6. 設計荷重に対するコンクリート応力度の検討（合成応力度の検討） ⁴	55
1) 鉄筋拘束による断面力	55
2) 断面力、及び抵抗断面性能	55
3) 各荷重によるコンクリート応力度	56
4) 合成応力度	57
5) 引張鉄筋量の照査	58
7. 鉄筋、PC鋼材の引張応力度の検討（RC計算）.....	59
8. 許容ひび割れ幅の検討	63
9. 疲労の検討	64
10. 曲げ破壊安全度の検討	67
11. 初期クラック発生曲げモーメント	71
12. 配力筋方向のRC床版の設計	72

1. 設計条件

1) 設計ケース、供試体形状

以下に5ケースのポステン床版供試体の設計を行う。プレストレス量が低いケースでは床版下面に大きな引張応力が発生するので、全ケースともPRC構造として設計する。すなわち、コンクリートの引張応力度には制限を設けず、許容ひび割れ幅と疲労の検討を行うものとする。

実験済みのPCa床版と同様、床版厚は23cmとし、支間長3.2mの連続床版として設計する。実験は、正曲げ部2.5mを取り出した単純梁モデルとして行う。供試体の断面力、及び断面性能は橋軸方向の全幅の1/4、すなわち1.125m当りとする。

ケース1： コンクリートに引張が生じないようにフルプレストレスを与えるケース（100%ケース）

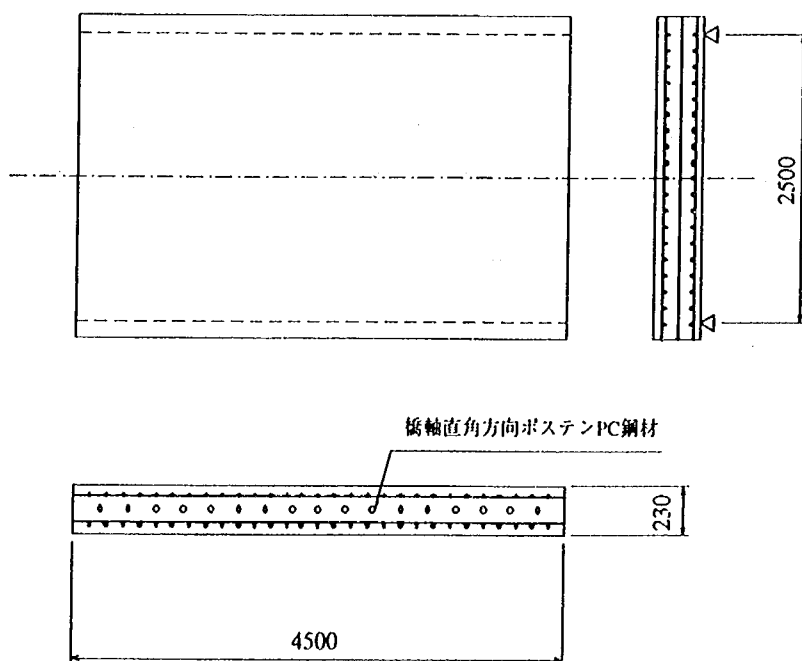
ケース2： フルプレストレスの75%のプレストレスを与えるケース（75%ケース）

ケース3： 〃 の50%の 〃 〃 (50%ケース)

ケース4： 〃 の25%の 〃 〃 (25%ケース)

ケース5： 〃 の10%の 〃 〃 (10%ケース)

実験済みのPCa床版と同様、床版厚は23cmとし、支間長3.2mの連続床版として設計する。実験は、正曲げ部2.5mを取り出した単純梁モデルとして行う。



2) 設計項目

設計は以下の事項について行う。

(1) ポステンPRC床版の設計

- ・ プレストレスの算出
- ・ 設計荷重に対するコンクリート応力度の検討 (合成応力度の検討)
- ・ 鉄筋、PC鋼材の引張応力度の検討 (RC計算)
- ・ 許容ひび割れ幅の検討
- ・ 疲労の検討
- ・ 曲げ破壊安全度の検討
- ・ 初期クラック発生曲げモーメント

(2) 配力筋方向のRC床版の設計

3) 設計条件

形 式	橋軸直角方向	ポストテンション連続PRC床版 (PC鋼材にはアフターボンドタイプを使用する)	
	配力筋方向	RC床版	
寸 法	支間長	L =	3.200 m (配力筋方向曲げモーメント計算支間)
	床版幅	$\Sigma B =$	2.800 m
	床版厚	H =	23.0 cm

荷 重	死荷重 :	無し
	活荷重 :	B 活荷重、配力筋方向の曲げモーメント

設計方法 道路橋示方書、及びコンクリート標準示方書によりPRC構造として設計

許容値の準拠基準

原則として道路橋示方書による。これによらない場合はコンクリート標準示方書による。

コンクリートの許容値

許容圧縮応力度 : コンクリート道示の桁に対する許容圧縮応力度
許容引張応力度 : コンクリート標準示方書 (規制値としては使用しない)
許容ひび割れ幅 : コンクリート標準示方書
疲 勞 : コンクリート標準示方書

鉄筋の許容値

床版に対する許容値とする。

4) 材料特性値、及び許容応力度

(1) コンクリート

			ケース 別 名	ケース 1 100%	ケース 2 75%	ケース 3 50%	ケース 4 25%	ケース 5 10%
設計基準強度	σ_{ck}	kgf/cm ²		500	500	500	500	500
緊張直後	σ_c	kgf/cm ²		350	350	350	350	350
許容曲げ圧縮応力度 (長方形断面)								
緊張直後	σ_{cba}	kgf/cm ²		210	210	210	210	210
活荷重時	σ_{cba}	kgf/cm ²		170	170	170	170	170
RC床版作用	σ_{ca}	kgf/cm ²		167	167	167	167	167

RC床版作用に対しては、 $\sigma_{ca} = \sigma_{ck} / 3$ とする。

許容曲げ引張応力度

許容曲げ引張応力度			規定しない	規定しない	規定しない	規定しない	規定しない
緊張直後	σ_{tba}	kgf/cm ²					
死荷重時	σ_{tba}	kgf/cm ²					
活荷重時	σ_{tba}	kgf/cm ²					

(2) PC鋼材

アフターボンドタイプとする。

			SWPR7B	SWPR7B	SWPR7B	SWPR7B	SWPR7B
使用PC鋼材			IT15.2	IT15.2	IT15.2	IT15.2	IT15.2
引張強度	σ_{puk}	kgf/mm ²	190	190	190	190	190
引張降伏強度	σ_{pyk}	kgf/mm ²	160	160	160	160	160
許容引張応力度 1) $\sigma_{pa2} = \min(0.8 \cdot f_{puk}, 0.9 \cdot f_{pyk})$ 2) $\sigma_{pa2} = \min(0.7 \cdot f_{puk}, 0.85 \cdot f_{pyk})$ 3) $\sigma_{pa2} = \min(0.6 \cdot f_{puk}, 0.75 \cdot f_{pyk})$							
1)緊張中	σ_{pa2}	kgf/mm ²	144	144	144	144	144
2)緊張直後	σ_{pa2}	kgf/mm ²	133	133	133	133	133
3)使用状態	σ_{pa2}	kgf/mm ²	114	114	114	114	114

(3) 鉄 筋

使用鉄筋			SD295	SD295	SD295	SD295	SD295
引張強度	σ_{suk}	kgf/cm ²	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500
降伏強度	σ_{syk}	kgf/cm ²	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
許容応力度(床版)	σ_{sta}	kgf/cm ²	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400

(4) コンクリート許容値一覧表

			100%	75%	50%	25%	10%
許容曲げ圧縮応力度 (長方形断面)							
緊張直後	σ_{cba}	kgf/cm ²	210	210	210	210	210
死活荷重時	σ_{cba}	kgf/cm ²	170	170	170	170	170
RC床版作用	σ_{ca}	kgf/cm ²	167	167	167	167	167
許容曲げ引張応力度							
緊張直後	σ_{tba}	kgf/cm ²	-	-	-	-	-
死活荷重時	σ_{tba}	kgf/cm ²	-	-	-	-	-
許容ひび割れ幅							
死活荷重時		wa	0.005c	0.005c	0.005c	0.005c	0.005c

5) 設計諸定数

					100%	75%	50%	25%	10%
弾性係数									
コンクリート	最終時	Ec1	kgf/cm2		330,000	330,000	330,000	330,000	330,000
	緊張時	Ec0	kgf/cm2		295,000	295,000	295,000	295,000	295,000
	RC計算	Ec	kgf/cm2		140,000	140,000	140,000	140,000	140,000
鋼材	PC鋼材	Ep	kgf/cm2		2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000
		ε py							
	鉄筋	Es	kgf/cm2		2,100,000	2,100,000	2,100,000	2,100,000	2,100,000
		ε sy							
コンクリートのクリープ係数		φ			2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
コンクリートの乾燥収縮度		ε s			2.0E-04	2.0E-04	2.0E-04	2.0E-04	2.0E-04
リラクセーション率			γ		1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%

ϕ : 材令4日、普通セメント

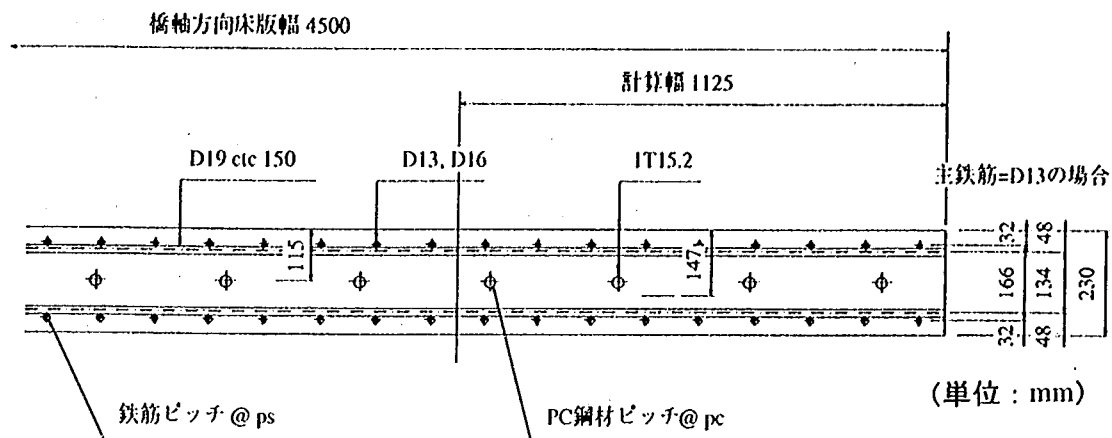
ϵ_s : 材令4日、不静定以外

低リラクセーション材を使用する

- ・ RC計算用のコンクリートの弾性係数Ecは、鉄筋との弾性係数比 n が15となる逆算値

2. 形状寸法、最小鋼材の検討、結果纏め

1) 形状寸法、鋼材配置



2) 断面諸量入力値

					100%	75%	50%	25%	10%
計算支間長		L	m		3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
床版部	計算幅	B	m		1.125	1.125	1.125	1.125	1.125
	高	H	m		0.230	0.230	0.230	0.230	0.230
主鉄筋	呼び径	上面			D13	D13	D13	D13	D16
		下面			D13	D13	D13	D13	D16
	面積/本	上面	Aso/l	cm2	1.267	1.267	1.267	1.267	1.986
		下面	Asu/l	cm2	1.267	1.267	1.267	1.267	1.986
	ピッチ	上面	ps	m	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
		下面	psu	m	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
	本数	上面		本	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
		下面		本	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
	位置	上面	yso	m	0.032	0.032	0.032	0.032	0.033
		下面	ysu	m	0.198	0.198	0.198	0.198	0.197
配力鉄筋	径	上面			D19	D19	D19	D19	D19
		下面			D19	D19	D19	D19	D19
	面積/本	上面		cm2	2.865	2.865	2.865	2.865	2.865
		下面		cm2	2.865	2.865	2.865	2.865	2.865
	ピッチ	上面		m	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150
		下面		m	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150
	位置	上面	yso'	m	0.048	0.048	0.048	0.048	0.051
		下面	ysu'	m	0.182	0.182	0.182	0.182	0.180
P C 鋼材	径				IT15.2	IT15.2	IT15.2	IT15.2	IT15.2
	断面積	/1本	Ap/l	mm2	138.7	138.7	138.7	138.7	138.7
	本数	上面		本	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		下面		本	8.50	6.50	4.25	2.25	1.00
	ピッチ	上面	pco	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		下面	pcu	m	0.132	0.173	0.265	0.500	1.125
	位置	上面	ypo	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		下面	ypu	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
	シース内径		d	m	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024

3) 最小鋼材の検討

			100%	75%	50%	25%	10%
鉄筋量	As	cm ²	22.806	22.806	22.806	22.806	35.748
PC鋼材量	Ap	cm ²	11.790	9.016	5.895	3.121	1.387
合計鋼材量	As+p	cm ²	34.596	31.822	28.701	25.927	37.135
コンクリート断面積	Ac	cm ²	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588
鋼材比	i	%	1.34%	1.23%	1.11%	1.00%	1.44%
最小鋼材比	i-nes	%	0.15%	0.15%	0.15%	0.15%	0.15%
判 定			OK	OK	OK	OK	OK

4) 結果の纏め

					100%	75%	50%	25%	10%	
100%ケースに依する初期プレストレス比					1.000	0.765	0.500	0.265	0.118	
緊張時の初期張力			No	tf/本	18.72	18.72	18.72	18.72	18.72	
緊張中初期 プレストレス力	PC 応力	差引後	σ_{pod}	kgf/mm2	135	139	139	139	139	
		差引前	σ_{pid}	kgf/mm2	139	139	139	139	139	
		許容値	σ_{pa}	kgf/mm2	144	144	144	144	144	
		判定		OK	OK	OK	OK	OK		
緊張直後 プレストレス力	PC応力	σ_{pt}	kgf/mm2	111	112	112	113	113		
		許容値	σ_{pa}	kgf/mm2	133	133	133	133	133	
		判定		OK	OK	OK	OK	OK		
有効静定 プレストレス力	PC応力	σ_{pe}	kgf/mm2	99	101	103	105	107		
		許容値	σ_{pa}	kgf/mm2	114	114	114	114	114	
		判定		OK	OK	OK	OK	OK		
コン クリ ートの 合成 応力 度	PS 緊張 直後	上 面	合成値	σ_o	kgf/cm2	49	38	25	13	6
			許容値	σ_a	kgf/cm2	170	170	170	170	170
			判 定		OK	OK	OK	OK	OK	
		下 面	合成値	σ_u	kgf/cm2	49	38	25	13	6
			許容値	σ_a	kgf/cm2	170	170	170	170	170
			判 定		OK	OK	OK	OK	OK	
	活 荷 重 時	上 面	合成値	σ_o	kgf/cm2	82	72	61	50	42
			許容値	σ_a	kgf/cm2	170	170	170	170	170
			判 定		OK	OK	OK	OK	OK	
		下 面	合成値	σ_u	kgf/cm2	5.3	-4.4	-15.8	-26.2	-31.7
			許容値	σ_a	kgf/cm2	-	-	-	-	-
			判 定		-	-	-	-	-	
引張鉄筋量		下側鉄筋量	Asu	cm2			11.4	11.4	17.9	
		必要鉄筋量	Asn	cm2			3.0	8.3	12.6	
		判 定		-	-	OK	OK	OK		
鋼材 引張応力度	P C	合 計	σ_p	kgf/cm2	9,375	9,698	10,151	10,748	11,030	
		許容値	σ_{pa}	kgf/cm2	11,400	11,400	11,400	11,400	11,400	
		判 定		OK	OK	OK	OK	OK		
	鉄 筋	許容値	σ_{su}	kgf/cm2	-113	54	431	1,147	1,214	
		許容値	σ_{sa}	kgf/cm2	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	
		判 定		OK	OK	OK	OK	OK		
ひび割れ幅		幅	w	cm			0.004	0.010	0.010	
		許容値	wa	cm			0.013	0.013	0.013	
		判 定		-	-	OK	OK	OK		
疲労	P C	応力振幅	σ_{prd}	kgf/cm2	37	28	13	189	266	
		許容値	σ_{prda}	kgf/cm2	803	803	803	803	803	
		判 定		OK	OK	OK	OK	OK		
	鉄 筋	応力振幅	σ_{rrd}	kgf/cm2	0	0	121	647	839	
		許容値	σ_{rrda}	kgf/cm2	1,071	1,071	1,071	1,071	1,071	
		判 定		OK	OK	OK	OK	OK		
破壊抵抗 曲げ	破壊抵抗		Mu	tf.m	23.22	19.97	15.90	12.28	12.74	
	終局荷重		M	tf.m	11.35	11.35	11.35	11.35	11.35	
	安全度		F	> 1	2.05	1.76	1.40	1.08	1.12	
	判 定			OK	OK	OK	OK	OK		

3. 断面力

橋軸方向1.125m当りの値とする。

(1) 床版自重曲げ

$$Md1 = w * L^2 / 8$$

$$w = 2.5 * Ac$$

$$Ac = B * H$$

			100%	75%	50%	25%	10%
床版幅	B	m	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125
床版高	H	m	0.230	0.230	0.230	0.230	0.230
総断面	Ac	m ²	0.2588	0.2588	0.2588	0.2588	0.2588
単位重量	w	tf/m	0.647	0.647	0.647	0.647	0.647
支間長	L	m	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
床版自重曲げ	Md1	tf.m	0.662	0.662	0.662	0.662	0.662

(2) 後死荷重曲げ

$$Md2 = wp * L^2 / 14$$

$$wp = 2.3 * hp * B$$

舗装厚	hp	m ²	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080
床版幅	B	m	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125
支間長	L	m	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
舗装単位重量	wp	tf/m	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207
後死荷重曲げ	Md2	tf.m	0.212	0.212	0.212	0.212	0.212

(3) 活荷重曲げ

主筋 $ML = 0.8 * (0.12L + 0.07) P * B$

配力 $ML' = 0.8 * (0.10L + 0.04) P$

支間長Lには連続版としての支間長を用いる。

支間長	L	m	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
輪荷重	P	tf	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
床版計算幅	B	m	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125
主筋方向L曲げ	ML	tf.m	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086
配力筋方向L曲げ	ML'	tf.m/m	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880

(MLは床版計算幅当り、ML'は1.0m当り)

4. 断面性能

名 称	内 容	添字
総断面	床版部分を全てコンクリートとした断面	c
純断面	総断面に鉄筋をコンクリートに換算して加え、シース内空のコンクリートを除いた断面	a
鋼材換算断面	純断面にPC鋼材をコンクリートに換算して加えた断面	e

総断面 $A_c = B \cdot H$

純断面 $A_a = A_c + (E_s / E_{cl} - 1) \cdot A_s - A_d$

鋼材換算断面 $A_e = A_a + (E_p / E_{cl}) \cdot A_p$

					100%	75%	50%	25%	10%		
床版幅			B	m	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125		
床版高			H	m	0.230	0.230	0.230	0.230	0.230		
鉄筋	鉄筋断面積	上面	Aso	cm2	11.403	11.403	11.403	11.403	17.874		
		下面	Asu	cm2	11.403	11.403	11.403	11.403	17.874		
		合計	As	cm2	22.806	22.806	22.806	22.806	35.748		
	鉄筋図心位置	上面	yso	m	0.032	0.032	0.032	0.032	0.033		
		下面	ysu	m	0.198	0.198	0.198	0.198	0.197		
P C 鋼材	PC断面積	上面	Apo	cm2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
		下面	Apu	cm2	11.790	9.016	5.895	3.121	1.387		
		合計	Ap	cm2	11.790	9.016	5.895	3.121	1.387		
	PC図心位置	上面	ypo	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
		下面	ypu	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115		
シ ー ス	内径		d	m	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024		
	面積	A/I本	Ad/I	cm2	4.524	4.524	4.524	4.524	4.524		
		上面	Ado	cm2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
		下面	Adu	cm2	38.453	29.405	19.227	10.179	4.524		
		合計	Ad	cm2	38.453	29.405	19.227	10.179	4.524		
弾性係数			Ec1	kgf/cm2	330,000	330,000	330,000	330,000	330,000		
			Ec0	kgf/cm2	295,000	295,000	295,000	295,000	295,000		
			Es	kgf/cm2	2,100,000	2,100,000	2,100,000	2,100,000	2,100,000		
			Ep	kgf/cm2	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000		
総断面			Ac	m2	0.2588	0.2588	0.2588	0.2588	0.2588		
			図心距離		δ c	m	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	
			断面 2 次		Ic	m4	0.001141	0.001141	0.001141	0.001141	
			距離	上面	yco	m	0.115	0.115	0.115	0.115	
				下面	ycu	m	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	
純断面			Aa	m2	0.2671	0.2680	0.2691	0.2700	0.2775		
			図心距離		δ a	m	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	
			断面 2 次		Ia	m4	0.001225	0.001225	0.001225	0.001225	0.001270
			距離	上面	yao	m	0.115	0.115	0.115	0.115	
				下面	yau	m	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	
鋼材換算断面			Ae	m2	0.2743	0.2735	0.2726	0.2719	0.2783		
			図心距離		δ e	m	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	
			断面 2 次		Ie	m4	0.001225	0.001225	0.001225	0.001225	0.001270
			距離	上面	yco	m	0.115	0.115	0.115	0.115	
				下面	yeu	m	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	

5. プレストレスの算出

1) シースとの摩擦、及びセットを考慮したプレストレス力

プレストレスの算出過程は、張出床版を有する2主桁構造を対象とした一般用を用いるので、本設計には不必要な項目も含まれるが、一通りフォローする。まずは、ケース1（100%ケース）を対象にしてセットの影響までの計算過程を詳細に示し、その後に全ケースの計算を縦列の表計算方式により行う。

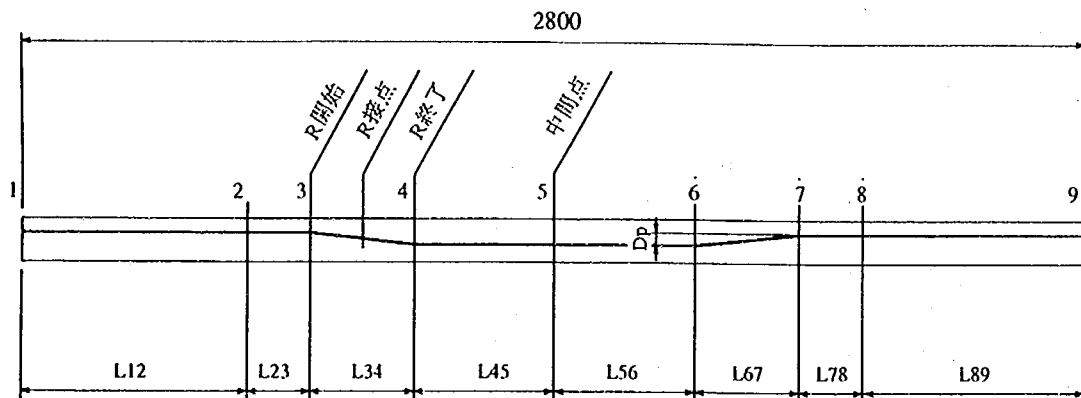
(1) PC鋼材の緊張時期、緊張方法について

ボステンPC張力はコンクリート打設後4日程度で導入するものとする。導入は型枠支持状態、すなわち無応力状態で行うものとする。緊張方法は1本ずつの相互片引きと仮定する。

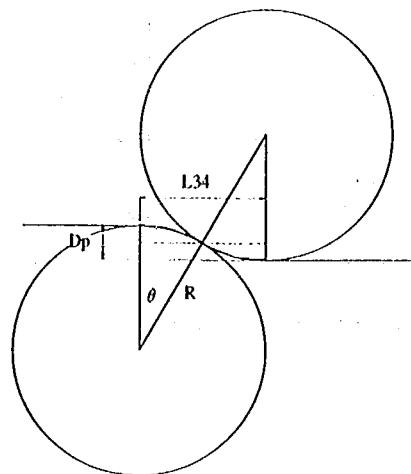
(2) PC鋼材の配置と主要ポイントの累計長

下図に示すように、支点上と支間中央とでPC鋼材をシフトさせ、その間をシース径の100倍以上の半径を持つ2つの円弧で連結する。計算簡素化のため、2つの円弧の間には直線を挿入せずに、円弧と円弧が連続するようにする。

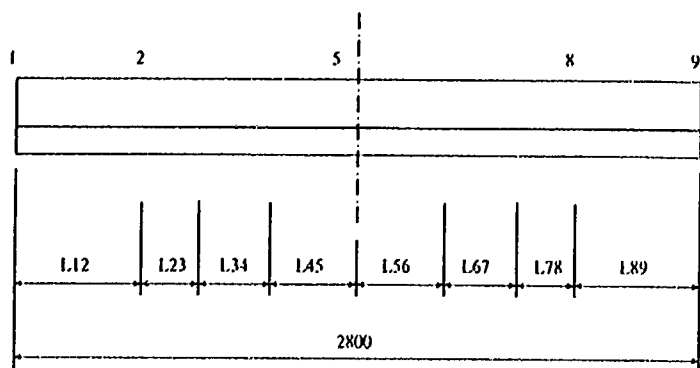
PC鋼材主要点の累計長さは、カーブの始点位置、鋼材のシフト量 D_p 、及び曲げ半径 R を入力して計算で求める。カーブによるPC鋼材の伸びはわずかであるので、これは無視するものとする。PC鋼材を曲げずに直線状に配置する場合についても計算プロセスで考慮する。



$$\begin{aligned}
 D_p / 2 &= R - R * \cos \theta \\
 \rightarrow \cos \theta &= (R - D_p / 2) / R \\
 \therefore \theta &= \arccos((R - D_p / 2) / R) \\
 L_{34} &= 2 * R * \sin \theta
 \end{aligned}$$



ケース6のPC鋼材は直線配置である。



主要点におけるPC鋼材累計長（角変化量も合わせて示す）

				100%
PC鋼材曲げ半径		R	m	
PC位置	Pt. 2	ypu	m	0.115
	Pt. 5	ypu	m	0.115
PC鋼材シフト量		Dp	m	0.000
角変化量/1円弧		θ	rad	0.0000
曲線区間長		L34	m	0.000
区間合計長		ΣL	m	2.800
区間長		L12	m	0.500
		L23	m	0.500
		L45	m	0.400
PC鋼材 累計長	pt.1	L	m	0.000
	pt.2	L	m	0.500
	pt.3	L	m	1.000
	pt.4	L	m	1.000
	pt.5	L	m	1.400
	pt.6	L	m	1.800
	pt.7	L	m	1.800
	pt.8	L	m	2.300
	pt.9	L	m	2.800
PC鋼材 累計 角変化量	pt.1	α	rad	0.0000
	pt.2	α	rad	0.0000
	pt.3	α	rad	0.0000
	pt.4	α	rad	0.0000
	pt.5	α	rad	0.0000
	pt.6	α	rad	0.0000
	pt.7	α	rad	0.0000
	pt.8	α	rad	0.0000
	pt.9	α	rad	0.0000

PC鋼材の位置が同位置であれば、シフト量はゼロとなる。

(3) PC鋼材引張張力、及びPC鋼材とシースの摩擦による減少

先ず、装置の内部摩擦、及び定着具の摩擦による損失を差し引いたPC鋼材の初期端部引張応力度 σ_{pod} を決める。そして、その損失を差し引く前のPC鋼材の端部引張応力度 $\sigma_{pid'}$ を逆算し、PC鋼材の緊張作業中の許容応力度 σ_{pa} 以下であることを確認する。

$$\sigma_{pid'} = 1 / (1 - \gamma) * \sigma_{pod} \leq \sigma_{pa}$$

σ_{pod} : 装置損失等を差し引いたPC鋼材初期端部引張応力度

$\sigma_{pid'}$: 損失等を差し引く前のPC鋼材初期端部引張応力度

γ : 装置の内部摩擦、定着具の摩擦による損失率 (=3%)

損失差引後初期端部応力度	σ_{pod}	kgf/mm ²	135
損失率	γ		3%
損失差引前初期端部応力度	$\sigma_{pid'}$	kgf/mm ²	139
緊張作業時許容応力度	σ_{pa}	kgf/mm ²	144
判 定			OK

PC鋼材とシースの摩擦による減少応力度は次式による。

$$\sigma_{pid''} = \sigma_{pod} * e^{-(\mu * \alpha + \lambda * L)}$$

σ_{pa} : 緊張中のPC鋼材の許容応力度

σ_{pm} : 装置損失等を考慮した余裕量

$\sigma_{pid''}$: シースとの摩擦を考慮したPC鋼材各点の応力度

μ : 角変化1ラジアン当りの摩擦係数 (=0.10 /rad)

α : 累計角変化量

λ : PC鋼材1m当りの摩擦係数 (=0.003 /m)

L : PC鋼材累計長

(μ 及び λ は、神鋼鋼線アフターボンドPC鋼材のカatalogより)

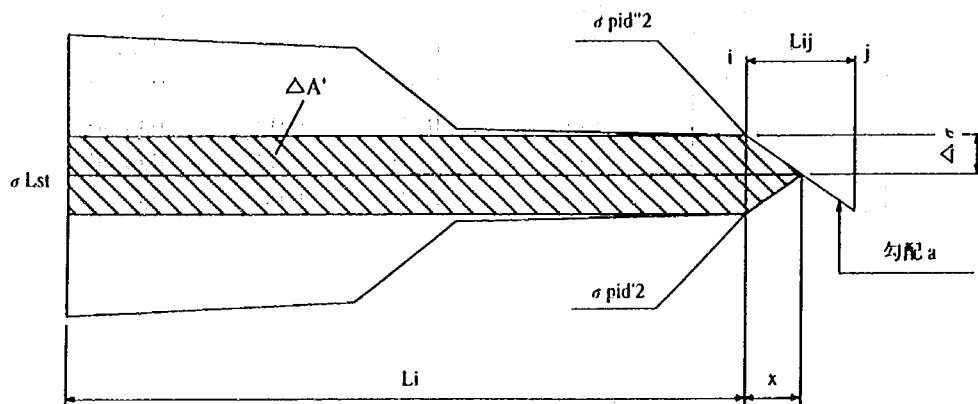
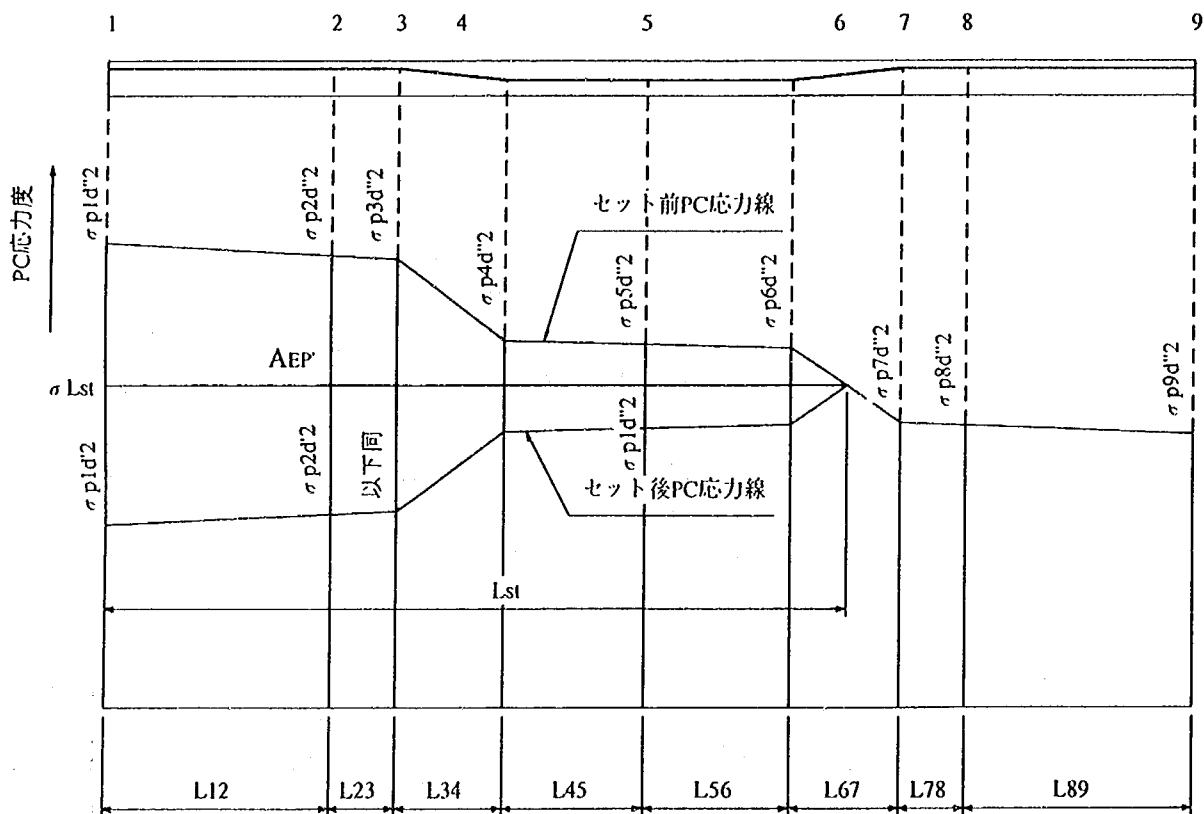
		端部応力					各点応力
		σ_{pod2}	μ	λ	α	L	$\sigma_{pid''2}$
		kgf/mm ²			rad	m	kgf/mm ²
位置	pt.1	135.0	0.10	0.003	0.0000	0.000	135.0
	pt.2	135.0	0.10	0.003	0.0000	0.500	134.8
	pt.3	135.0	0.10	0.003	0.0000	1.000	134.6
	pt.4	135.0	0.10	0.003	0.0000	1.000	134.6
	pt.5	135.0	0.10	0.003	0.0000	1.400	134.4
	pt.6	135.0	0.10	0.003	0.0000	1.800	134.3
	pt.7	135.0	0.10	0.003	0.0000	1.800	134.3
	pt.8	135.0	0.10	0.003	0.0000	2.300	134.1
	pt.9	135.0	0.10	0.003	0.0000	2.800	133.9

(4) セットによる減少

セット量から算定される AEP と、下図ハッチング部分の AEP が等しくなるようにセット影響範囲 L_{st} 、及び交点応力度 σ_{Lst} を求め、これらよりセット後の PC 応力度 $\sigma_{pid'}$ を求める。

$PL_i \sim j$ において、 i 点の AEP が先にセット量から求めた AEP より小さい場合、セットの影響範囲 L_{st} は i 点より先に存在することが分かる。この照査を各区分毎に行って該当する区分を定め、 AEP に対する i 点における AEP の不足量 $\Delta A'$ を求める。次に当該区分の PC 応力線の勾配から、 $AEP = AEP'$ が成立するための L_{st} （あるいは σ_{Lst} ）の調整量を算定する。これらより、セット後の PC 応力度 $\sigma_{pid's}$ が計算できる（添字 s は始端緊張を、 e は終端緊張を示す）。 PC 鋼材を直線配置とした場合、影響範囲が終端にまで及ぶことが予想されるので、それに対する対処も行っておく。

PC 鋼材の緊張方法は相互片引きとするので、始端を緊張した場合と終端を緊張した場合の平均値がセット後の各点の PC 応力度 $\sigma_{pid'}$ となる。



(a) セット量から算定される A_{EP}

$$A_{EP} = \Delta L * A_p * E_p \quad (\text{縦軸がプレストレス力の場合})$$

$$A_{EP} = \Delta L * E_p \quad (\text{図で示すように、縦軸が応力度の場合：採用})$$

A_{EP} : ハッチングで示す定着前後のPC応力線で囲まれた面積

ΔL : セット量

A_p : PC鋼材の断面積

E_p : PC鋼材のヤング係数

セット量	ΔL	cm	0.3
PC鋼材のヤング係数	E_p	kgf/cm ²	2,000,000
PC応力線で囲まれた面積	A_{EP}	kgf/cm	600,000

(セット量は神鋼鋼線PC鋼材のカタログより)

(b) 応力線の勾配

直線式 $y = a * x + b$ とすれば

勾配 $a = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$

	x_1 (L_i) cm	x_2 (L_j) cm	y_1 (σ_{pid}) kgf/cm ²	y_2 (σ_{pjd}) kgf/cm ²	勾配 a
Pt.1~2	0.0	50.0	13,500	13,480	-0.405
Pt.2~3	50.0	100.0	13,480	13,460	-0.404
Pt.3~4	100.0	100.0	13,460	13,460	0.000
Pt.4~5	100.0	140.0	13,460	13,443	-0.404
Pt.5~6	140.0	180.0	13,443	13,427	-0.403
Pt.6~7	180.0	180.0	13,427	13,427	0.000
Pt.7~8	180.0	230.0	13,427	13,407	-0.403
Pt.8~9	230.0	280.0	13,407	13,387	-0.402

(c) L_{st} の存在区間の判定

各区間のj点における A_{EP} を算定して A_{EP} と比較する。 $A_{EP}' < A_{EP}$ が $A_{EP}' > A_{EP}$ に変わる区間に影響範囲 L_{st} の終端が存在する。ここでは、i点における A_{EP} の不足分 $\Delta A'$ を示すことで当該区間であることを示す。

区間内の A_{EPo} = $(\sigma_{pid} + \sigma_{pjd}) / 2 * L_{ij}$

終点の累計 A_{EPo} = $\Sigma(1 \sim j) A_{EPo}$

引去分 ΔA_{EPo} = $\sigma_{pjd} * L_j$: (矩形部分)

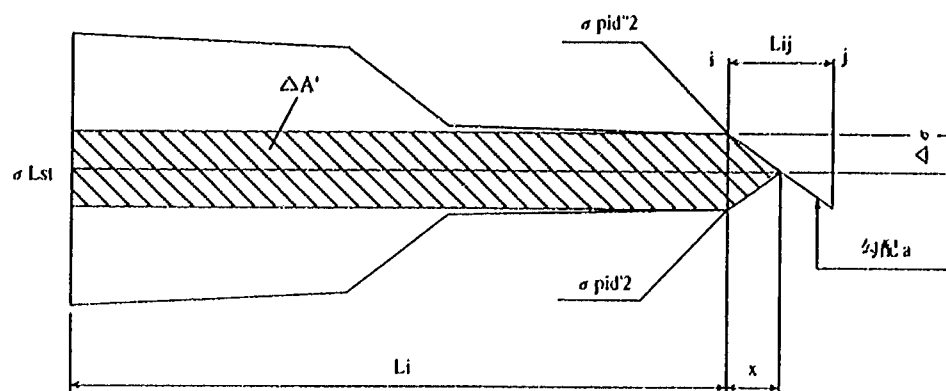
j点の A_{EP}' = $(j\text{点の累計} A_{EPo} - \text{引去分} \Delta A_{EPo}) * 2$

i点不足量 $\Delta A'$ = $A_{EP} - \text{前点の} A_{EPj}$

	始端終端応力度		区間長 Lij cm	累計長		区間内の AEP _o kgf/cm
	$\sigma_{pid''}$	$\sigma_{pjd''}$		Lj	Lj	
	kgf/cm ²	kgf/cm ²		cm	cm	
Pt.1~2	13,500	13,480	50.0	0.0	50.0	674,494
Pt.2~3	13,480	13,460	50.0	50.0	100.0	673,483
Pt.3~4	13,460	13,460	0.0	100.0	100.0	0
Pt.4~5	13,460	13,443	40.0	100.0	140.0	538,060
Pt.5~6	13,443	13,427	40.0	140.0	180.0	537,414
Pt.6~7	13,427	13,427	0.0	180.0	180.0	0
Pt.7~8	13,427	13,407	50.0	180.0	230.0	670,862
Pt.8~9	13,407	13,387	50.0	230.0	280.0	669,856
Pt.9	13,387	-	-	280.0	-	-

	j点の 累計AEP _o	引去分 ΔAEP_o	j点のAEP ₂ AEP'	i点不足量 $\Delta A'$
	kgf/cm	kgf/cm	kgf/cm	kgf/cm
Pt.1~2	674,494	673,988	1,012	
Pt.2~3	1,347,977	1,345,956	4,042	
Pt.3~4	1,347,977	1,345,956	4,042	
Pt.4~5	1,886,037	1,882,079	7,916	
Pt.5~6	2,423,451	2,416,913	13,076	
Pt.6~7	2,423,451	2,416,913	13,076	
Pt.7~8	3,094,313	3,083,649	21,327	
Pt.8~9	3,764,169	3,748,381	31,576	
Pt.9	-	-	-	568,424

(d) 調整量の計算



影響範囲がPt.9より手前の場合

$$\Delta A' = 2 * Li * \Delta \sigma + \Delta \sigma * x$$

$$\Delta \sigma = -a * x$$

$$\therefore a * x^2 + 2 * a * Li * x + \Delta A' = 0$$

$$A * x^2 + B * x + C = 0 \quad \text{とすれば}$$

$$A = a$$

$$B = 2 * a * Li$$

$$C = \Delta A'$$

$$x = (-B \pm \sqrt{B^2 - 4 * A * C}) / (2 * A)$$

$$Lst = Li + x$$

影響範囲が終端まで及び場合

$$\Delta A' = 2 * Li * \Delta \sigma$$

$$\Delta \sigma = \Delta A' / (2 * Li)$$

Lst位置におけるPC応力度 σ_{Lst} (交点応力度)

$$\sigma_{Lst} = \sigma_{pid'2} - \Delta \sigma$$

	2次式の係数			調整範囲	影響範囲	調整応力	交点応力
	A =a	B =2*a*Li	C =ΔA'	x cm	Lst cm	Δσ kgf/cm2	σ _{Lst} kgf/cm2
Pt.1~2	-0.405	0					
Pt.2~3	-0.404	-40					
Pt.3~4	0.000	0		0.0	0.0		
Pt.4~5	-0.404	-81					
Pt.5~6	-0.403	-113					
Pt.6~7	0.000	0		0.0	0.0		
Pt.7~8	-0.403	-145					
Pt.8~9	-0.402	-185					
Pt.9					280.0	1015	12,372

(e) セット後PC応力度

緊張方法は相互片引きであるので、始端緊張の場合の応力度 $\sigma_{pid's}$ と終端緊張の場合の応力度 $\sigma_{pid'e}$ との平均を持ってセット後PC応力度 $\sigma_{pid'}$ とする。なお、 $\sigma_{pid's}$ と $\sigma_{pid'e}$ は支間中央に対して対称値となる。

セット後PC応力度（始端緊張時）

$$\sigma_{pid's} = \sigma_{Lst} - (\sigma_{pid''} - \sigma_{Lst})$$

∴ セット後PC応力度

$$\sigma_{pid'} = (\sigma_{pid's} + \sigma_{pid'e}) / 2$$

	交点応力 σ_{Lst} kgf/cm ²	セット前 PC応力度 $\sigma_{pid''}$ kgf/cm ²	セット後PC応力度		
			始端セット	終端セット	平均値
			$\sigma_{pid's}$ kgf/cm ²	$\sigma_{pid'e}$ kgf/cm ²	$\sigma_{pid'}$ kgf/cm ²
Pt.1	12,372	13,500	11,244	11,357	11,301
Pt.2	12,372	13,480	11,264	11,337	11,301
Pt.3	12,372	13,460	11,285	11,317	11,301
Pt.4	12,372	13,460	11,285	11,317	11,301
Pt.5(中央)	12,372	13,443	11,301	11,301	11,301
Pt.6	12,372	13,427	11,317	11,285	11,301
Pt.7	12,372	13,427	11,317	11,285	11,301
Pt.8	12,372	13,407	11,337	11,264	11,301
Pt.9	12,372	13,387	11,357	11,244	11,301

(5) 縦列表計算方式によるシースとの摩擦、及びセットを考慮したプレストレス力

(5-1) PC鋼材の配置と主要ポイントの累計長

				100%	75%	50%	25%	10%
PC鋼材曲げ半径	R	m						
PC位置	Pt. 2	ypu	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
	Pt. 5	ypu	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
PC鋼材シフト量	Dp	m		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
角変化量/1円弧	θ	rad		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
曲線区間長	L34	m		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
区間合計長	ΣL	m		2.800	2.800	2.800	2.800	2.800
区間長	L12	m		0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
	L23	m		0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
	L45	m		0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
PC鋼材 累計長	pt.1	L	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	pt.2	L	m	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
	pt.3	L	m	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	pt.4	L	m	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	pt.5	L	m	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
	pt.6	L	m	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800
	pt.7	L	m	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800
	pt.8	L	m	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300
	pt.9	L	m	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800
PC鋼材 累計 角変化量	pt.1	α	rad	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	pt.2	α	rad	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	pt.3	α	rad	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	pt.4	α	rad	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	pt.5	α	rad	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	pt.6	α	rad	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	pt.7	α	rad	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	pt.8	α	rad	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	pt.9	α	rad	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

(5-2) PC鋼材引張張力、及びPC鋼材とシースの摩擦による減少

導入応力度

差引後初期応力度	σ_{pod}	kgf/mm ²	135	135	135	135	135
損失率	γ		3%	3%	3%	3%	3%
差引前初期応力度	$\sigma_{pid'}$	kgf/mm ²	139	139	139	139	139
緊張時許容応力度	σ_{pa}	kgf/mm ²	144	144	144	144	144
判定			OK	OK	OK	OK	OK

緊張時、PC鋼材に最初に与える1本当りの張力、及び初期プレストレス比

$$No = \sigma_{pod} * Ap / I$$

$$R = (\sigma_{pod} * Ap)_{ix} / (\sigma_{pod} * Ap)_{100\%} = Npod_{ix} / Npod_{100\%}$$

初期応力	σ_{pod}	kgf/mm ²	135	135	135	135	135
PC鋼材断面積	Ap/I	mm ²	138.7	138.7	138.7	138.7	138.7
初期緊張力	No	tf	18.72	18.72	18.72	18.72	18.72
PC断面積	Ap	cm ²	11.790	9.016	5.895	3.121	1.387
初期プレストレス力	Npod	tf	159.2	121.7	79.6	42.1	18.7
初期プレストレス力比	R		1.000	0.765	0.500	0.265	0.118

PC鋼材とシースの摩擦による減少

				100%	75%	50%	25%	10%
端部応力	σ pod2	pt.1	kgf/mm2	135.0	135.0	135.0	135.0	135.0
	σ pod2	pt.2	〃	135.0	135.0	135.0	135.0	135.0
	σ pod2	pt.3	〃	135.0	135.0	135.0	135.0	135.0
	σ pod2	pt.4	〃	135.0	135.0	135.0	135.0	135.0
	σ pod2	pt.5	〃	135.0	135.0	135.0	135.0	135.0
	σ pod2	pt.6	〃	135.0	135.0	135.0	135.0	135.0
	σ pod2	pt.7	〃	135.0	135.0	135.0	135.0	135.0
	σ pod2	pt.8	〃	135.0	135.0	135.0	135.0	135.0
	σ pod2	pt.9	〃	135.0	135.0	135.0	135.0	135.0
	μ	pt.1		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	μ	pt.2		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	μ	pt.3		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	μ	pt.4		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	μ	pt.5		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	μ	pt.6		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	μ	pt.7		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	μ	pt.8		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	μ	pt.9		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	λ	pt.1		0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	λ	pt.2		0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	λ	pt.3		0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	λ	pt.4		0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	λ	pt.5		0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	λ	pt.6		0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	λ	pt.7		0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	λ	pt.8		0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	λ	pt.9		0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	α	pt.1	rad	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	α	pt.2	rad	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	α	pt.3	rad	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	α	pt.4	rad	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	α	pt.5	rad	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	α	pt.6	rad	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	α	pt.7	rad	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	α	pt.8	rad	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	α	pt.9	rad	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	L	pt.1	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	L	pt.2	m	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
	L	pt.3	m	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	L	pt.4	m	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
各点応力	σ pid"2	pt.1	kgf/mm2	135.0	135.0	135.0	135.0	135.0
	σ pid"2	pt.2	kgf/mm2	134.8	134.8	134.8	134.8	134.8
	σ pid"2	pt.3	kgf/mm2	134.6	134.6	134.6	134.6	134.6
	σ pid"2	pt.4	kgf/mm2	134.6	134.6	134.6	134.6	134.6
	σ pid"2	pt.5	kgf/mm2	134.4	134.4	134.4	134.4	134.4
	σ pid"2	pt.6	kgf/mm2	134.3	134.3	134.3	134.3	134.3
	σ pid"2	pt.7	kgf/mm2	134.3	134.3	134.3	134.3	134.3
	σ pid"2	pt.8	kgf/mm2	134.1	134.1	134.1	134.1	134.1
	σ pid"2	pt.9	kgf/mm2	133.9	133.9	133.9	133.9	133.9
	σ pid"2	pt.9	kgf/mm2	133.9	133.9	133.9	133.9	133.9

(5-3) セットによる減少

(a) セット量から算定されるAEP

			100%	75%	50%	25%	10%
セット量	ΔL	cm	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
PC鋼材のヤング係数	E_p	kgf/cm ²	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000
応力線の囲む面積	A_{EP}	kgf/cm	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000

(b) 応力線の勾配

x1 (Li)	Pt.1~2	cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Pt.2~3	cm	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
	Pt.3~4	cm	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	Pt.4~5	cm	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	Pt.5~6	cm	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0
	Pt.6~7	cm	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0
	Pt.7~8	cm	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0
	Pt.8~9	cm	230.0	230.0	230.0	230.0	230.0
x2 (Lj)	Pt.1~2	cm	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
	Pt.2~3	cm	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	Pt.3~4	cm	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	Pt.4~5	cm	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0
	Pt.5~6	cm	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0
	Pt.6~7	cm	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0
	Pt.7~8	cm	230.0	230.0	230.0	230.0	230.0
	Pt.8~9	cm	280.0	280.0	280.0	280.0	280.0
y1 (σ_{pid})	Pt.1~2	kgf/cm ²	13,500	13,500	13,500	13,500	13,500
	Pt.2~3	kgf/cm ²	13,480	13,480	13,480	13,480	13,480
	Pt.3~4	kgf/cm ²	13,460	13,460	13,460	13,460	13,460
	Pt.4~5	kgf/cm ²	13,460	13,460	13,460	13,460	13,460
	Pt.5~6	kgf/cm ²	13,443	13,443	13,443	13,443	13,443
	Pt.6~7	kgf/cm ²	13,427	13,427	13,427	13,427	13,427
	Pt.7~8	kgf/cm ²	13,427	13,427	13,427	13,427	13,427
	Pt.8~9	kgf/cm ²	13,407	13,407	13,407	13,407	13,407
y2 (σ_{pjd})	Pt.1~2	kgf/cm ²	13,480	13,480	13,480	13,480	13,480
	Pt.2~3	kgf/cm ²	13,460	13,460	13,460	13,460	13,460
	Pt.3~4	kgf/cm ²	13,460	13,460	13,460	13,460	13,460
	Pt.4~5	kgf/cm ²	13,443	13,443	13,443	13,443	13,443
	Pt.5~6	kgf/cm ²	13,427	13,427	13,427	13,427	13,427
	Pt.6~7	kgf/cm ²	13,427	13,427	13,427	13,427	13,427
	Pt.7~8	kgf/cm ²	13,407	13,407	13,407	13,407	13,407
	Pt.8~9	kgf/cm ²	13,387	13,387	13,387	13,387	13,387
勾配 a	Pt.1~2		-0.405	-0.405	-0.405	-0.405	-0.405
	Pt.2~3		-0.404	-0.404	-0.404	-0.404	-0.404
	Pt.3~4		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Pt.4~5		-0.404	-0.404	-0.404	-0.404	-0.404
	Pt.5~6		-0.403	-0.403	-0.403	-0.403	-0.403
	Pt.6~7		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Pt.7~8		-0.403	-0.403	-0.403	-0.403	-0.403
	Pt.8~9		-0.402	-0.402	-0.402	-0.402	-0.402

(c) Lstの存在区間の判定

始端終端 応力度	σ pid"			100%	75%	50%	25%	10%
		Pt.1~2	kgf/cm2	13,500	13,500	13,500	13,500	13,500
		Pt.2~3	kgf/cm2	13,480	13,480	13,480	13,480	13,480
		Pt.3~4	kgf/cm2	13,460	13,460	13,460	13,460	13,460
		Pt.4~5	kgf/cm2	13,460	13,460	13,460	13,460	13,460
		Pt.5~6	kgf/cm2	13,443	13,443	13,443	13,443	13,443
		Pt.6~7	kgf/cm2	13,427	13,427	13,427	13,427	13,427
		Pt.7~8	kgf/cm2	13,427	13,427	13,427	13,427	13,427
		Pt.8~9	kgf/cm2	13,407	13,407	13,407	13,407	13,407
		Pt.9	kgf/cm2	13,387	13,387	13,387	13,387	13,387
	σ pjd"	Pt.1~2	kgf/cm2	13,480	13,480	13,480	13,480	13,480
		Pt.2~3	kgf/cm2	13,460	13,460	13,460	13,460	13,460
		Pt.3~4	kgf/cm2	13,460	13,460	13,460	13,460	13,460
		Pt.4~5	kgf/cm2	13,443	13,443	13,443	13,443	13,443
		Pt.5~6	kgf/cm2	13,427	13,427	13,427	13,427	13,427
		Pt.6~7	kgf/cm2	13,427	13,427	13,427	13,427	13,427
		Pt.7~8	kgf/cm2	13,407	13,407	13,407	13,407	13,407
		Pt.8~9	kgf/cm2	13,387	13,387	13,387	13,387	13,387
		Pt.9	kgf/cm2	-	-	-	-	-
区間長	Lij	Pt.1~2	cm	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
		Pt.2~3	cm	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
		Pt.3~4	cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Pt.4~5	cm	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
		Pt.5~6	cm	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
		Pt.6~7	cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Pt.7~8	cm	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
		Pt.8~9	cm	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
		Pt.9	cm	-	-	-	-	-
累計長	Lj	Pt.1~2	cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Pt.2~3	cm	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
		Pt.3~4	cm	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
		Pt.4~5	cm	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
		Pt.5~6	cm	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0
		Pt.6~7	cm	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0
		Pt.7~8	cm	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0
		Pt.8~9	cm	230.0	230.0	230.0	230.0	230.0
		Pt.9	cm	280.0	280.0	280.0	280.0	280.0
	Lj	Pt.1~2	cm	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
		Pt.2~3	cm	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
		Pt.3~4	cm	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
		Pt.4~5	cm	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0
		Pt.5~6	cm	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0
		Pt.6~7	cm	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0
		Pt.7~8	cm	230.0	230.0	230.0	230.0	230.0
		Pt.8~9	cm	280.0	280.0	280.0	280.0	280.0
		Pt.9	cm	-	-	-	-	-

次ページに続く

				100%	75%	50%	25%	10%
区間内の	AEP ₀	Pt.1~2	kgf/cm	674,494	674,494	674,494	674,494	674,494
		Pt.2~3	kgf/cm	673,483	673,483	673,483	673,483	673,483
		Pt.3~4	kgf/cm	0	0	0	0	0
		Pt.4~5	kgf/cm	538,060	538,060	538,060	538,060	538,060
		Pt.5~6	kgf/cm	537,414	537,414	537,414	537,414	537,414
		Pt.6~7	kgf/cm	0	0	0	0	0
		Pt.7~8	kgf/cm	670,862	670,862	670,862	670,862	670,862
		Pt.8~9	kgf/cm	669,856	669,856	669,856	669,856	669,856
		Pt.9	kgf/cm	-	-	-	-	-
j点の累計	AEP ₀	Pt.1~2	kgf/cm	674,494	674,494	674,494	674,494	674,494
		Pt.2~3	kgf/cm	1,347,977	1,347,977	1,347,977	1,347,977	1,347,977
		Pt.3~4	kgf/cm	1,347,977	1,347,977	1,347,977	1,347,977	1,347,977
		Pt.4~5	kgf/cm	1,886,037	1,886,037	1,886,037	1,886,037	1,886,037
		Pt.5~6	kgf/cm	2,423,451	2,423,451	2,423,451	2,423,451	2,423,451
		Pt.6~7	kgf/cm	2,423,451	2,423,451	2,423,451	2,423,451	2,423,451
		Pt.7~8	kgf/cm	3,094,313	3,094,313	3,094,313	3,094,313	3,094,313
		Pt.8~9	kgf/cm	3,764,169	3,764,169	3,764,169	3,764,169	3,764,169
		Pt.9	kgf/cm	-	-	-	-	-
引去分	ΔAEP_0	Pt.1~2	kgf/cm	673,988	673,988	673,988	673,988	673,988
		Pt.2~3	kgf/cm	1,345,956	1,345,956	1,345,956	1,345,956	1,345,956
		Pt.3~4	kgf/cm	1,345,956	1,345,956	1,345,956	1,345,956	1,345,956
		Pt.4~5	kgf/cm	1,882,079	1,882,079	1,882,079	1,882,079	1,882,079
		Pt.5~6	kgf/cm	2,416,913	2,416,913	2,416,913	2,416,913	2,416,913
		Pt.6~7	kgf/cm	2,416,913	2,416,913	2,416,913	2,416,913	2,416,913
		Pt.7~8	kgf/cm	3,083,649	3,083,649	3,083,649	3,083,649	3,083,649
		Pt.8~9	kgf/cm	3,748,381	3,748,381	3,748,381	3,748,381	3,748,381
		Pt.9	kgf/cm	-	-	-	-	-
j点のAEP/2	AEP'	Pt.1~2	kgf/cm	1,012	1,012	1,012	1,012	1,012
		Pt.2~3	kgf/cm	4,042	4,042	4,042	4,042	4,042
		Pt.3~4	kgf/cm	4,042	4,042	4,042	4,042	4,042
		Pt.4~5	kgf/cm	7,916	7,916	7,916	7,916	7,916
		Pt.5~6	kgf/cm	13,076	13,076	13,076	13,076	13,076
		Pt.6~7	kgf/cm	13,076	13,076	13,076	13,076	13,076
		Pt.7~8	kgf/cm	21,327	21,327	21,327	21,327	21,327
		Pt.8~9	kgf/cm	31,576	31,576	31,576	31,576	31,576
		Pt.9	kgf/cm	-	-	-	-	-
i点不足量	$\Delta A'$	Pt.1~2	kgf/cm					
		Pt.2~3	kgf/cm					
		Pt.3~4	kgf/cm					
		Pt.4~5	kgf/cm					
		Pt.5~6	kgf/cm					
		Pt.6~7	kgf/cm					
		Pt.7~8	kgf/cm					
		Pt.8~9	kgf/cm					
		Pt.9	kgf/cm	568,424	568,424	568,424	568,424	568,424

(d) 調整量の計算

				100%	75%	50%	25%	10%
2次式の 係数	A =a	Pt.1~2		-0.405	-0.405	-0.405	-0.405	-0.405
		Pt.2~3		-0.404	-0.404	-0.404	-0.404	-0.404
		Pt.3~4		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Pt.4~5		-0.404	-0.404	-0.404	-0.404	-0.404
		Pt.5~6		-0.403	-0.403	-0.403	-0.403	-0.403
		Pt.6~7		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Pt.7~8		-0.403	-0.403	-0.403	-0.403	-0.403
		Pt.8~9		-0.402	-0.402	-0.402	-0.402	-0.402
		Pt.9						
	B = 2*a*L _i "	Pt.1~2		0	0	0	0	0
		Pt.2~3		-40	-40	-40	-40	-40
		Pt.3~4		0	0	0	0	0
		Pt.4~5		-81	-81	-81	-81	-81
		Pt.5~6		-113	-113	-113	-113	-113
		Pt.6~7		0	0	0	0	0
		Pt.7~8		-145	-145	-145	-145	-145
		Pt.8~9		-185	-185	-185	-185	-185
		Pt.9						
	C =ΔA'	Pt.1~2						
		Pt.2~3						
		Pt.3~4						
		Pt.4~5						
		Pt.5~6						
		Pt.6~7						
		Pt.7~8						
		Pt.8~9						
		Pt.9						
調整範囲	x	Pt.1~2	cm					
		Pt.2~3	cm					
		Pt.3~4	cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Pt.4~5	cm					
		Pt.5~6	cm					
		Pt.6~7	cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Pt.7~8	cm					
		Pt.8~9	cm					
		Pt.9	cm					
影響範囲	Lst	Pt.1~2	cm					
		Pt.2~3	cm					
		Pt.3~4	cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Pt.4~5	cm					
		Pt.5~6	cm					
		Pt.6~7	cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Pt.7~8	cm					
		Pt.8~9	cm					
		Pt.9	cm	280.0	280.0	280.0	280.0	280.0
調整応力	△σ	Pt.1~2	kgf/cm ²					
		Pt.2~3	kgf/cm ²					
		Pt.3~4	kgf/cm ²					
		Pt.4~5	kgf/cm ²					
		Pt.5~6	kgf/cm ²					
		Pt.6~7	kgf/cm ²					
		Pt.7~8	kgf/cm ²					
		Pt.8~9	kgf/cm ²					
		Pt.9	kgf/cm ²	1015	1015	1015	1015	1015
交点応力	σ Lst	Pt.1~2	kgf/cm ²					
		Pt.2~3	kgf/cm ²					
		Pt.3~4	kgf/cm ²					
		Pt.4~5	kgf/cm ²					
		Pt.5~6	kgf/cm ²					
		Pt.6~7	kgf/cm ²					
		Pt.7~8	kgf/cm ²					
		Pt.8~9	kgf/cm ²					
		Pt.9	kgf/cm ²	12,372	12,372	12,372	12,372	12,372

(e) セット後PC応力度

				100%	75%	50%	25%	10%
交点応力	σ Lst	Pt.1	kgf/cm ²	12,372	12,372	12,372	12,372	12,372
		Pt.2	kgf/cm ²	12,372	12,372	12,372	12,372	12,372
		Pt.3	kgf/cm ²	12,372	12,372	12,372	12,372	12,372
		Pt.4	kgf/cm ²	12,372	12,372	12,372	12,372	12,372
		Pt.5(C)	kgf/cm ²	12,372	12,372	12,372	12,372	12,372
		Pt.6	kgf/cm ²	12,372	12,372	12,372	12,372	12,372
		Pt.7	kgf/cm ²	12,372	12,372	12,372	12,372	12,372
		Pt.8	kgf/cm ²	12,372	12,372	12,372	12,372	12,372
		Pt.9	kgf/cm ²	12,372	12,372	12,372	12,372	12,372
セット前 PC応力度	σ pid"	Pt.1	kgf/cm ²	13,500	13,500	13,500	13,500	13,500
		Pt.2	kgf/cm ²	13,480	13,480	13,480	13,480	13,480
		Pt.3	kgf/cm ²	13,460	13,460	13,460	13,460	13,460
		Pt.4	kgf/cm ²	13,460	13,460	13,460	13,460	13,460
		Pt.5(C)	kgf/cm ²	13,443	13,443	13,443	13,443	13,443
		Pt.6	kgf/cm ²	13,427	13,427	13,427	13,427	13,427
		Pt.7	kgf/cm ²	13,427	13,427	13,427	13,427	13,427
		Pt.8	kgf/cm ²	13,407	13,407	13,407	13,407	13,407
		Pt.9	kgf/cm ²	13,387	13,387	13,387	13,387	13,387
セット後 PC応力度	始端 セット σ pid's	Pt.1	kgf/cm ²	11,244	11,244	11,244	11,244	11,244
		Pt.2	kgf/cm ²	11,264	11,264	11,264	11,264	11,264
		Pt.3	kgf/cm ²	11,285	11,285	11,285	11,285	11,285
		Pt.4	kgf/cm ²	11,285	11,285	11,285	11,285	11,285
		Pt.5(C)	kgf/cm ²	11,301	11,301	11,301	11,301	11,301
		Pt.6	kgf/cm ²	11,317	11,317	11,317	11,317	11,317
		Pt.7	kgf/cm ²	11,317	11,317	11,317	11,317	11,317
		Pt.8	kgf/cm ²	11,337	11,337	11,337	11,337	11,337
		Pt.9	kgf/cm ²	11,357	11,357	11,357	11,357	11,357
	終端 セット σ pid'e	Pt.1	kgf/cm ²	11,357	11,357	11,357	11,357	11,357
		Pt.2	kgf/cm ²	11,337	11,337	11,337	11,337	11,337
		Pt.3	kgf/cm ²	11,317	11,317	11,317	11,317	11,317
		Pt.4	kgf/cm ²	11,317	11,317	11,317	11,317	11,317
		Pt.5(C)	kgf/cm ²	11,301	11,301	11,301	11,301	11,301
		Pt.6	kgf/cm ²	11,285	11,285	11,285	11,285	11,285
		Pt.7	kgf/cm ²	11,285	11,285	11,285	11,285	11,285
		Pt.8	kgf/cm ²	11,264	11,264	11,264	11,264	11,264
		Pt.9	kgf/cm ²	11,244	11,244	11,244	11,244	11,244
	平均値 σ pid'	Pt.1	kgf/cm ²	11,301	11,301	11,301	11,301	11,301
		Pt.2	kgf/cm ²	11,301	11,301	11,301	11,301	11,301
		Pt.3	kgf/cm ²	11,301	11,301	11,301	11,301	11,301
		Pt.4	kgf/cm ²	11,301	11,301	11,301	11,301	11,301
		Pt.5(C)	kgf/cm ²	11,301	11,301	11,301	11,301	11,301
		Pt.6	kgf/cm ²	11,301	11,301	11,301	11,301	11,301
		Pt.7	kgf/cm ²	11,301	11,301	11,301	11,301	11,301
		Pt.8	kgf/cm ²	11,301	11,301	11,301	11,301	11,301
		Pt.9	kgf/cm ²	11,301	11,301	11,301	11,301	11,301

2) 緊張直後、及び変形後のプレストレス力

(1) 緊張直後*のプレストレス (*コンクリートの弾性変形前)

このプレストレス力はコンクリートの弾性変形前、緊張直後のプレストレス力である。PC応力度には先に求めたセット後PC応力度を用いる。

$$N_p = \sigma_{pd'} \cdot A_p$$

$$M_p = N_p \cdot e_p$$

$$e_p = y_{co} - y_p$$

$$y_p = (y_{po} \cdot A_{po} + y_{pu} \cdot A_{pu}) / A_p$$

				100%	75%	50%	25%	10%
セット直後PC応力		$\sigma_{pd'}$	kgf/mm ²	113	113	113	113	113
PC断面積	合計	A_p	cm ²	11.790	9.016	5.895	3.121	1.387
	上面	A_{po}	cm ²	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	下面	A_{pu}	cm ²	11.790	9.016	5.895	3.121	1.387
PC図心位置	上面	y_{po}	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	下面	y_{pu}	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
PC図心距離		y_p	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
総断面図心距離		y_{co}	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
PC偏心量		e_p	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
緊張直後*PC張力		N_p	tf	133.2	101.9	66.6	35.3	15.7
直後*偏心曲げ		M_p	tf.m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

(2) コンクリートの弾性変形を考慮した緊張直後のプレストレス力

弾性変形によるプレストレスの減少量は、締付け順序によるコンクリートの変形の累積を考慮して求める。締付けは1本ずつ交互に、バランスよく行うものとする。

$$\sigma_{cpg} = N_p / A_c + (M_p + MP) / I_c \cdot e_p$$

$$\Delta \sigma_p = 1/2 \cdot E_p / E_{c0} \cdot \sigma_{cpg} \cdot (N - 1) / N$$

$$\Delta P = \Delta \sigma_p \cdot A_p$$

$$\Delta M = \Delta P \cdot e_p$$

$$\sigma_{pt} = \sigma_{pd'} - \Delta \sigma_p \leq \sigma_{pa}$$

$$N_{pst} = N_p - \Delta P$$

$$M_{pst} = M_p - \Delta M$$

σ_{pa} : 緊張直後のPC鋼材の許容応力度

N: PC鋼材締付け回数

(=1.125m当り鋼材本数×4)

			100%	75%	50%	25%	10%
緊張直後PC応力	$\sigma_{pd'}$	kgf/cm ²	113.0	113.0	113.0	113.0	113.0
緊張直後*PC張力	N_p	tf	133.2	101.9	66.6	35.3	15.7
直後*偏心曲げ	M_p	tf.m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
プレ2次曲げ	MP	tf.m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
総断面	面積	A_c	0.2588	0.2588	0.2588	0.2588	0.2588
	断面2次	I_c	0.001141	0.001141	0.001141	0.001141	0.001141
PC偏心量	e_p	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
弾性係数	PC	E_p	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000
	コンクリート	E_{c0}	295,000	295,000	295,000	295,000	295,000
PC断面積	A_p	cm ²	11.790	9.016	5.895	3.121	1.387
PC図心のコンクリート応力	σ_{cpg}	kgf/cm ²	51.5	39.4	25.7	13.6	6.1
締付け回数	N		34	26	17	9	4
弾性変形 減少分	PC応力	$\Delta \sigma_p$	1.7	1.3	0.8	0.4	0.2
	PC張力	ΔP	2.0	1.2	0.5	0.1	0.0
	曲げ	ΔM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
緊張直後	PC応力	σ_{pt}	111.3	111.7	112.2	112.6	112.9
弾性変形後	PC張力	N_{pst}	131.2	100.7	66.1	35.1	15.7
	曲げ	M_{pst}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	許容値 判定	σ_{pa}	133	133	133	133	133
			OK	OK	OK	OK	OK

3) 有効プレストレス力

有効係数の算出は、断面に配置されたPC鋼材+鉄筋の図心を求め、その位置における持続荷重によるコンクリート応力度を用いてクリープと乾燥収縮によるPC鋼材応力度の減少量を求め、更に、リラクセーションによるPC鋼材応力度の減少量を計算することにより行う。なお、ボステンであるので、有効係数はセット後のPC応力度を基準点とする。

(1) PC鋼材に換算した全鋼材の断面諸量

$$A_{p+s} = A_p + E_s / E_p * A_s$$

$$e_{p+s} = y_{co} - y_{p+s}$$

$$y_{p+s} = (\sum (A_{pi} * y_{pi}) + E_s / E_p * \sum (A_{si} * y_{si})) / A_{p+s}$$

					100%	75%	50%	25%	10%	
P C 鋼 材 鉄 筋	PC 断面	面積	上面	Apo	cm2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			下面	Apu	cm2	11.790	9.016	5.895	3.121	1.387
			合計	Ap	cm2	11.790	9.016	5.895	3.121	1.387
	PC 図心位置		上面	ypo	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			下面	ypu	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
			合計	As	cm2	22.806	22.806	22.806	22.806	35.748
	鉄筋 断面		上面	Aso	cm2	11.403	11.403	11.403	11.403	17.874
			下面	Asu	cm2	11.403	11.403	11.403	11.403	17.874
			合計	As	cm2	22.806	22.806	22.806	22.806	35.748
	鉄筋 図心位置		上面	yso	m	0.032	0.032	0.032	0.032	0.033
			下面	ysu	m	0.198	0.198	0.198	0.198	0.197
			合計	ys	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
弾性係数		鉄筋	Es	kgf/cm2	2,100,000	2,100,000	2,100,000	2,100,000	2,100,000	
		PC	Ep	kgf/cm2	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	
PC換算断面			面積	Ap+s	cm2	35.736	32.962	29.841	27.067	38.922
PC換算図心距離				yp+s	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
総断面重心距離				yco	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
PC換算偏心量				ep+s	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

(2) PC換算鋼材図心における持続荷重によるコンクリート応力度

$$\begin{aligned}\text{上面} & \quad \sigma_o = \sigma_{cto} + \sigma_{Po} + \sigma_{dlo} + \sigma_{d2o} \\ \text{下面} & \quad \sigma_u = \sigma_{ctu} + \sigma_{Pu} + \sigma_{dlu} + \sigma_{d2u} \\ \text{PC換算位置} & \quad \sigma_{cp} = \sigma_o - (\sigma_o - \sigma_u) * y_{p+s} / H\end{aligned}$$

・PC緊張直後の応力度

$$\begin{aligned}\sigma_{cto} &= N_{pst} / A_e + M_{pst} / I_e * y_{eo} \\ \sigma_{ctu} &= N_{pst} / A_e + M_{pst} / I_e * y_{eu}\end{aligned}$$

・2次曲げによる応力度

$$\begin{aligned}\sigma_{Po} &= MP / I_e * y_{eo} \\ \sigma_{Pu} &= MP / I_e * y_{eu}\end{aligned}$$

(2次曲げ=0)

				100%	75%	50%	25%	10%
鋼材換算断面積	Ae	m ²		0.2743	0.2735	0.2726	0.2719	0.2783
断面2次	Ie	m ⁴		0.001225	0.001225	0.001225	0.001225	0.001270
図心距離	上面	yfo	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
	下面	yfu	m	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115
弾性変形後	PC張力	Npst	tf	131.2	100.7	66.1	35.1	15.7
	曲げ	Mpst	tf.m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2次曲げ	Mp	tf.m		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
床版自重曲げ	Md1	tf.m		0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
後死曲げ	Md2	tf.m		0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
PC換算図心距離	y _{p+s}	m		0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
床版全厚	H	m		0.230	0.230	0.230	0.230	0.230
PSによる 応力度	上面	σ_{cto}	kgf/cm ²	47.8	36.8	24.3	12.9	5.6
	下面	σ_{ctu}	kgf/cm ²	47.8	36.8	24.3	12.9	5.6
PS2次による 応力度	上面	σ_{Po}	kgf/cm ²	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	下面	σ_{Pu}	kgf/cm ²	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
前死荷重 応力度	上面	σ_{dlo}	kgf/cm ²	6.2	6.2	6.2	6.2	6.0
	下面	σ_{dlu}	kgf/cm ²	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.0
後死荷重 応力度	上面	σ_{d2o}	kgf/cm ²	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9
	下面	σ_{d2u}	kgf/cm ²	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-1.9
合計応力度	上面	σ_o	kgf/cm ²	56.1	45.0	32.5	21.1	13.5
	下面	σ_u	kgf/cm ²	39.6	28.6	16.0	4.7	-2.3
鋼材図心コンクリ応力	σ_{cp}	kgf/cm ²		47.8	36.8	24.3	12.9	5.6

(3) 有効係数、及び有効プレストレス力

有効係数は、セット後のPC応力度を基準点とする。

$$\Delta \sigma c = E_p / E_{co} * \phi * \sigma_{cp} / (1 + \alpha * (1 + \phi / 2))$$

$$\Delta \sigma s = E_p * \epsilon_s / (1 + \alpha * (1 + \phi / 2))$$

$$\alpha = E_p / E_{co} * A_{p+s} * (1 / A_a + e_{p+s} / I_a * e_{p+s})$$

$$\Delta \sigma r = \sigma_{pt} * \gamma$$

$$\eta = (\sigma_{pt} - \Delta \sigma c - \Delta \sigma s - \Delta \sigma r) / \sigma_{pt}$$

$$\sigma_{pe} = \eta * \sigma_{pt} \leq \sigma_{pa}$$

$$N_{pse} = \eta * N_{pst}$$

$$M_{pse} = \eta * M_{pst}$$

σ_{pa} : 使用状態のPC鋼材の許容応力度

			100%	75%	50%	25%	10%	
弾性係数	Ep	kgf/cm2	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	
	Eco	kgf/cm2	295,000	295,000	295,000	295,000	295,000	
コンクリートのクリープ係数	ϕ		2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	
コンクリートの乾燥収縮度	ϵs		2.0E-04	2.0E-04	2.0E-04	2.0E-04	2.0E-04	
リラクゼーション率	γ		1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	
純断面積	Aa	m2	0.2671	0.2680	0.2691	0.2700	0.2775	
〃断面2次	Ia	24	0.001225	0.001225	0.001225	0.001225	0.001270	
PC換算断面積	Ap+s	cm2	35.74	32.96	29.84	27.07	38.92	
PC換算偏心量	ep+s	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	α		0.0907	0.0834	0.0752	0.0680	0.0951	
鋼材図心コンクリ応力	σcp	kgf/cm2	47.8	36.8	24.3	12.9	5.6	
弾性変形後PC応力	σpt	kgf/mm2	111.3	111.7	112.2	112.6	112.9	
減少応力度	クリープ	$\Delta \sigma c$	7.2	5.6	3.8	2.0	0.8	
	シュリンク	$\Delta \sigma s$	3.3	3.3	3.4	3.4	3.3	
	リラックス	$\Delta \sigma r$	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	
有効係数	η		0.891	0.905	0.921	0.936	0.949	
変形後 プレストレス力	PC応力	σpt	kgf/mm2	111.3	111.7	112.2	112.6	112.9
	PC張力	Npst	tf	131.2	100.7	66.1	35.1	15.7
	曲げ	Mpst	tf.m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
有効静定 プレストレス力	PC応力	σpe	kgf/mm2	99.1	101.1	103.3	105.4	107.0
	PC張力	Npse	tf	116.9	91.1	60.9	32.9	14.8
	曲げ	Mpse	tf.m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	許容値 判定	σpa	kgf/mm2	114	114	114	114	114
			OK	OK	OK	OK	OK	

6. 設計荷重に対するコンクリート応力度の検討（合成応力度の検討）

1) 鉄筋拘束による断面力

$$N_s = -E_s / E_p * A_s * (\Delta \sigma_c + \Delta \sigma_s)$$

$$M_s = (y_{co} - y_s) * N_s$$

（鉄筋には圧縮力、コンクリートには引張力として作用する）

			100%	75%	50%	25%	10%
弾性係数	Es	kgf/cm ²	2,100,000	2,100,000	2,100,000	2,100,000	2,100,000
	Ep	kgf/cm ²	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000
鉄筋断面積	As	cm ²	22.806	22.806	22.806	22.806	35.748
総断面図心距離	yco	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
鉄筋図心距離	ys	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
減少応力度	クリープ $\Delta \sigma_c$	kgf/cm ²	7.2	5.6	3.8	2.0	0.8
	シュリンク $\Delta \sigma_s$	kgf/cm ²	3.3	3.3	3.4	3.4	3.3
鉄筋拘束による 断面力	Ns	tf	-0.25	-0.22	-0.17	-0.13	-0.15
	Ms	tf.m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

2) 断面力、及び抵抗断面性能

・断面力一覧表

				100%	75%	50%	25%	10%
軸力	直後プレストレス	Npst	tf	131.2	100.7	66.1	35.1	15.7
	鉄筋拘束	Ns	tf	-0.25	-0.22	-0.17	-0.13	-0.15
曲げモーメント	前死荷重	Md1	tf.m	0.662	0.662	0.662	0.662	0.662
	直後プレストレス	Mpst	tf.m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
メント	鉄筋拘束	Ms	tf.m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	後死荷重	Md2	tf.m	0.212	0.212	0.212	0.212	0.212
	活荷重	ML	tf.m	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086
有効係数		η		0.891	0.905	0.921	0.936	0.949

・抵抗断面性能

断面力	断面性能	添字	添字	添字	添字	添字
前死荷重	純断面	a	a	a	a	a
直後プレストレス力	純断面	a	a	a	a	a
鉄筋拘束	鋼材換算断面	e	e	e	e	e
後死荷重	鋼材換算断面	e	e	e	e	e
活荷重	鋼材換算断面	e	e	e	e	e

3) 各荷重によるコンクリート応力度

			100%	75%	50%	25%	10%
前死荷重 (Md1)	Md1	tf.m	0.662	0.662	0.662	0.662	0.662
	Ia	m4	0.001225	0.001225	0.001225	0.001225	0.001270
	yao	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
	yau	m	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115
	σo	kgf/cm2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.0
	σu	kgf/cm2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.0
プレストレス 変形直後プレストレス力 (Pst)	Npst	tf	131.2	100.7	66.1	35.1	15.7
	Mpst	tf.m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Aa	m2	0.2671	0.2680	0.2691	0.2700	0.2775
	Ia	m4	0.001225	0.001225	0.001225	0.001225	0.001270
	yao	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
	yau	m	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115
	σo	kgf/cm2	49.1	37.6	24.6	13.0	5.6
	σu	kgf/cm2	49.1	37.6	24.6	13.0	5.6
プレストレス 有効静定プレストレス力 (Pse)	η		0.891	0.905	0.921	0.936	0.949
	σo	kgf/cm2	43.7	34.0	22.6	12.2	5.4
	σu	kgf/cm2	43.7	34.0	22.6	12.2	5.4
鉄筋拘束 (S)	Ns	tf	-0.25	-0.22	-0.17	-0.13	-0.15
	Ms	tf.m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Ae	m2	0.2743	0.2735	0.2726	0.2719	0.2783
	Ie	m4	0.001225	0.001225	0.001225	0.001225	0.001270
	yeo	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
	yeu	m	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115
	σo	kgf/cm2	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	-0.1
	σu	kgf/cm2	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	-0.1
後死荷重 (Md2)	Md2	tf.m	0.212	0.212	0.212	0.212	0.212
	Ie	m4	0.001225	0.001225	0.001225	0.001225	0.001270
	yeo	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
	yeu	m	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115
	σo	kgf/cm2	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9
	σu	kgf/cm2	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-1.9
活荷重 (L)	ML	tf.m	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086
	Ie	m4	0.001225	0.001225	0.001225	0.001225	0.001270
	yeo	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
	yeu	m	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115
	σo	kgf/cm2	38.4	38.4	38.4	38.4	37.0
	σu	kgf/cm2	-38.4	-38.4	-38.4	-38.4	-37.0

(コンクリートは圧縮を正、鋼材は引張を正)

4) 合成応力度

照査時点は次のとおりとする。

PS緊張直後 $\sigma = Pst$
 活荷重時 $\sigma = Psc + S + L$

Pst: 直後プレストレス力による応力度

Psc: 有効プレストレス力による応力度

S: 鉄筋拘束による応力度

L: 活荷重による応力度

					100%	75%	50%	25%	10%
PS 緊張 直後	上 面	合成値	σo	kgf/cm2	49.1	37.6	24.6	13.0	5.6
		許容値	σa	kgf/cm2	170	170	170	170	170
		判 定		OK	OK	OK	OK	OK	
	下 面	合成値	σu	kgf/cm2	49.1	37.6	24.6	13.0	5.6
		許容値	σa	kgf/cm2	170	170	170	170	170
		判 定		OK	OK	OK	OK	OK	
活 荷 重 時	上 面	合成値	σo	kgf/cm2	82.0	72.3	60.9	50.5	42.3
		許容値	σa	kgf/cm2	170	170	170	170	170
		判 定		OK	OK	OK	OK	OK	
	下 面	合成値	σu	kgf/cm2	5.3	-4.4	-15.8	-26.2	-31.7
		許容値	σa	kgf/cm2	-	-	-	-	-
		判 定		-	-	-	-	-	
總 合 判 定					OK	OK	OK	OK	OK

(コンクリートは圧縮を正、鋼材は引張を正)

5) 引張鉄筋量の照査

コンクリートの引張応力の合力は鉄筋のみで負担させるものとする。鉄筋の許容引張応力度は床版に
対する値を適用する。

なお、引張応力が生じる範囲が下側鉄筋のかぶり以下となる場合は、引張鉄筋の照査は省略する。

$$A_{sn} = T_c / \sigma_{sa} \geq 0.005 * A_t$$

$$A_t = x' * B_r$$

$$x' = -\sigma_u / (\sigma_o - \sigma_u) * H$$

$$x' \leq d_{sr}, \text{ then 照査省略}$$

$$T_c = -\sigma_u * A_t / 2$$

$$A_{sr} \geq A_{sn}, \text{ then OK}$$

				100%	75%	50%	25%	10%
設計荷重時	床版上	σ_o	kgf/cm2	82.0	72.3	60.9	50.5	42.3
応力度	床版下	σ_u	kgf/cm2	5.3	-4.4	-15.8	-26.2	-31.7
全 高		H	cm	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0
総 幅		B	cm	112.5	112.5	112.5	112.5	112.5
鉄筋許容応力度		σ_{sa}	kgf/cm2	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
引張応力の	範囲	x'	cm	0.0	1.3	4.7	7.9	9.9
	面積	A_t	cm2	0	150	532	884	1,109
	合力	T_c	kgf	0	333	4,202	11,596	17,581
下側主鉄筋かぶり		d_{sr}	cm	3.2	3.2	3.2	3.2	3.3
照査の必要性判定				不要	不要	必要	必要	必要
鉄筋量		T_c / σ_{sa}	cm2			3.001	8.283	12.558
		$A_t * 0.5\%$	cm2			2.662	4.422	5.543
	必要鉄筋量	A_{sn}	cm2			3.001	8.283	12.558
	下側鉄筋量	A_{su}	cm2			11.403	11.403	17.874
引張鉄筋量判定				-	-	OK	OK	OK

7. 鉄筋、PC鋼材の引張応力度の検討（RC計算）

1) 検討条件

- (1) コンクリートの引張応力を無視する。
- (2) 維ひずみは断面の中立軸からの距離に比例する。
- (3) コンクリートの弾性係数は、鉄筋の1/15とする（ $n=15$ ）。
- (4) PC鋼材については増加応力度を算出する。
- (5) 軸力の作用位置は床版中心位置とする。
- (6) 中立軸の算定では、曲げモーメントは軸力の偏心で置き換える。
- (7) 荷重状態は活荷重作用時とする。

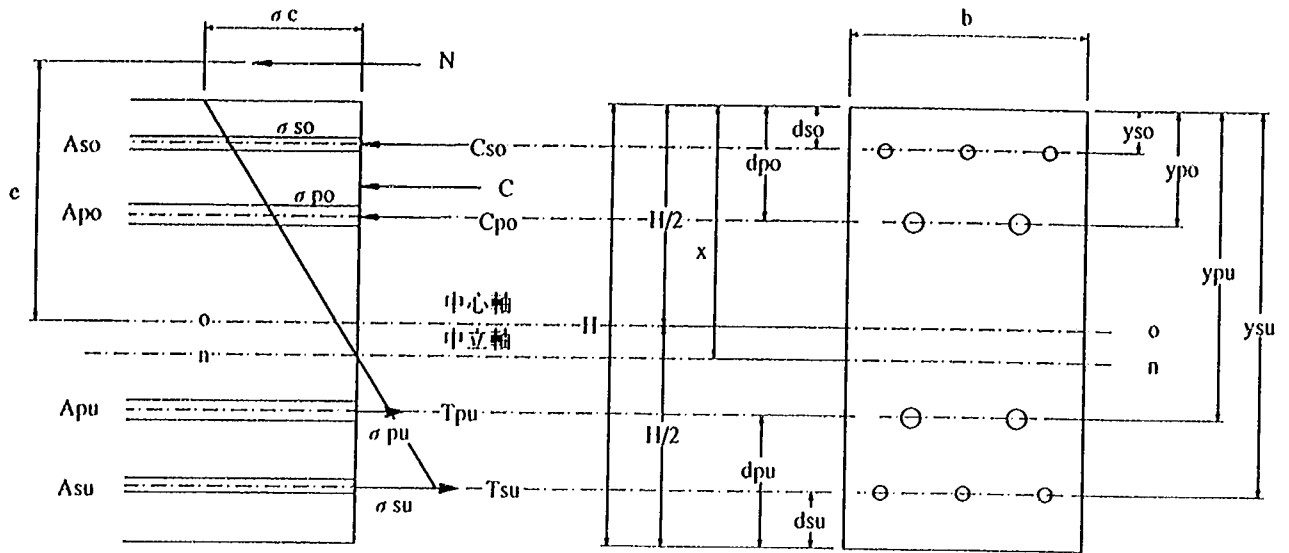
2) 断面力

活荷重時組合せ $SF = Md1 + Md2 + Psc + S + Ms + L$

BM置換軸力偏心量 $e = M / N$

			100%	75%	50%	25%	10%
総断面図心距離	yc0	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
床版厚/2	H/2	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
前死荷重	Md1	tf.m	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
有効PS	Npse	tf	116.9	91.1	60.9	32.9	14.8
	Mpse	tf.m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
後死荷重	Md2	tf.m	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
活荷重	ML	tf.m	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09
合 計	N	tf	116.9	91.1	60.9	32.9	14.8
	M	tf.m	4.96	4.96	4.96	4.96	4.96
BM置換軸力偏心量	e	m	0.0424	0.0544	0.0814	0.1508	0.3341

3) 中立軸の算定



応力度の比例より、

$$\sigma_{SO} = n_l * \sigma_c * (x - d_{SO}) / x$$

$$\sigma_{po} = n^2 * \sigma_c * (x - d_{po}) / x$$

$$\sigma_{pu} = n^2 * \sigma_c * (H - d_{pu} - x) / x$$

$$\sigma_{su} = n_l * \sigma_c * (H - d_{su} - x) / x$$

力の釣り合いより、

$$N = b \cdot x/2 \cdot \sigma_c + \sigma_{so} \cdot A_{so} + \sigma_{po} \cdot A_{po} - \sigma_{pu} \cdot A_{pu} - \sigma_{su} \cdot A_{su}$$

$$\rightarrow N = \sigma c/x * (Ex^2 + Fx + G)$$

$$E = b/2$$

$$F = n1*(A_{so}+A_{su})+n2*(A_{po}+A_{pu})$$

$$G = -n1*(dso*Aso+(H-dsu)*Asu)-n2*(dpo*Apo+(H-dpu)*Apu)$$

$$n1 = E_s / E_c$$

$$n_2 = E_p / E_c$$

$$dso = yso$$

$$\text{dpo} = \text{ypo}$$

$$\text{dpu} = \text{H} - \text{ypu}$$

$$dsu = H - ysu$$

モーメントの釣り合いより、

$$M = b^*x^* \sigma c/2^*(H/2-x/3) + \sigma so^*Aso^*(H/2-dso) + \sigma po^*Apo^*(H/2-dpo) \\ + \sigma pu^*Apu^*(H/2-dpu) + \sigma su^*Asu^*(H/2-dsu)$$

$$\rightarrow M = \sigma c/x * (Ax^3 + Bx^2 + Cx + D)$$

$$A = -b/6$$

$$B = b * H/4$$

$$C = n1*(Aso*(H/2-dso)-Asu*(H/2-dsu))+n2*(Apo*(H/2-dpo)-Apu*(H/2-dpu))$$

$$D = nI^*(-dso * Aso * (H/2 - dso) + (H - dsu) * Asu * (H/2 - dsu))$$

$$+n2*(-dpo*Apo*(H/2-dpo)+(H-dpu)*Apu*(H/2-dpu))$$

$$b = B \text{ (床版総幅)}$$

$M = N \cdot e$ と置いて、

$$Ax^3 + (B - e \cdot E)x^2 + (C - e \cdot F)x + (D - e \cdot G) = 0$$

$$\rightarrow ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$$

$$e = M / N$$

$$a = A$$

$$b = B - e \cdot E$$

$$c = C - e \cdot F$$

$$d = D - e \cdot G$$

				100%	75%	50%	25%	10%
合計曲げモーメント (+符号参照用)				4.96	4.96	4.96	4.96	4.96
入 力 値	弾性係数	Es	kgf/cm2	2,100,000	2,100,000	2,100,000	2,100,000	2,100,000
		Ep	kgf/cm2	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000
		Ec	kgf/cm2	140,000	140,000	140,000	140,000	140,000
	弾性係数比	n1		15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
		n2		14.3	14.3	14.3	14.3	14.3
	床版厚	H	m	0.230	0.230	0.230	0.230	0.230
	鋼材位置	ys0	m	0.032	0.032	0.032	0.032	0.033
		ysu	m	0.198	0.198	0.198	0.198	0.197
		ypo	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		ypu	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
	かぶり	dso	m	0.032	0.032	0.032	0.032	0.033
		dsu	m	0.032	0.032	0.032	0.032	0.033
		dpo	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		dpu	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
	床版総幅	b	m	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125
	鋼材断面積	Aso	m2	0.001140	0.001140	0.001140	0.001140	0.001787
		Asu	m2	0.001140	0.001140	0.001140	0.001140	0.001787
		Apo	m2	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
		Apu	m2	0.001179	0.000902	0.000589	0.000312	0.000139
	定数計算	BM置換偏心量	e	m	0.0424	0.0544	0.0814	0.1508
A			-0.187500	-0.187500	-0.187500	-0.187500	-0.187500	
B			0.064688	0.064688	0.064688	0.064688	0.064688	
C			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	
D			0.000236	0.000236	0.000236	0.000236	0.000361	
E			0.562500	0.562500	0.562500	0.562500	0.562500	
F			0.051051	0.047088	0.042630	0.038667	0.055603	
G			-0.005871	-0.005415	-0.004902	-0.004447	-0.006394	
a			-0.187500	-0.187500	-0.187500	-0.187500	-0.187500	
b			0.040812	0.034065	0.018879	-0.020126	-0.123235	
c			-0.002167	-0.002563	-0.003472	-0.005830	-0.018576	
d			0.000485	0.000530	0.000635	0.000906	0.002497	
3次方程式を解くと、								
中立軸位置	x	m	0.219	0.189	0.140	0.096	0.083	

($x > H$ の場合は全断面圧縮応力となる)

4) 鋼材引張応力度応力度

$$\sigma_c = N \cdot x / (E x^2 + F x + G)$$

$$\sigma_{so} = n_1 / x \cdot \sigma_c \cdot (x - d_{so})$$

$$\sigma_{po} = n_2 / x \cdot \sigma_c \cdot (x - d_{po})$$

$$\sigma_{pu} = n_2 / x \cdot \sigma_c \cdot (H - d_{pu} - x)$$

$$\sigma_{su} = n_1 / x \cdot \sigma_c \cdot (H - d_{su} - x)$$

				100%	75%	50%	25%	10%	
応 力 度	コンクリート面		σ_c	kgf/cm2	79.3	73.2	70.2	71.5	58.9
	上面	鉄筋	σ_{so}	kgf/cm2	-1,016	-911	-813	-714	-532
		PC	σ_{po}	kgf/cm2	0	0	0	0	0
	下面	PC	σ_{pu}	kgf/cm2	-538	-408	-182	206	325
		鉄筋	σ_{su}	kgf/cm2	-113	54	431	1,147	1,214
	check			N	tf	116.9	91.1	60.9	32.9
			M	tf.m	4.96	4.96	4.96	4.96	4.96
				OK	OK	OK	OK	OK	

まとめ

PC鋼材 応力度 (合計)	有効	σ_{pe}	kgf/cm ²	9,913	10,107	10,333	10,542	10,705
	増分	$\sigma_{po,u}$	kgf/cm ²	-538	-408	-182	206	325
	合計	σ_p	kgf/cm ²	9,375	9,698	10,151	10,748	11,030
	許容値	σ_{pa}	kgf/cm ²	11,400	11,400	11,400	11,400	11,400
	判定			OK	OK	OK	OK	OK
鉄筋応力度		σ_{su}	kgf/cm ²	-113	54	431	1,147	1,214
	許容値	σ_{sa}	kgf/cm ²	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
		判定		OK	OK	OK	OK	OK

(コンクリートは圧縮を正、鋼材は引張を正に表示)

8. 許容ひび割れ幅の検討

設計荷重作用時において、コンクリートの引張応力度が寸法効果を考慮したコンクリートの許容引張応力度を超える場合は、活荷重作用時における主鉄筋位置におけるひび割れ幅を算定し、許容ひび割れ幅以下となるようにする（コ標準10.4.1(4)、及び7.4.4）。

$$\sigma_{tk} = 0.23 * \sigma_{ck}^{2/3}$$

$$\sigma_{tde} = \kappa l * \sigma_{tk}$$

$$\kappa l = 0.6 / (h^{1/3}) \quad \text{ただし、} 0.4 \leq \kappa l < 1.0$$

$$\sigma_t \leq \sigma_{ta} \quad \text{であれば以下の照査は不要}$$

σ_{tk} : コンクリートの許容引張応力度

σ_{tde} : 寸法効果を考慮した σ_{tk}

σ_t : コンクリートの引張応力度

h : 部材の高さ=床版厚(m)

$$w_c = k_l * (4 * c + 0.7 * (C_s - \phi)) * (\sigma_{se} / E_s + \epsilon'_{cs}) \leq w_a$$

k_l : 鋼材の付着性状の係数（異形鉄筋=1.0）

c : 主鉄筋の純かぶり

C_s : 鉄筋の中心間隔

ϕ : 鉄筋径

σ_{se} : RC計算による活荷重作用時の鉄筋の引張応力度

E_s : 鉄筋のヤング係数

ϵ'_{cs} : 乾燥収縮とクリープによるひび割れ幅の増加係数。 σ の計算値にこれらが含まれている場合は0

w_a : 許容ひび割れ幅（=0.005c）

			100%	75%	50%	25%	10%
設計基準強度	σ_{ck}	kgf/cm ²	500	500	500	500	500
許容引張応力度	σ_{tk}	kgf/cm ²	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
床版厚	h	m	0.230	0.230	0.230	0.230	0.230
高さの低減値	κl		0.979	0.979	0.979	0.979	0.979
寸法考慮許容引張	σ_{tde}	kgf/cm ²	-14.2	-14.2	-14.2	-14.2	-14.2
引張応力度	σ_t	kgf/cm ²	5.3	4.4	-15.8	-26.2	-31.7
照査の必要性			不要	不要	必要	必要	必要
付着性状係数	k_l				1.0	1.0	1.0
主鉄筋の純かぶり	c	cm			2.55	2.55	2.50
鉄筋の中心間隔	C_s	cm			12.5	12.5	12.5
鉄筋径	ϕ	cm			1.3	1.3	1.6
鉄筋の引張応力度	σ_{se}	kgf/cm ²			431	1,147	1,214
鉄筋のヤング係数	E_s	kgf/cm ²			2,100,000	2,100,000	2,100,000
ひび割れ幅増加係数	ϵ'_{cs}				0	0	0
ひび割れ幅	w	cm			0.004	0.010	0.010
許容ひび割れ幅	w_a	かぶり比			0.005c	0.005c	0.005c
	w_a	cm			0.013	0.013	0.013
判 定			-	-	OK	OK	OK

9. 疲労の検討

疲労荷重作用時の鉄筋の変動応力度が設計疲労強度以内であることを確認する（コ標準10.6、及び8章）。疲労荷重による断面力は衝撃を除くT荷重1台による断面力とする。そこで、衝撃係数を1.4として、道示式により求めてある活荷重曲げモーメントをこの衝撃係数で除し、疲労曲げモーメントとする。

1) 照査方法

$$\sigma_{rd} = \sigma_{rdmax} - \sigma_{rdmin} \leq \sigma_{rda}$$

σ_{rd} : 変動応力度

σ_{rdmax} : 最大時荷重組合せにおける応力度（圧縮の場合0）

σ_{rdmin} : 最小時荷重組合せにおける応力度（圧縮の場合0）

σ_{rda} : 許容疲労応力度

$$F_{max} = Md1 + Md2 + Pse + S + Ms + L/1.4$$

$$F_{min} = Md1 + Md2 + Pse + S + Ms$$

F_{max} : 最大時荷重組合せ

F_{min} : 最小時荷重組合せ

$Md1$: 床版自重による応力度

$Md2$: 後死荷重による応力度

Pst : 有効プレストレス力による応力度

S : 鉄筋拘束による応力度

L : 活荷重による応力度

2) 許容疲労応力度

PC鋼材の場合

$$\sigma_{prda} = 10^a / N^k \quad (\text{kgf/mm}^2)$$

σ_{prda} : PC鋼材の許容疲労応力度

N : 等価繰返し回数 ($N = 2.0 \times 10^7$ とする)

a, k : 下表より選択

N	k	a
$< 3 \times 10^6$	0.55	4.6
$\geq 3 \times 10^6$	0.15	2.0

$$\therefore \sigma_{prda} = 10^2 / (2 \times 10^7)^{0.15}$$

$$= 8.03 \text{ kgf/mm}^2$$

$$= 803 \text{ kgf/cm}^2$$

鉄筋の場合

$$\sigma_{srda} = 10^a / N^k * (1 - \sigma_{min} / \sigma_{ud}) / \gamma_s \quad (\text{kgf/cm}^2)$$

σ_{srda} : 鉄筋の許容疲労応力度

N: 等価繰返し回数 (N = 2.0 * 10⁷ とする)

a, k: 下表より選択

N	k	a
< 2 * 10 ⁶	0.18	4.3
≥ 2 * 10 ⁶	0.13	4.0

σ_{min} : 鉄筋に発生する最小引張応力度、圧縮の場合は0。応力度計算結果より参照

σ_{ud} : 鉄筋の引張強度 (SD295: 4,500 kgf/cm²)

γ_s : 1.05

N		2.00E+07
a		4.0
k		0.13
σ_{min}	kgf/cm ²	0
σ_{ud}	kgf/cm ²	4,500
γ_s		1.05
σ_{srda}	kgf/cm ²	1,071

3) 断面力

最大時荷重組合せ $F_{max} = M_{d1} + M_{d2} + P_{se} + S + M_s + L/1.4$

最小時荷重組合せ $F_{min} = M_{d1} + M_{d2} + P_{se} + S + M_s$

最大時荷重

			100%	75%	50%	25%	10%
床版自 (M _{d1})	M	tf.m	0.662	0.662	0.662	0.662	0.662
有効PS (P _{se})	N	tf	116.9	91.1	60.9	32.9	14.8
	M	tf.m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
鉄筋拘束	N	tf	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2
(S)	M	tf.m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
後死 (M _{d2})	M	tf.m	0.212	0.212	0.212	0.212	0.212
活荷重 (L/1.4)	M	tf.m	2.919	2.919	2.919	2.919	2.919
合計	N	tf	116.6	90.9	60.7	32.8	14.7
	M	tf.m	3.793	3.793	3.793	3.793	3.793
BM置換軸力偏心量	e	m	0.0325	0.0417	0.0624	0.1158	0.2581

最小時荷重

床版自 (M _{d1})	M	tf.m	0.662	0.662	0.662	0.662	0.662
有効PS (P _{se})	N	tf	116.9	91.1	60.9	32.9	14.8
	M	tf.m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
鉄筋拘束	N	tf	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2
(S)	M	tf.m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
後死 (M _{d2})	M	tf.m	0.212	0.212	0.212	0.212	0.212
活荷重 (L=0)	M	tf.m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
合計	N	tf	117.1	91.3	61.1	33.0	15.0
	M	tf.m	0.874	0.874	0.874	0.874	0.874
BM置換軸力偏心量	e	m	0.0075	0.0096	0.0143	0.0265	0.0583

(床版計算幅1.125m当り)

4) 鋼材引張応力度計算結果

RC計算により算定したPC鋼材と鉄筋の引張応力度、及び応力振幅を以下に示す。

				100%	75%	50%	25%	10%
PC 応力度	最大時	σ_{pu}	kgf/cm ²	9,377	9,682	10,073	10,575	10,905
	最小時	σ_{pu}	kgf/cm ²	9,415	9,711	10,060	10,386	10,639
	応力振幅	σ_{prd}	kgf/cm ²	37	28	13	189	266
	許容値	σ_{prda}	kgf/cm ²	803	803	803	803	803
	判 定			OK	OK	OK	OK	OK
鉄筋 応力度	最大時	σ_{ru}	kgf/cm ²	0	0	121	647	847
	最小時	σ_{ru}	kgf/cm ²	0	0	0	0	8
	応力振幅	σ_{rrd}	kgf/cm ²	0	0	121	647	839
	許容値	σ_{rrda}	kgf/cm ²	1,071	1,071	1,071	1,071	1,071
	判 定			OK	OK	OK	OK	OK

(引張を正とする)

10. 曲げ破壊安全度の検討

1) 終局荷重作用時の曲げモーメント

$$M1 = 1.3 * MD + 2.5 * ML$$

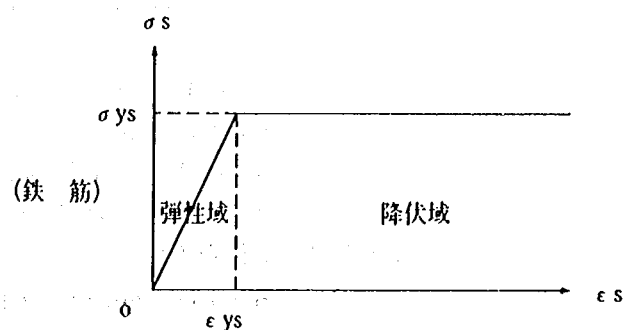
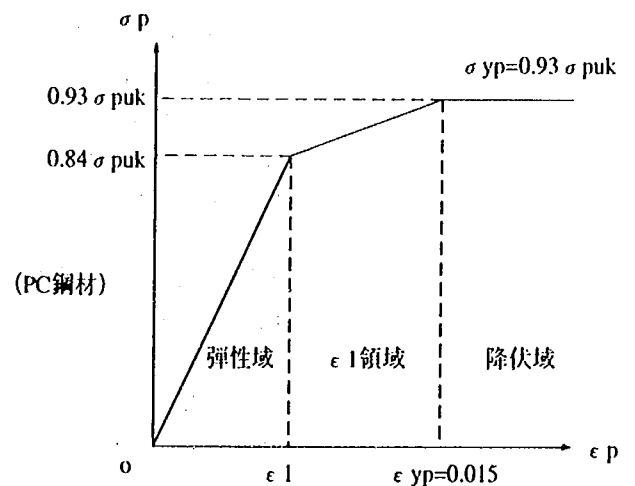
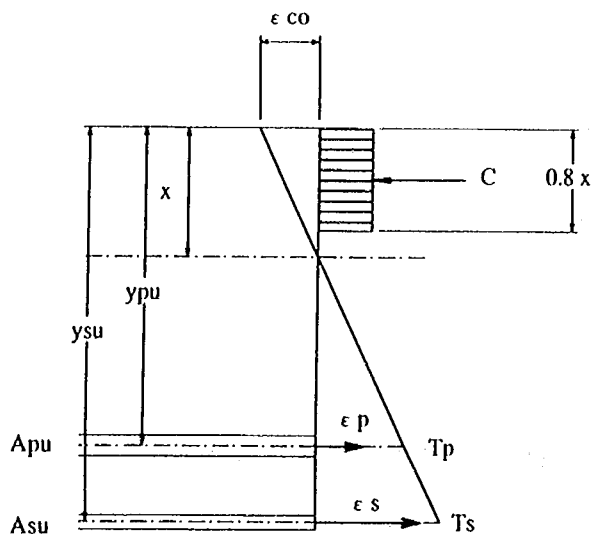
$$M2 = 1.0 * MD + 2.5 * ML$$

$$M3 = 1.7 * (MD + ML)$$

$$MD = Md1 + Md2$$

			100%	75%	50%	25%	10%
前死荷重曲げ	Md1	tf.m	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
後死荷重曲げ	Md2	tf.m	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
死荷重曲げ合計	MD	tf.m	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
活荷重曲げ(inc.i.)	ML	tf.m	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09
照査曲げモーメント	M1	tf.m	11.35	11.35	11.35	11.35	11.35
	M2	tf.m	11.09	11.09	11.09	11.09	11.09
	M3	tf.m	8.43	8.43	8.43	8.43	8.43
	Mmax	tf.m	11.35	11.35	11.35	11.35	11.35

2) 中立軸の計算



(1) 鋼材が全て降伏していると仮定した場合

$$T_p = A_{pu} * 0.93 * \sigma_{puk}$$

$$T_s = A_{su} * \sigma_{suy}$$

$$C = 0.85 * \sigma_{ck} * 0.8 x * B$$

$C = T_p + T_s$ より、

$$x = (T_p + T_s) / (0.85 * \sigma_{ck} * 0.8 * B)$$

ひずみによる仮定の検証

$$\epsilon_p = \epsilon_{co} * (y_{pu} - x) / x + \epsilon_{pe} \geq \epsilon_{yp} = 0.015$$

$$\epsilon_s = \epsilon_{co} * (y_{su} - x) / x \geq \epsilon_{ys}$$

$$\epsilon_{pe} = \sigma_{pe} / E_p$$

(2) 鉄筋は降伏、PC鋼材は $0.93 \sigma_{puk} < 0.84 \sigma_{puk}$ の範囲にあると仮定した場合

PC鋼材の応力度は $0.84 \sigma_{puk} \sim 0.84 \sigma_{puk} 0.93$ の間で直線変化させる。

$$T_p = A_{pu} * 0.84 * \sigma_{puk} + A_{pu} * (\epsilon_p - \epsilon_l) * \alpha$$

$$\alpha = (0.93 - 0.84) * \sigma_{puk} / (\epsilon_{yp} - \epsilon_l) = 0.09 * \sigma_{puk} / (\epsilon_{yp} - \epsilon_l)$$

$$\epsilon_l = 0.84 * \sigma_{puk} / E_p$$

$$T_s = A_{su} * \sigma_{suy}$$

$$C = 0.85 * \sigma_{ck} * 0.8 x * B$$

$$\epsilon_p = \epsilon_{co} * y_{pu} / x + \epsilon_{pe} - \epsilon_{co}$$

$C = T_p + T_s$ より、

$$0.85 * 0.8 \sigma_{ck} * B * x^2 - (A_{pu} * 0.84 * \sigma_{puk} + A_{pu} * \alpha * (\epsilon_{pe} - \epsilon_{co}) - A_{pu} * \alpha * \epsilon_l + T_s) * x - A_{pu} * \alpha * (\epsilon_{co} * y_{pu}) = 0$$

$$x = (-b + \sqrt{b^2 - 4ac}) / 2a$$

$$a = 0.85 * 0.8 * \sigma_{ck} * B$$

$$b = -(A_{pu} * 0.84 * \sigma_{puk} + A_{pu} * \alpha * (\epsilon_{pe} - \epsilon_{co}) - A_{pu} * \alpha * \epsilon_l + T_s)$$

$$c = -A_{pu} * \alpha * (\epsilon_{co} * y_{pu})$$

ひずみによる仮定の検証

$$\epsilon_p = \epsilon_{co} * y_{pu} / x + \epsilon_{pe} - \epsilon_{co} \geq \epsilon_l, \text{ but } < \epsilon_{yp}$$

$$\epsilon_s = \epsilon_{co} * (y_{su} - x) / x \geq \epsilon_{ys}$$

(3) 鉄筋は降伏、PC鋼材は弾性域内にあると仮定した場合

$$T_p = A_{pu} * \epsilon_p * E_p$$

$$T_s = A_{su} * \sigma_{suy}$$

$$C = 0.85 * \sigma_{ck} * 0.8 x * B$$

$$\epsilon_p = \epsilon_{co} * y_{pu} / x + \epsilon_{pe} - \epsilon_{co}$$

$C = T_p + T_s$ より、

$$0.85 * 0.8 \sigma_{ck} * B * x^2 - (A_{pu} * E_p * (\epsilon_{pe} - \epsilon_{co}) + T_s) * x - A_{pu} * \epsilon_{co} * E_p * y_{pu} = 0$$

$$x = (-b + \sqrt{b^2 - 4ac}) / 2a$$

$$a = 0.85 * 0.8 * \sigma_{ck} * B$$

$$b = -(A_{pu} * E_p * (\epsilon_{pe} - \epsilon_{co}) + T_s)$$

$$c = -A_{pu} * \epsilon_{co} * E_p * y_{pu}$$

ひずみによる仮定の検証

$$\epsilon_p = \epsilon_{co} * y_{pu} / x + \epsilon_{pe} - \epsilon_{co} < \epsilon_l$$

$$\epsilon_s = \epsilon_{co} * (y_{su} - x) / x \geq \epsilon_{ys}$$

前式から中立軸、歪みを(1)から(3)の各ケースについて求め、算定歪みが仮定と矛盾しないケースを判定し、そのケースを採用ケースとする。(なお、照査曲げモーメントの符号を見て鋼材の断面積、及び位置を選択入力する。)

				100%	75%	50%	25%	10%
照査曲げモーメント (符号参照用)				11.35	11.35	11.35	11.35	11.35
断面積	PC	Δ_{pu}	cm ²	11.790	9.016	5.895	3.121	1.387
	鉄筋	Δ_{su}	cm ²	11.403	11.403	11.403	11.403	17.874
PC引張強度		σ_{puk}	kgf/cm ²	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000
鉄筋降伏点		σ_{syk}	kgf/cm ²	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
コンクリート基準強度		σ_{ck}	kgf/cm ²	500	500	500	500	500
床版総幅		B	cm	112.5	112.5	112.5	112.5	112.5
鋼材位置	PC	y_{pu}	cm	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
	鉄筋	y_{su}	cm	19.8	19.8	19.8	19.8	19.7
コンクリート降伏歪		ϵ_{co}		0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035
有効プレストレス応力		σ_{pe}	kgf/cm ²	9,913	10,107	10,333	10,542	10,705
PC弾性係数		E_p	kgf/cm ²	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000
有効プレストレスPC歪		ϵ_{pe}		0.0050	0.0051	0.0052	0.0053	0.0054
(1) 鋼材が全て降伏していると仮定した場合								
張力	PC	T_p	tf	208.3	159.3	104.2	55.1	24.5
	鉄筋	T_s	tf	34.2	34.2	34.2	34.2	53.6
合計張力		T	tf	242.5	193.5	138.4	89.4	78.1
中立軸		x	cm	6.34	5.06	3.62	2.34	2.04
歪み	PC	ϵ_p		0.0078	0.0095	0.0128	0.0190	0.0216
	鉄筋	ϵ_s		0.0074	0.0102	0.0157	0.0262	0.0303
仮定歪み	PC	ϵ_{yp}		0.0150	0.0150	0.0150	0.0150	0.0150
	鉄筋	ϵ_{ys}		0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014
歪み判定	PC			非降伏	非降伏	非降伏	降伏	降伏
	鉄筋			降伏	降伏	降伏	降伏	降伏
仮定判定				No	No	No	Yes	Yes
(2) 鉄筋は降伏、PC鋼材は $0.93 \sigma_{puk} < < 0.84 \sigma_{puk}$ の範囲にあると仮定した場合								
鉄筋張力		T_s	tf	34.2	34.2	34.2	34.2	53.6
		α	kgf/cm ²	243,590	243,590	243,590	243,590	243,590
2次式係数	a			38,250	38,250	38,250	38,250	38,250
	b			-203,635	-163,983	-119,224	-79,296	-73,688
	c			-115,590	-88,392	-57,795	-30,597	-13,599
中立軸		x	cm	5.84	4.77	3.54	2.41	2.10
PC張力		T_p	tf	188.2	144.4	95.3	52.4	25.3
歪み	PC	ϵ_p		0.0083	0.0100	0.0130	0.0185	0.0211
	鉄筋	ϵ_s		0.0084	0.0110	0.0161	0.0253	0.0294
仮定歪み	PC	ϵ_l		0.0080	0.0080	0.0080	0.0080	0.0080
	鉄筋	ϵ_{ys}		0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014
歪み判定	PC			ϵ_l 域	ϵ_l 域	ϵ_l 域	降伏	降伏
	鉄筋			降伏	降伏	降伏	降伏	降伏
仮定判定				Yes	Yes	Yes	No	No

				100%	75%	50%	25%	10%
(3) 鉄筋は降伏、PC鋼材は弾性域内にあると仮定した場合								
鉄筋張力		Ts	tf	34.2	34.2	34.2	34.2	53.6
2次式係数		a		38,250	38,250	38,250	38,250	38,250
		b		-68,547	-62,216	-53,856	-45,262	-58,761
		c		-949,055	-725,748	-474,527	-251,220	-111,654
中立軸		x	cm	5.96	5.24	4.30	3.22	2.64
PC張力		Tp	tf	193.7	166.4	130.1	89.0	47.4
歪み	PC	ϵ_p		0.0082	0.0092	0.0110	0.0143	0.0171
	鉄筋	ϵ_s		0.0081	0.0097	0.0126	0.0180	0.0226
仮定歪み	PC	ϵ_l		0.0080	0.0080	0.0080	0.0080	0.0080
	鉄筋	ϵ_{ys}		0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014
歪み判定	PC			非弾性域	非弾性域	非弾性域	非弾性域	非弾性域
	鉄筋			降伏	降伏	降伏	降伏	降伏
仮定判定				No	No	No	No	No
採用ケース								
ケース番号				(2)	(2)	(2)	(1)	(1)
中立軸		x	cm	5.84	4.77	3.54	2.34	2.04
張力	PC	Tp	tf	188.2	144.4	95.3	55.1	24.5
	鉄筋	Ts	tf	34.2	34.2	34.2	34.2	53.6

3) 破壊抵抗曲げモーメントと安全度の算定

$$Mu = T_p * (y_{pu} - 0.4x) + T_s * (y_{su} - 0.4x)$$

$$F = Mu / M > 1$$

				100%	75%	50%	25%	10%
張力	PC	Tp	tf	188.2	144.4	95.3	55.1	24.5
	鉄筋	Ts	tf	34.2	34.2	34.2	34.2	53.6
～上面位置	PC	y _{pu}	cm	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
	鉄筋	y _{su}	cm	19.8	19.8	19.8	19.8	19.7
中立軸		x	cm	5.84	4.77	3.54	2.34	2.04
破壊抵抗曲げ		Mu	tf.m	23.22	19.97	15.90	12.28	12.74
終局荷重曲げ		abs(M)	tf.m	11.35	11.35	11.35	11.35	11.35
安全度		F	> 1	2.05	1.76	1.40	1.08	1.12
判定				OK	OK	OK	OK	OK

11. 初期クラック発生曲げモーメント

初期クラック発生曲げモーメント M_c とは、コンクリートに限界的な曲げ引張応力度が発生するときの活荷重曲げモーメントに相当する曲げモーメントであると定義する。この曲げモーメントを手入力による繰り返し計算で求める。限界的な引張応力度として以下の3ケースを考えるものとする。なお、内部モーメント除き、死荷重曲げモーメント等との合計曲げモーメントも合わせて示しておく。

- (1) $\sigma_t = -18 \text{ kff/cm}^2$ (道示に規定する $\sigma_{ck}=500\text{kgf/cm}^2$ に対する許容引張応力度)
 (2) $\sigma_t = -26 \text{ kff/cm}^2$ (コンクリート標準示方書に規定する $\sigma_{ta}=0.42 \cdot f_{ck}^{(2/3)}$)
 (3) $\sigma_t = -16 \text{ kff/cm}^2$ (上記(2)の60%)
 (引張を負とする)

繰り返し計算による M_c 算定結果 (床版幅1.125m当り)

			100%	75%	50%	25%	10%
床版自重曲げ	Md1	tf.m	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
後死荷重曲げ	Md2	tf.m	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
ケース (1)	M_c	tf.m	6.57	5.53	4.32	3.21	2.57
	ΣM	tf.m	7.44	6.40	5.19	4.08	3.44
ケース (2)	M_c	tf.m	7.42	6.38	5.17	4.06	3.45
	ΣM	tf.m	8.29	7.25	6.04	4.93	4.32
ケース (3)	M_c	tf.m	6.35	5.32	4.11	3.00	2.35
	ΣM	tf.m	7.22	6.19	4.98	3.87	3.22

12. 配力筋方向のRC床版の設計

$$x = -n(As+As')/b + \sqrt{((n(As+As')/b)^2 + 2n/b \cdot (d \cdot As + d' \cdot As'))}$$

$$\sigma_c = 2M / \{bx(d-x/3) + 2nAs'(x-d')(d-d')/x\}$$

$$\sigma_s = n \delta c(d-x)/x$$

				100%	75%	50%	25%	10%
鉄筋径	上面			D19	D19	D19	D19	D19
	下面			D19	D19	D19	D19	D19
断面積/本	上面		cm2	2.865	2.865	2.865	2.865	2.865
	下面		cm2	2.865	2.865	2.865	2.865	2.865
ピッチ	上面		cm	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
	下面		cm	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
距離	上面	ys _o '	cm	4.8	4.8	4.8	4.8	5.1
	下面	ys _u '	cm	18.2	18.2	18.2	18.2	18.0
鉄筋断面積	上面	As'	cm2	19.10	19.10	19.10	19.10	19.10
	下面	As	cm2	19.10	19.10	19.10	19.10	19.10
圧縮側かぶり		d'	cm	4.8	4.8	4.8	4.8	5.1
引張側有効高		d	cm	18.2	18.2	18.2	18.2	18.0
単位幅		b	cm	100	100	100	100	100
弾性係数比		n		15	15	15	15	15
中立軸		x	cm	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10
曲げモーメント		M	tf.m	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880
応力度	コンクリート	σ _c	kgf/cm2	42.0	42.0	42.0	42.0	43.6
	鉄筋	σ _s	kgf/cm2	984	984	984	984	1,000
許容値	コンクリート	σ _{ca}	kgf/cm2	167	167	167	167	167
	鉄筋	σ _{sa}	kgf/cm2	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
判 定				OK	OK	OK	OK	OK

(コンクリートは圧縮を正、引張鉄筋は引張を正)

(2) PRC50%供試体実験結果

- 1) 材料試験結果 (①コンクリート、②鉄筋、③PC鋼線)
- 2) 載荷回数と床版変位との関係
- 3) 載荷回数と床版ひずみとの関係
- 4) 載荷回数と鉄筋ひずみとの関係
- 5) 載荷回数とクラック幅との関係
- 6) 載荷回数とひび割れ密度との関係
- 7) CCDカメラによる床版下面ひび割れ状況の時系列変化
- 8) 最終ひび割れ状況
- 9) 実験終了後の切断面写真
- 10) 破壊前1時間挙動

1) 材料試験結果 (①コンクリート、②鉄筋、③P C鋼線)

コンクリート強度試験結果

供試体名：PRC1

試験材令：12/16, 材令 32日

実施時期：載荷試験前

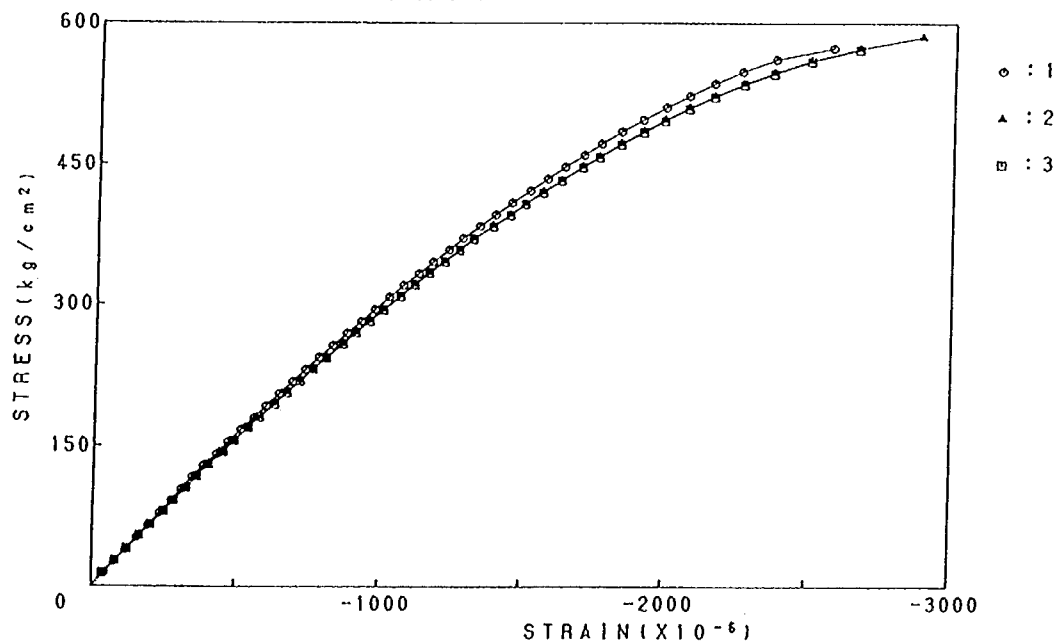
圧縮強度試験

番 号	直 径 (mm)	断面積 (cm ²)	最大荷重 (tonf)	圧縮強度 (kgf/cm ²)	静弾性係数 ($\times 10^5$ kg/d)	ポアソン比
1	99.98	78.51	45.11	575	3.19	0.202
2	100.10	78.70	46.04	585	3.04	0.201
3	100.25	78.93	45.84	581	3.04	0.201
平均値				580	3.09	0.201

引張強度試験

番 号	直 径 (mm)	長 さ (mm)	最大荷重 (tonf)	引張強度 (kgf/cm ²)	備 考
1	100.13	195.60	9.35	30.39	
2	100.05	195.83	9.07	29.47	
3	100.10	184.88	9.15	29.86	
平均値				29.9	

P R C 1



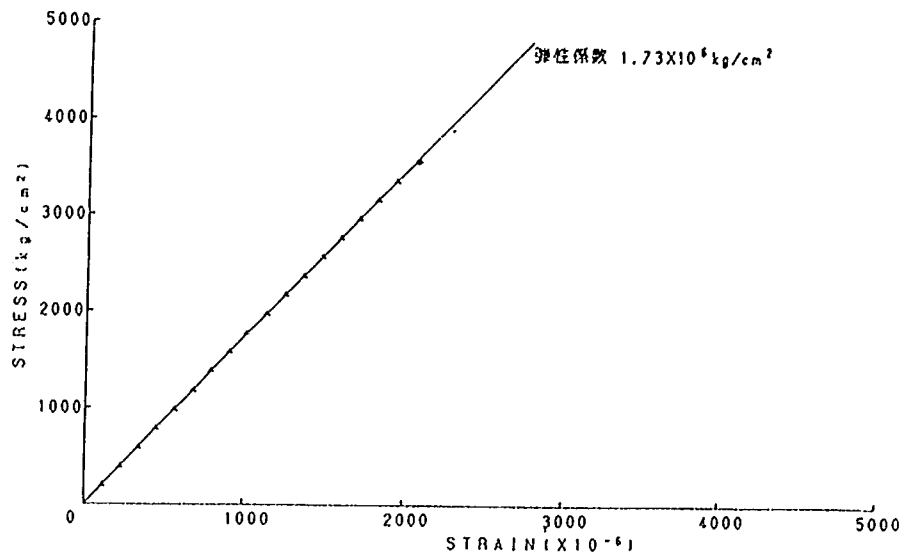
コンクリート圧縮応力－ひずみ線図

鉄筋の引張強度試験結果

* P R C 床版

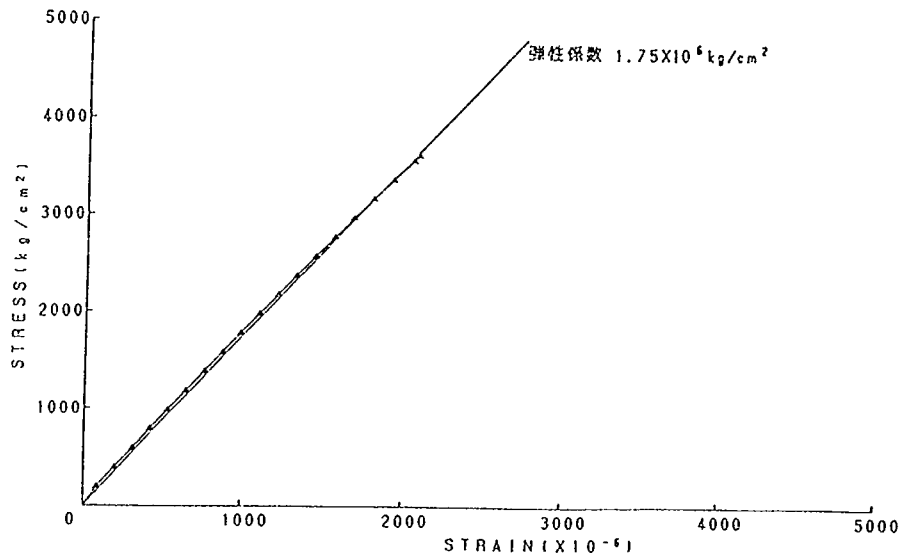
鉄筋の種類	降伏荷重	最大荷重	降伏点応力	降伏点ひずみ	引張強さ	終点距離(m)		伸び	公称断面積
	(tf)	(tf)	(kg/d)	$\times 10^{-6}$	(kg/d)	試験前	試験後	(%)	(d)
D13-1	4.52	6.75	3567	2077	5328	104.30	124.20	19.1	
-2	4.57	6.77	3607	2078	5343	104.95	126.30	20.3	1.267
-3	4.53	6.68	3575	2083	5272	104.75	123.80	18.2	
平均値	—	—	3583	2079	5314	—	—		
D19-1	10.12	15.52	3532	1978	5417	153.50	184.30	19.9	
-2	10.35	15.64	3613	—	5459	152.20	183.90	20.8	2.865
-3	10.34	15.54	3609	1950	5424	152.10	183.40	20.6	
平均値	—	—	3585	1964	5433	—	—		
PC -1		25.30							
2		25.50							
3		25.70							
平均値		25.50							

D13-1



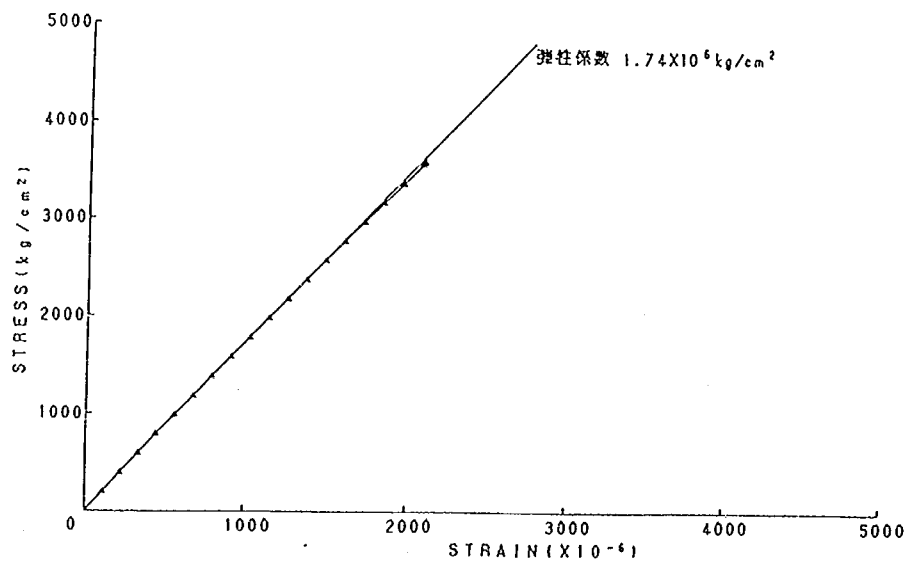
鉄筋引張応力-ひずみ線図

D13-2



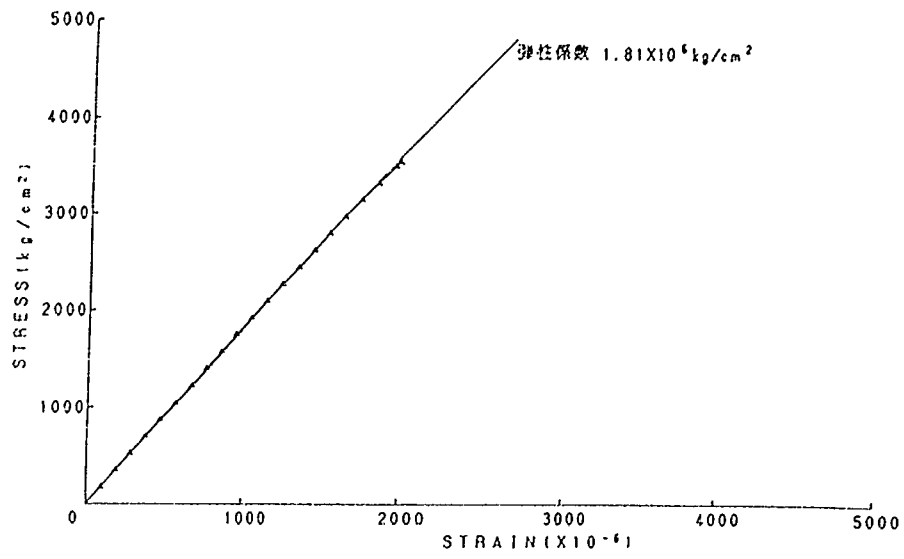
鉄筋引張応力-ひずみ線図

D13-3



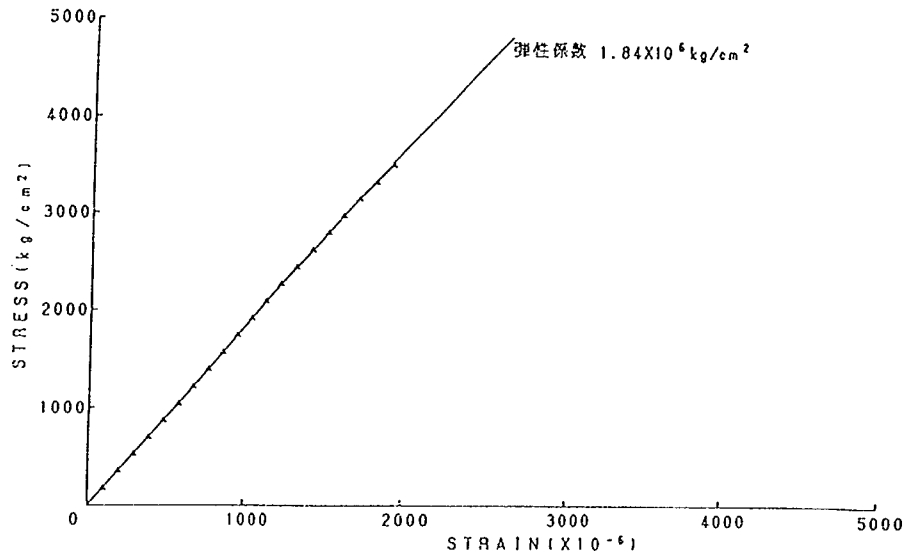
鉄筋引張応力-ひずみ線図

D19-1



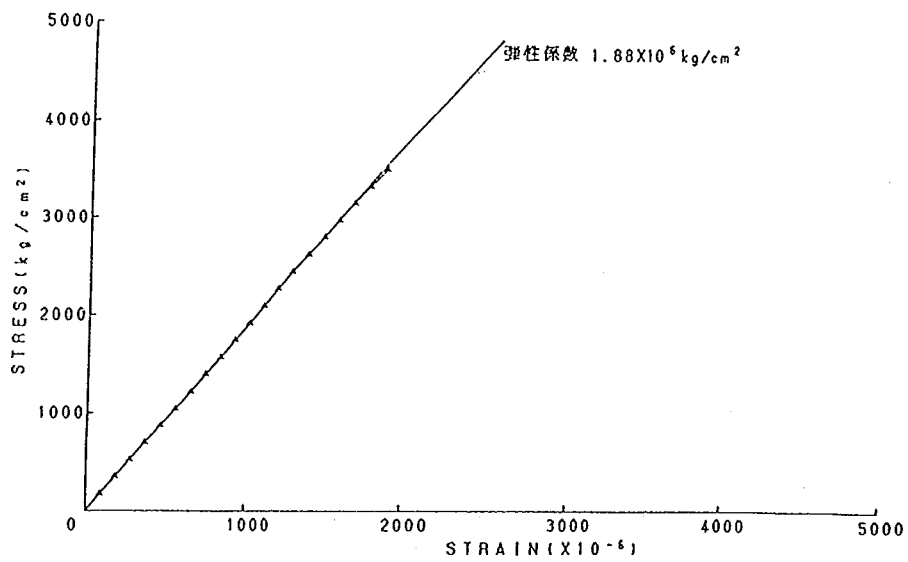
鉄筋引張応力-ひずみ線図

D19-2



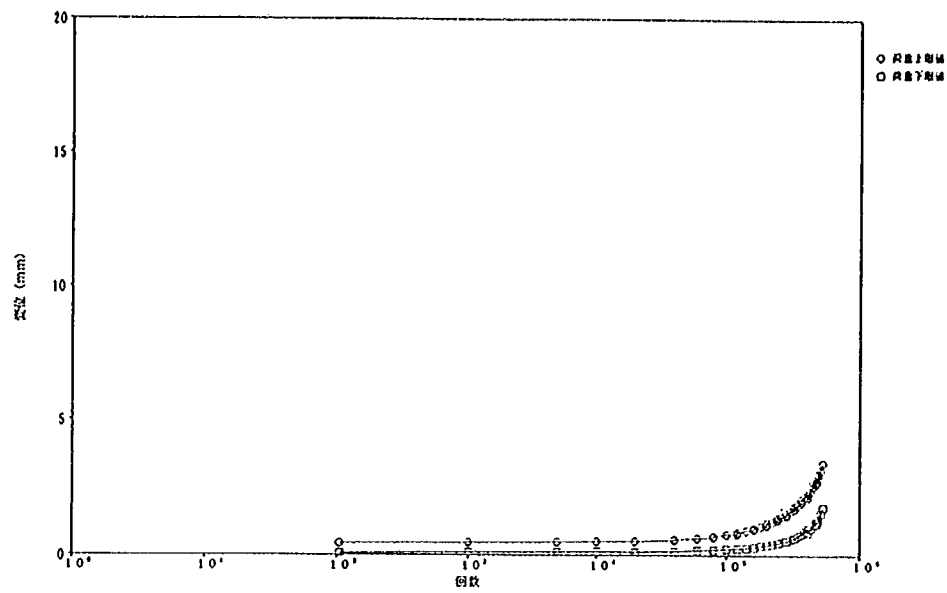
鉄筋引張応力-ひずみ線図

D19-3

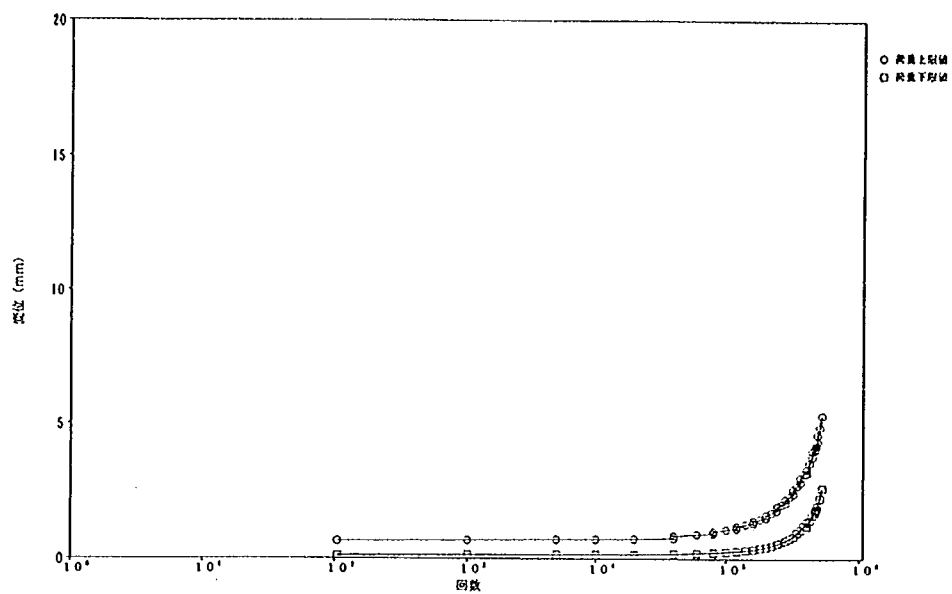


鉄筋引張応力-ひずみ線図

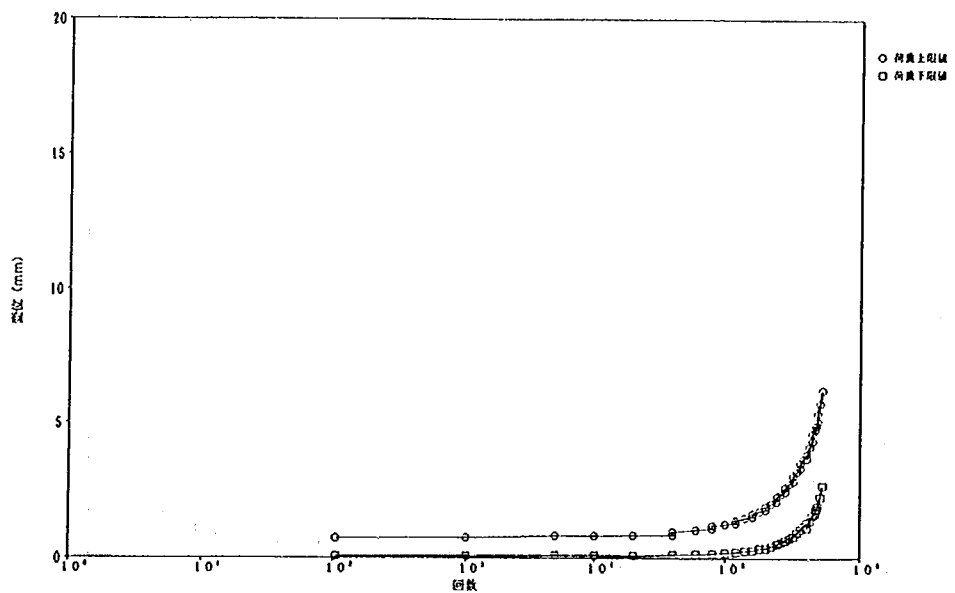
2) 載荷回数と床版変位との関係



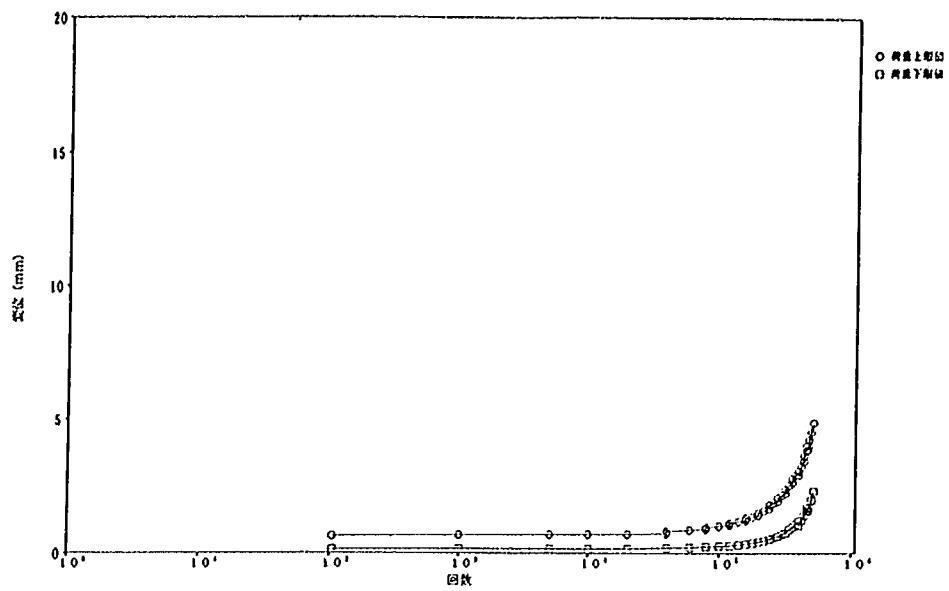
PRC-1 供試体の静的 (動的データ) : 変位 (D-1)



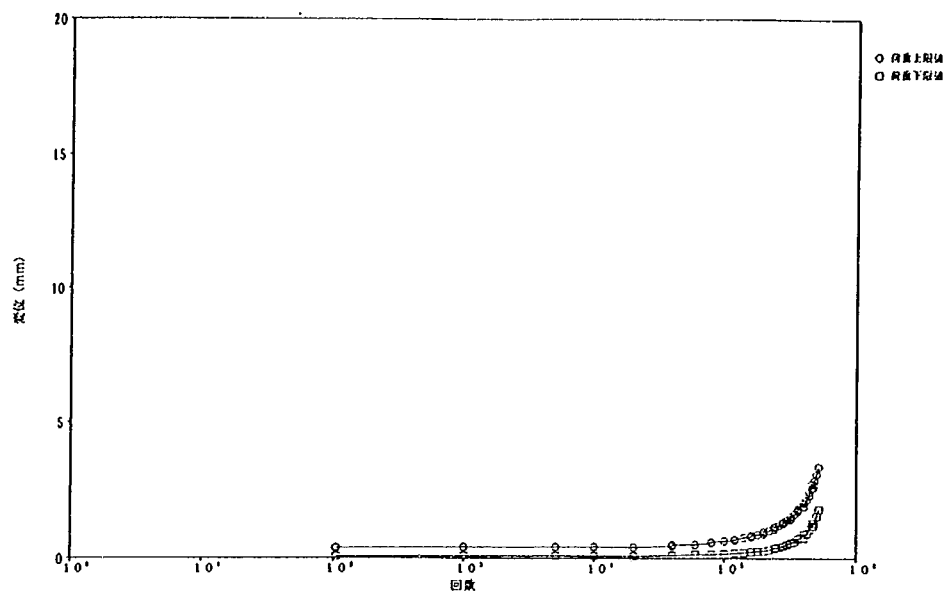
PRC-1 供試体の静的 (静的データ) : 変位 (D-2)



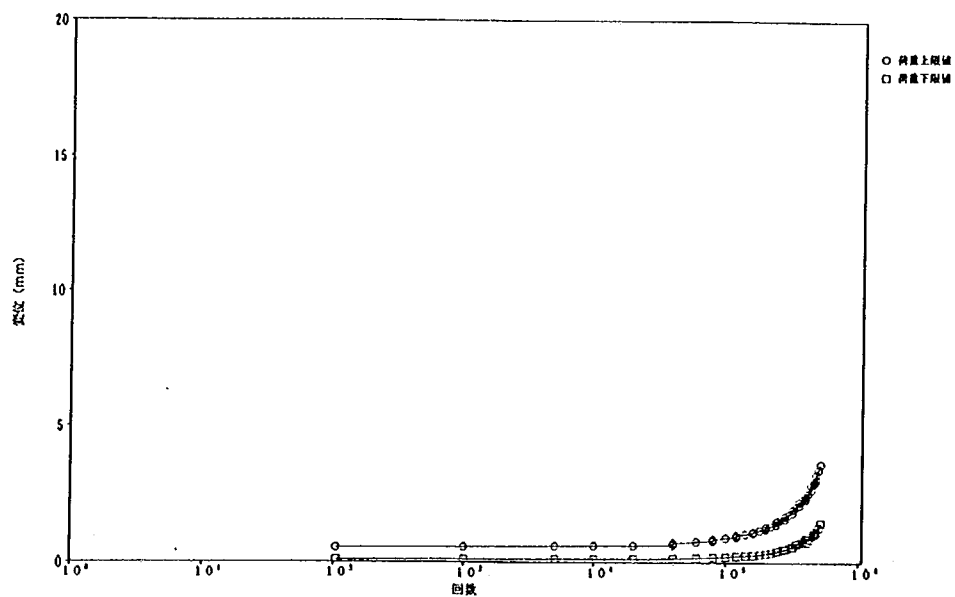
PRC-1 供試体の静的 (動的データ) : 変位 (D-3)



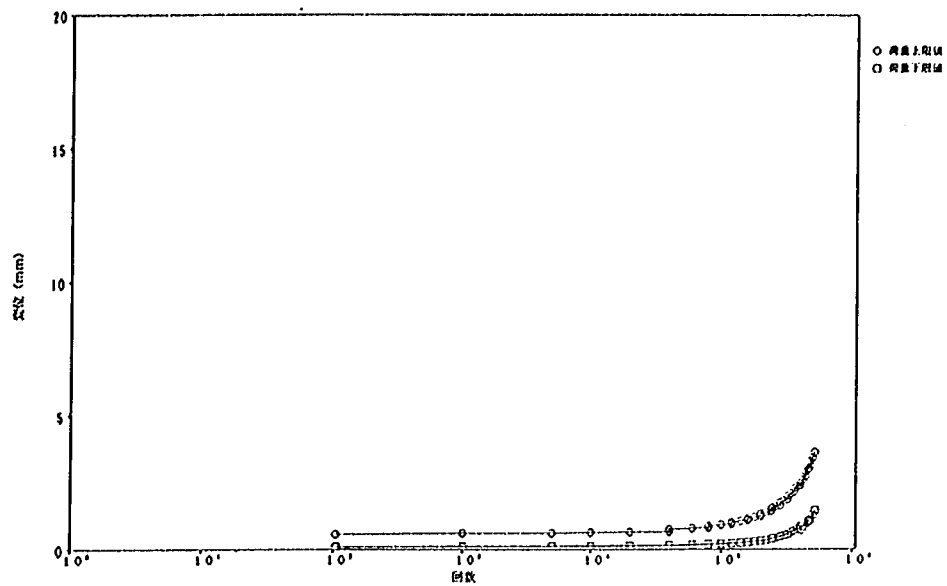
PRC-1 供試体の静的 (静的データ) : 変位 (D-4)



PRC-1 供試体の静的 (動的データ) : 変位 (D-5)

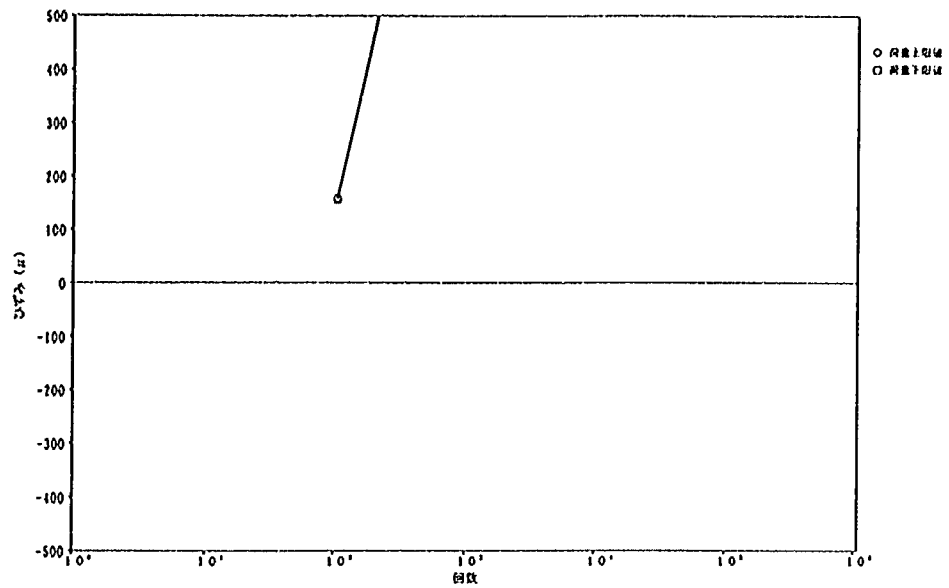


PRC-1 供試体の静的 (静的データ) : 変位 (D-6)

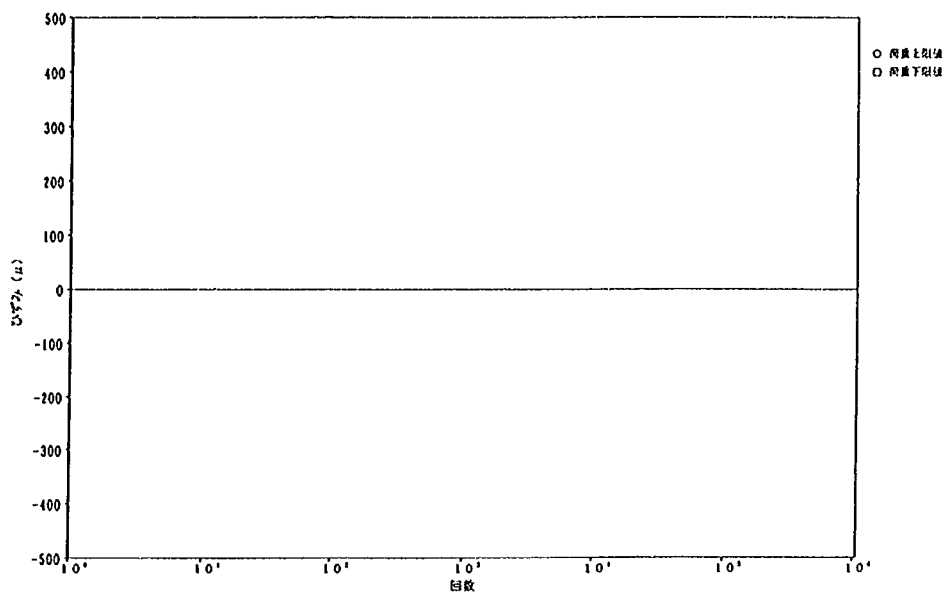


PRC-1 供試体の静的 (静的データ) : 変位 (D-7)

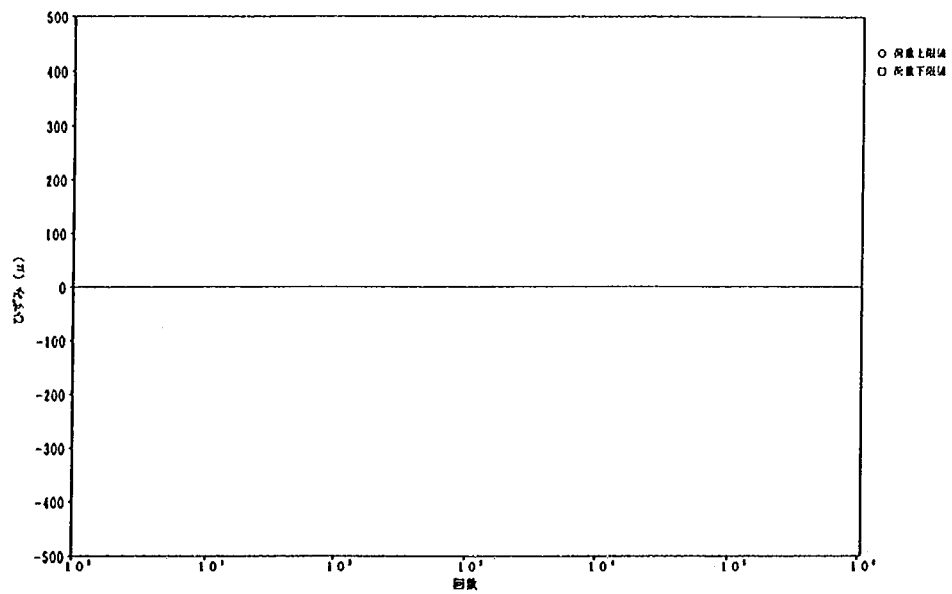
3) 載荷回数と床版ひずみとの関係



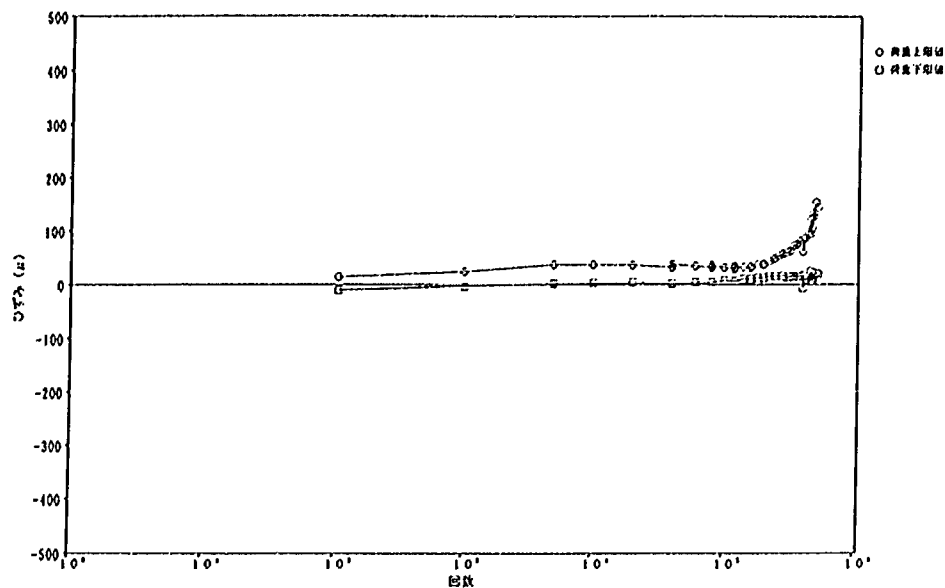
PRC-1 供試体の静的（静的データ）：コンクリートひずみ（E1）



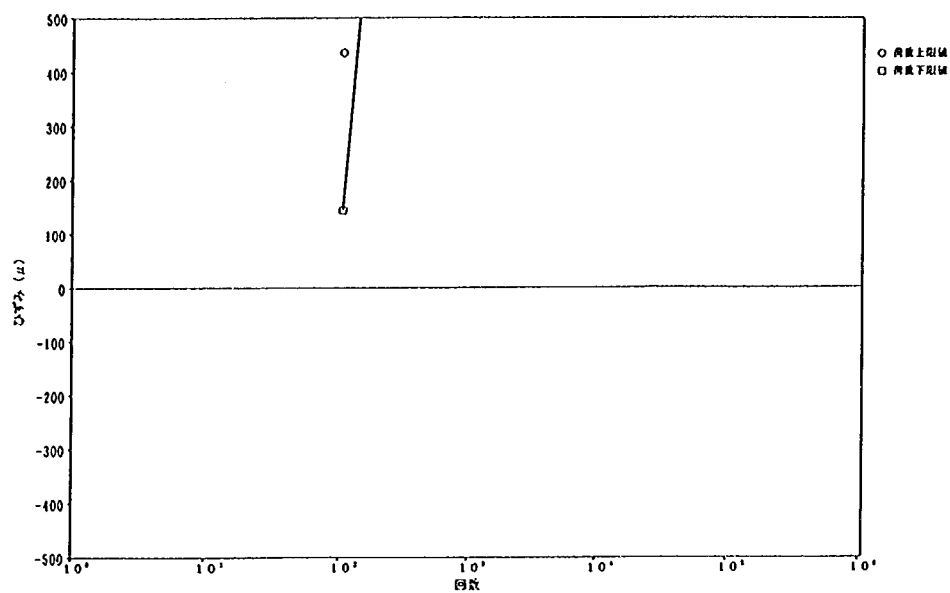
PRC-1 供試体の静的（静的データ）：コンクリートひずみ（E2）



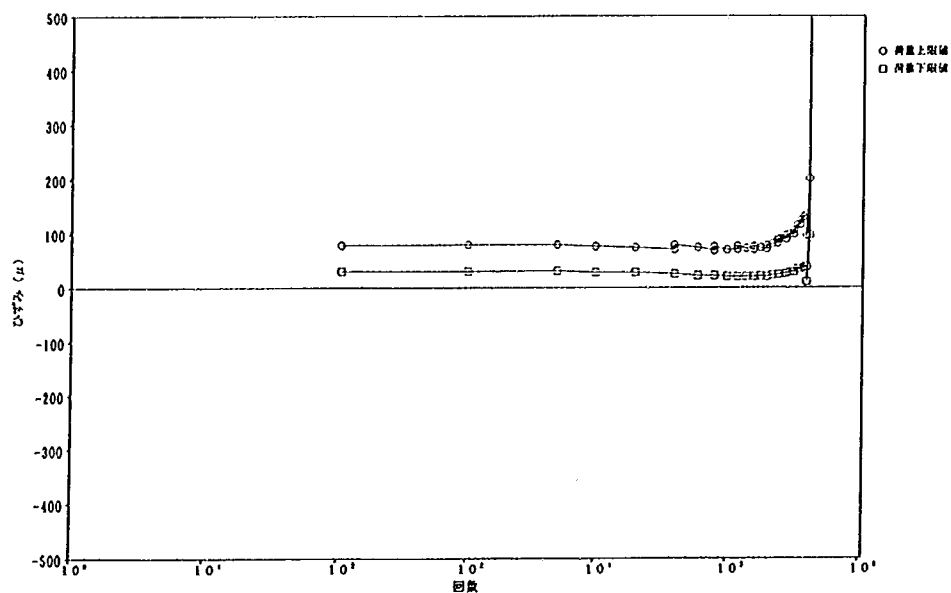
PRC-1 供試体の静的（静的データ）：コンクリートひずみ（E3）



PRC-1 供試体の静的（静的データ）：コンクリートひずみ（E4）



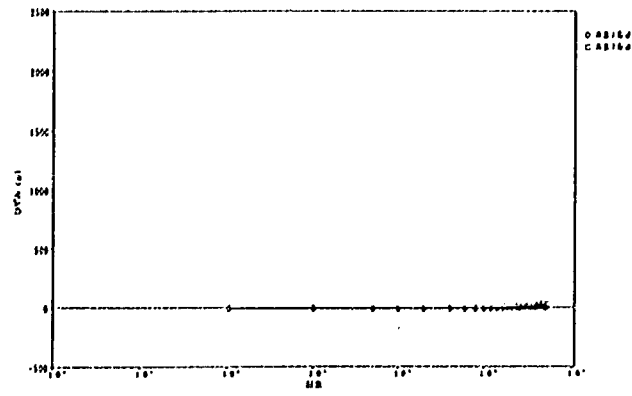
PRC-1 供試体の静的（静的データ）：コンクリートひずみ（E5）



PRC-1 供試体の静的（静的データ）：コンクリートひずみ（E6）

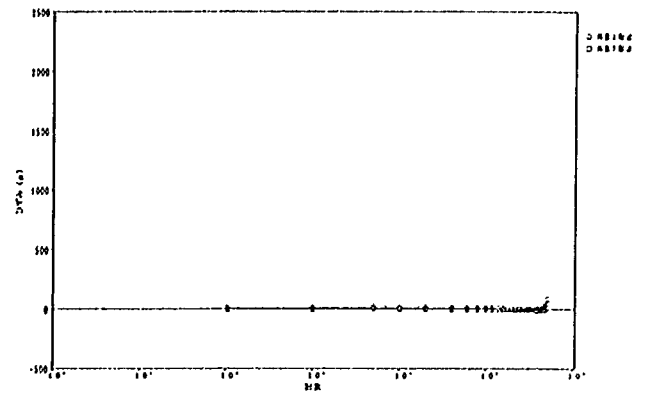
4) 載荷回数と鉄筋ひずみとの関係

上側鉄筋

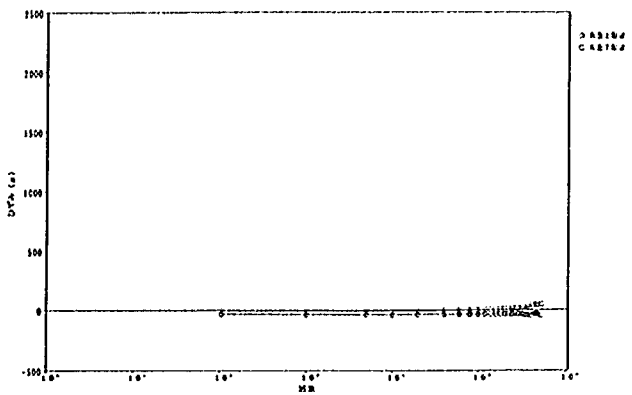


PRC-1鋼鉄体の静的(静的データ): 主鉄筋ひずみ (上側TA1)

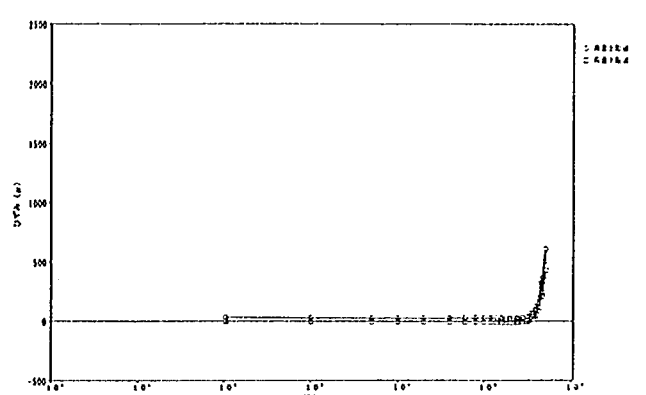
下側鉄筋



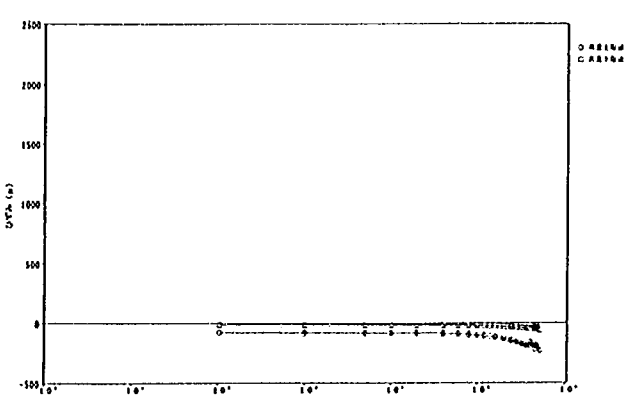
PRC-1鋼鉄体の静的(静的データ): 主鉄筋ひずみ (下側TA1)



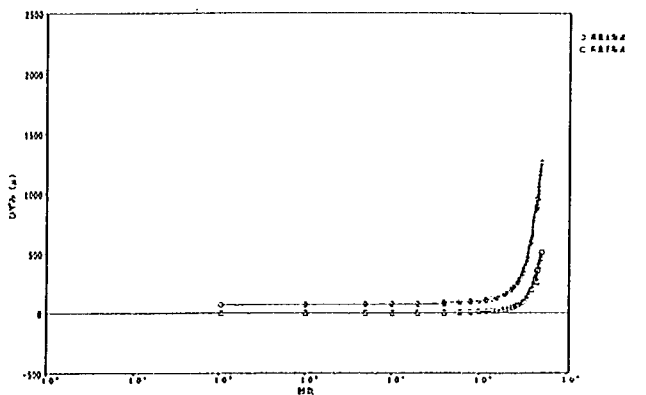
PRC-1鋼鉄体の静的(静的データ): 主鉄筋ひずみ (上側TA2)



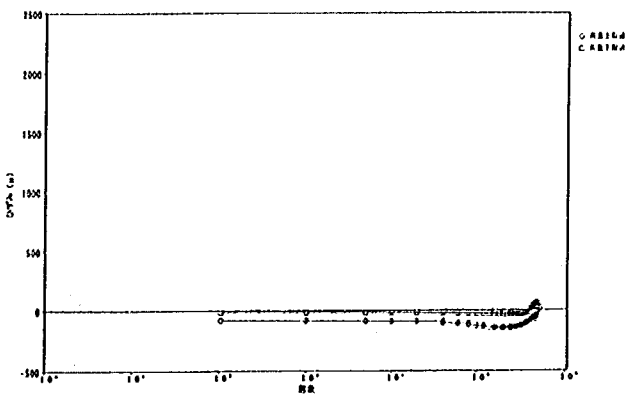
PRC-1鋼鉄体の静的(静的データ): 主鉄筋ひずみ (下側TA2)



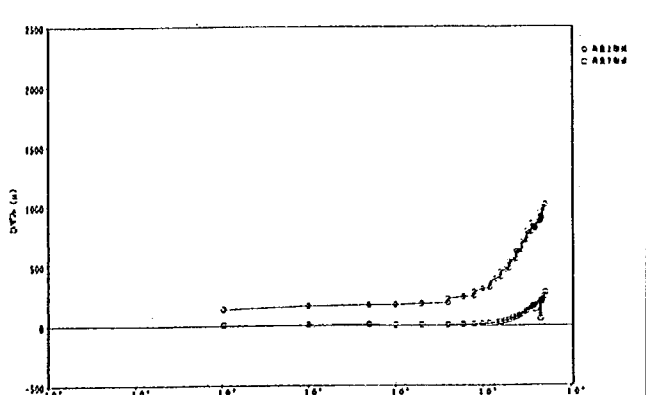
PRC-1鋼鉄体の静的(静的データ): 主鉄筋ひずみ (上側TA3)



PRC-1鋼鉄体の静的(静的データ): 主鉄筋ひずみ (下側TA3)



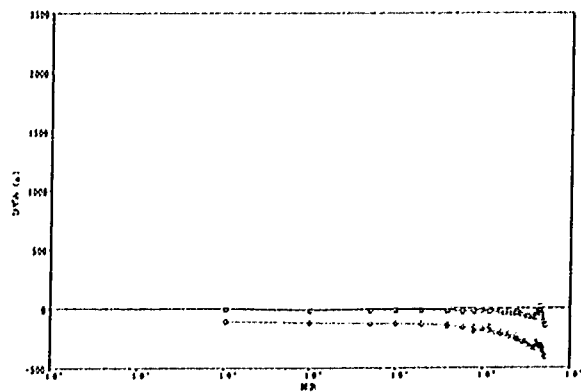
PRC-1鋼鉄体の静的(静的データ): 主鉄筋ひずみ (上側TA4)



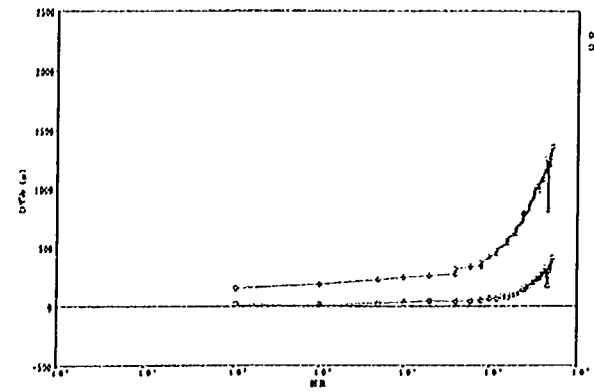
PRC-1鋼鉄体の静的(静的データ): 主鉄筋ひずみ (下側TA4)

上側鉄筋

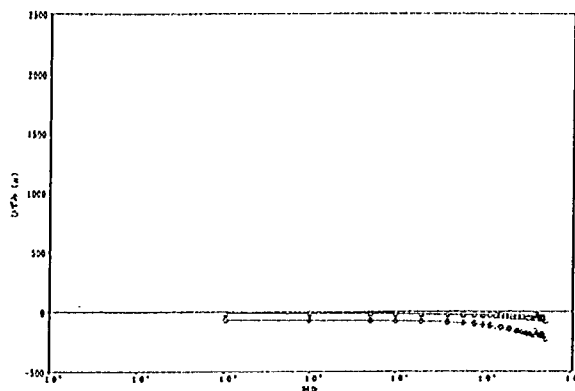
下側鉄筋



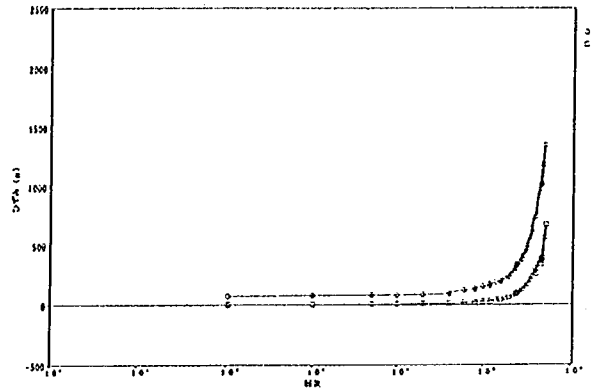
PRC-1鋼鉄体の静的(静的データ) : 主筋筋 (上側TA-5)



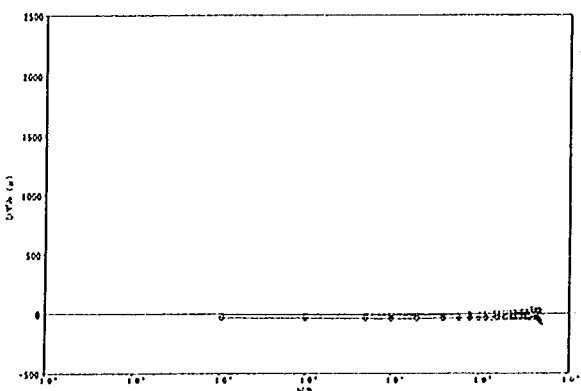
PRC-1鋼鉄体の静的(静的データ) : 主筋筋 (下側BA-5)



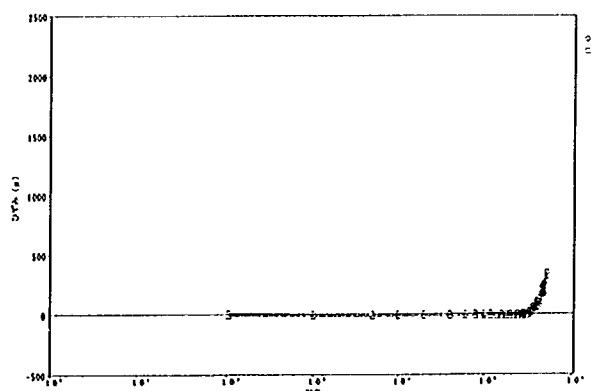
PRC-1鋼鉄体の静的(静的データ) : 主筋筋ひずみ (上側TA-6)



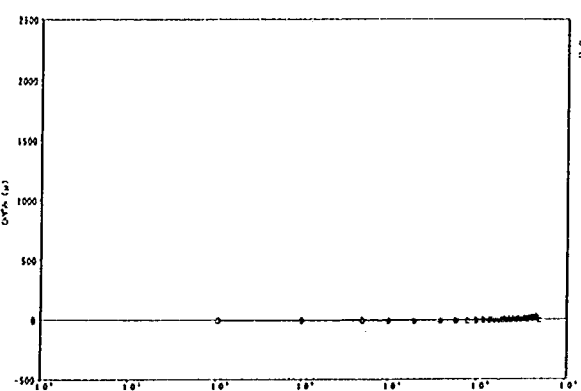
PRC-1鋼鉄体の静的(静的データ) : 主筋筋ひずみ (下側BA-6)



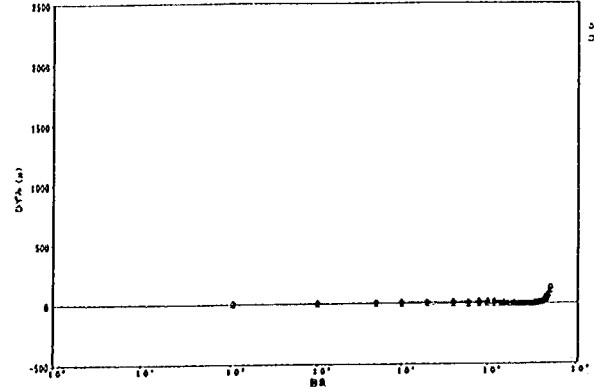
PRC-1鋼鉄体の静的(静的データ) : 主筋筋ひずみ (上側TA-7)



PRC-1鋼鉄体の静的(静的データ) : 主筋筋ひずみ (下側BA-7)

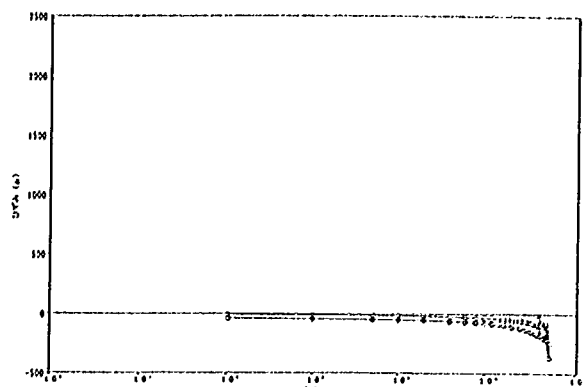


PRC-1鋼鉄体の静的(静的データ) : 主筋筋ひずみ (上側TA-8)



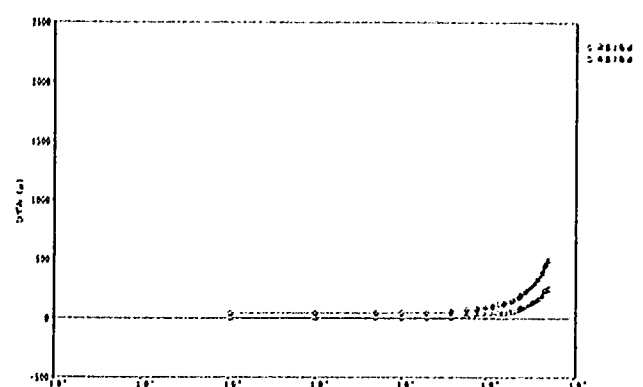
PRC-1鋼鉄体の静的(静的データ) : 主筋筋ひずみ (下側BA-8)

上側鉄筋

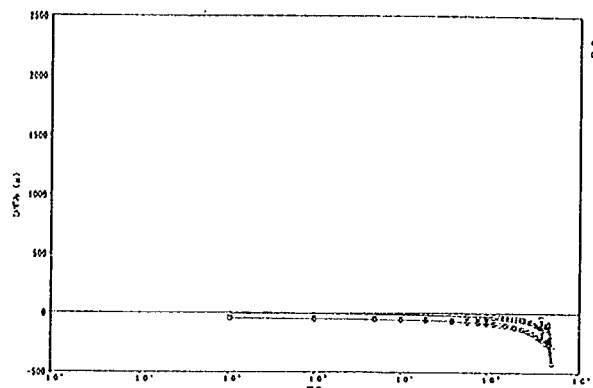


PRC-1鉄筋体の動的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (LBTB1)

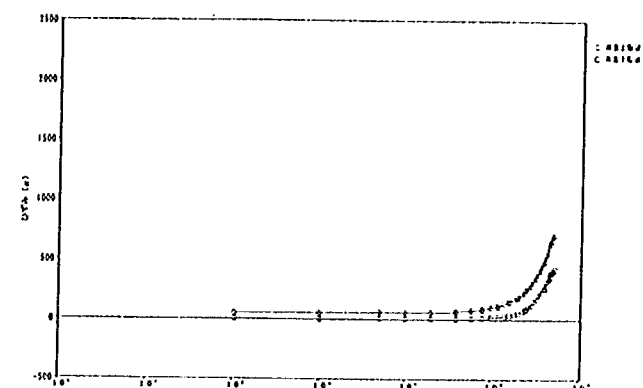
下側鉄筋



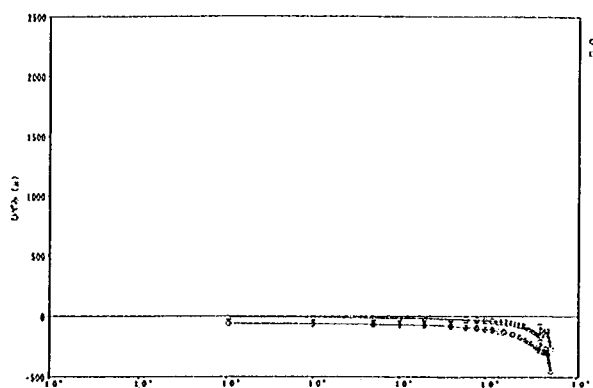
PRC-1鉄筋体の動的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (FBB1)



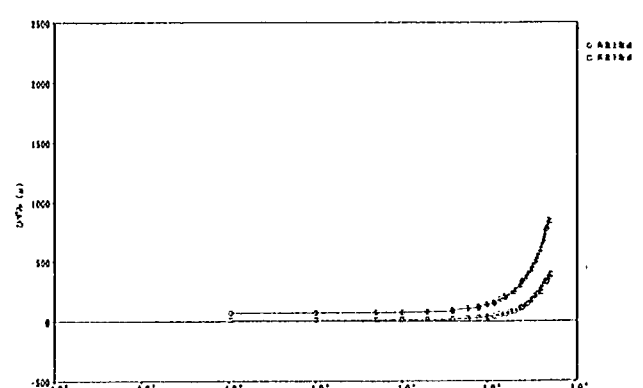
PRC-1鉄筋体の動的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (LBTB2)



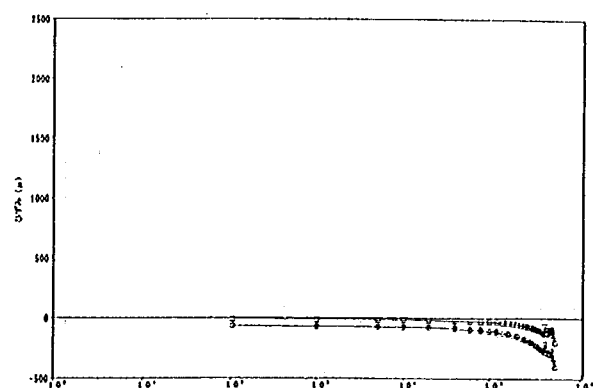
PRC-1鉄筋体の動的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (FBB2)



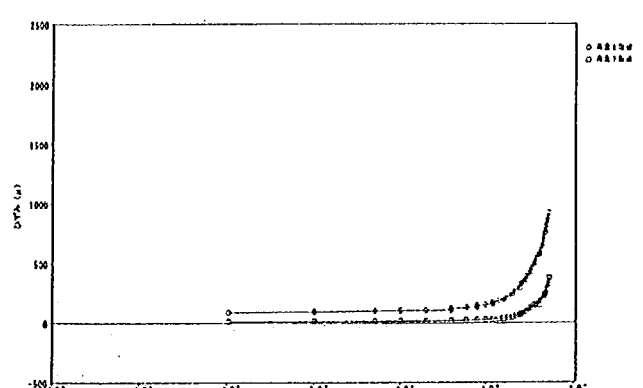
PRC-1鉄筋体の動的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (LBTB3)



PRC-1鉄筋体の動的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (FBB3)



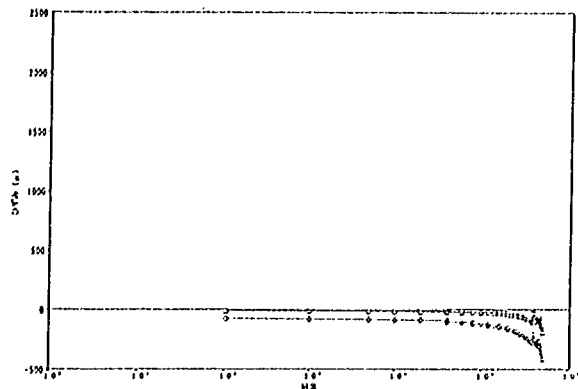
PRC-1鉄筋体の動的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (LBTB4)



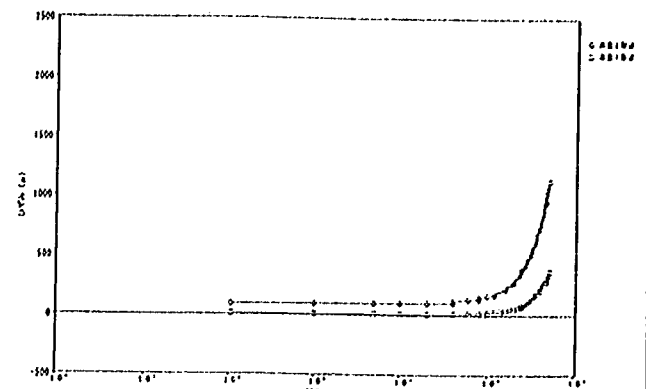
PRC-1鉄筋体の動的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (FBB4)

上側鉄筋

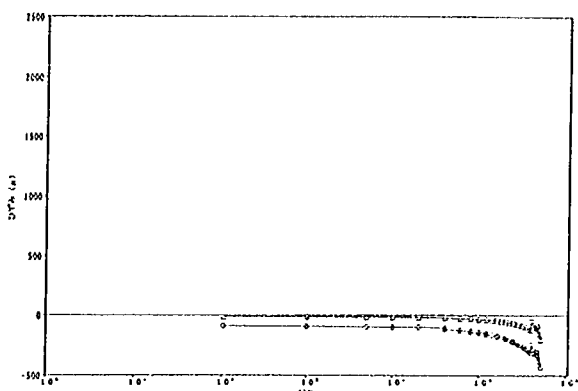
下側鉄筋



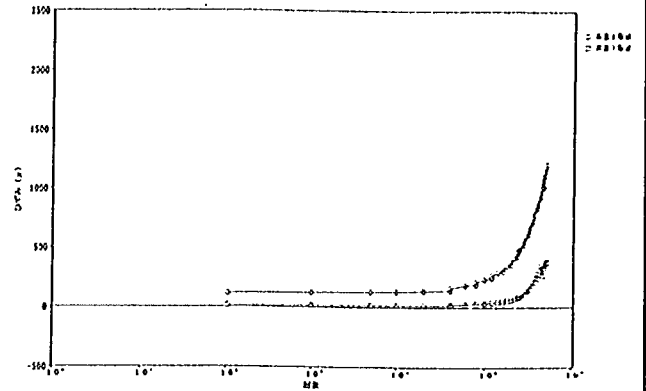
PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側TDB5)



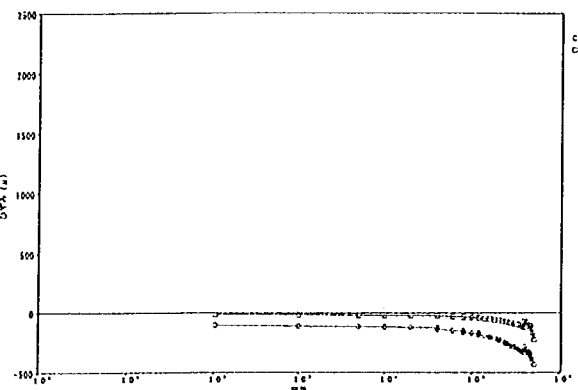
PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側TDB5)



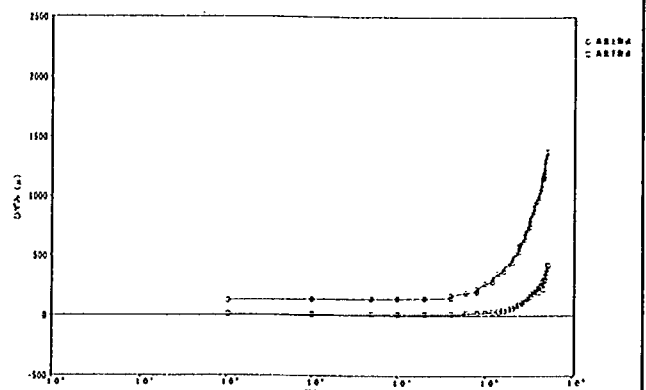
PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側TDB6)



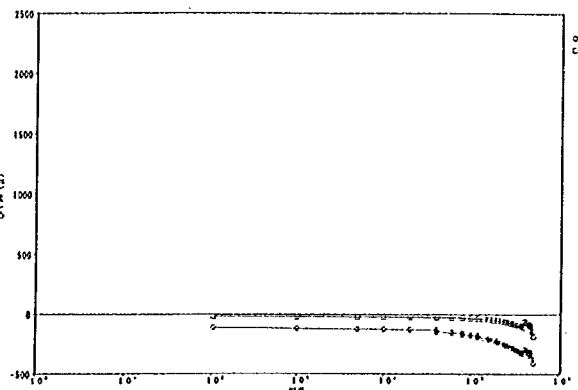
PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側TDB6)



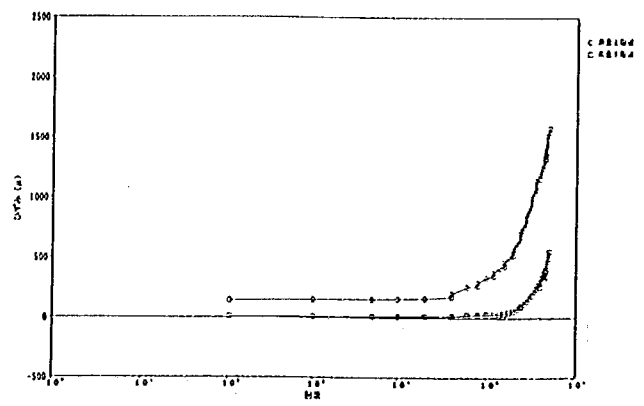
PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側TDB7)



PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側TDB7)



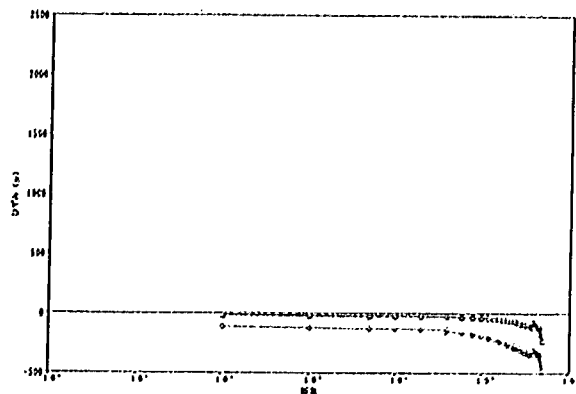
PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側TDB8)



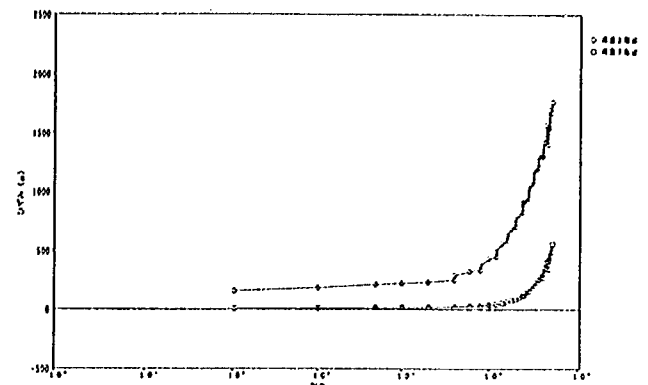
PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側TDB8)

上側鉄筋

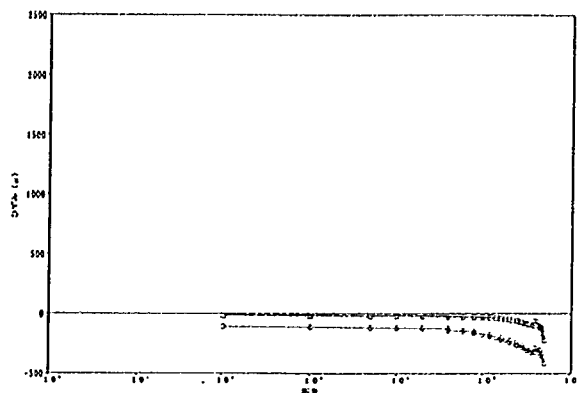
下側鉄筋



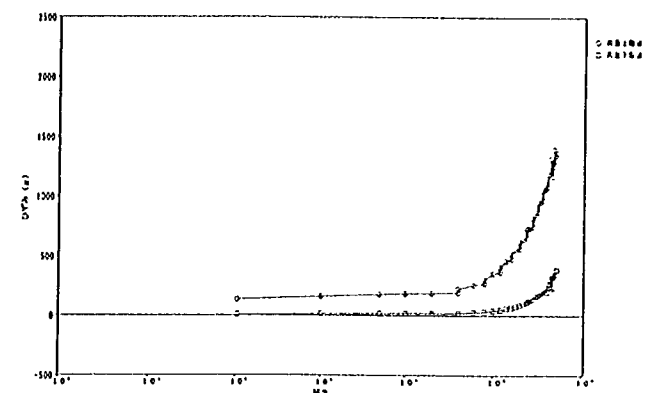
PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側TBB9)



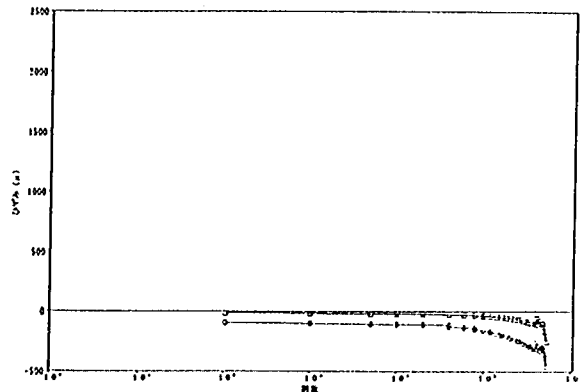
PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側TBB9)



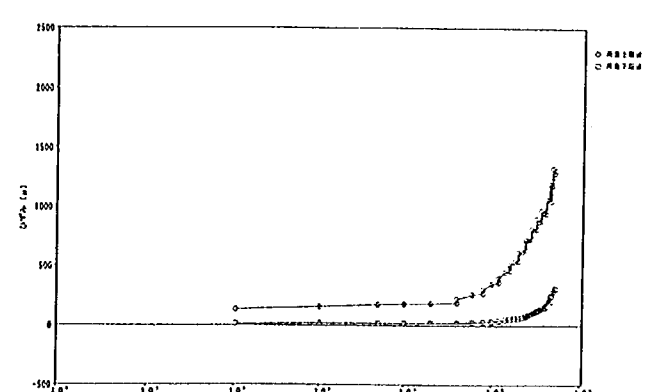
PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側TBB10)



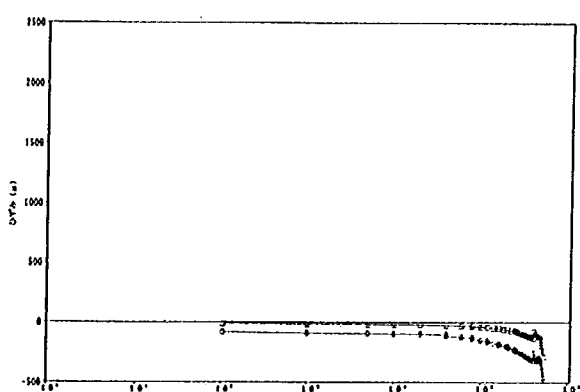
PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側TBB10)



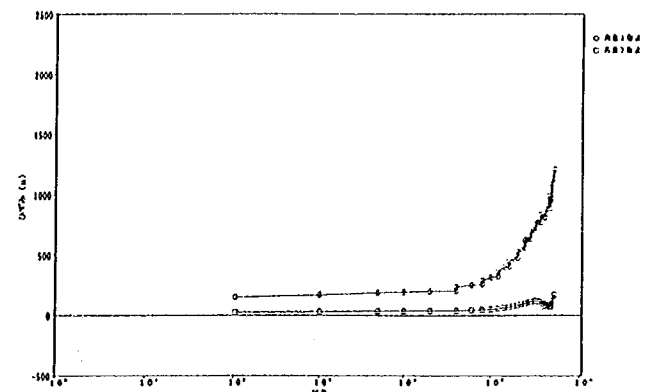
PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側TBB11)



PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側TBB11)

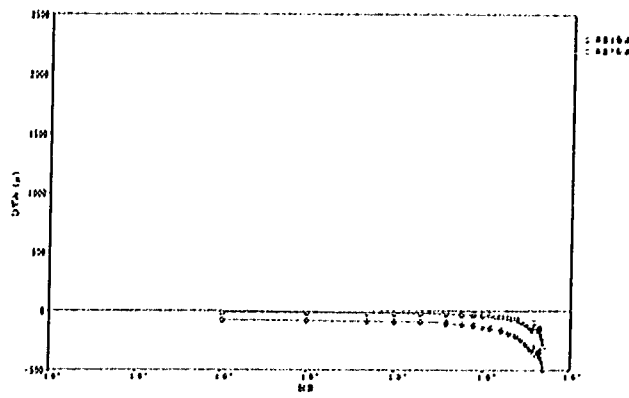


PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側TBB12)



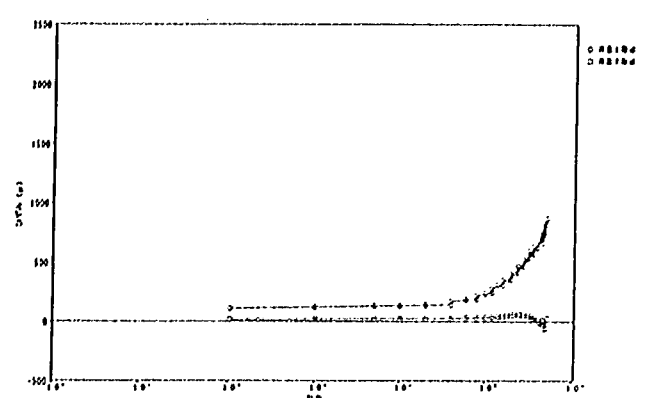
PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側TBB12)

上側鉄筋

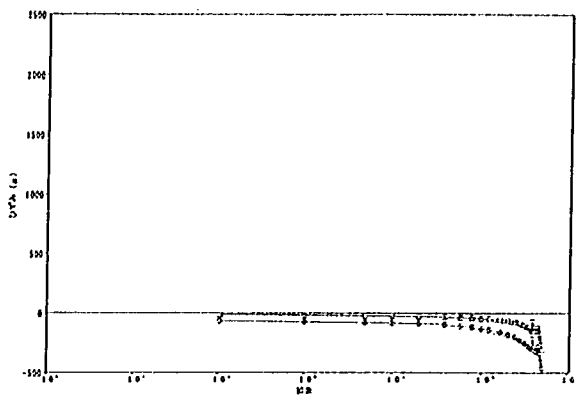


PRC-1鉄筋の振動 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側BB13)

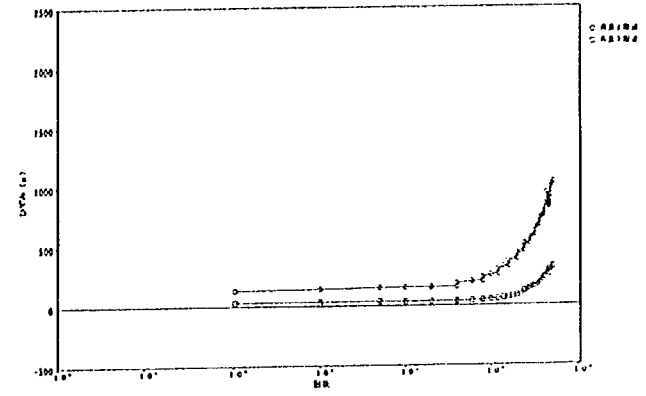
下側鉄筋



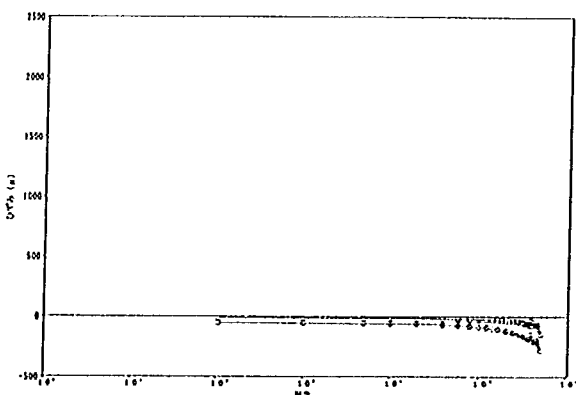
PRC-1鉄筋の振動 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側BB13)



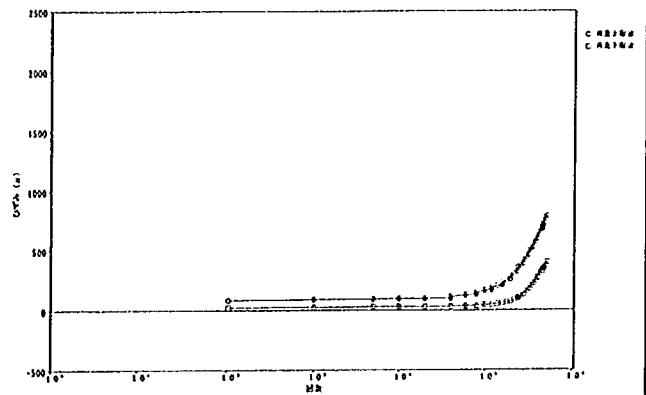
PRC-1鉄筋の振動 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側BB14)



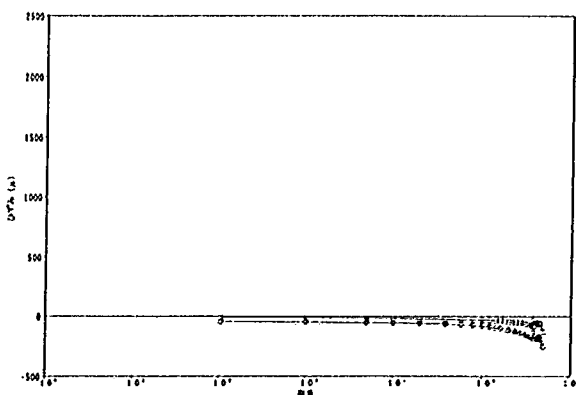
PRC-1鉄筋の振動 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側BB14)



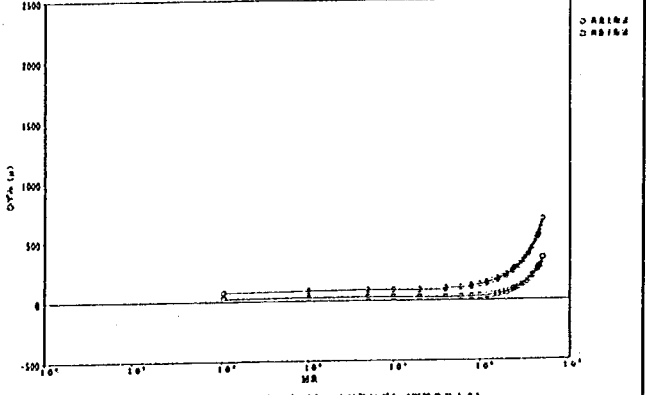
PRC-1鉄筋の振動 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側BB15)



PRC-1鉄筋の振動 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側BB15)

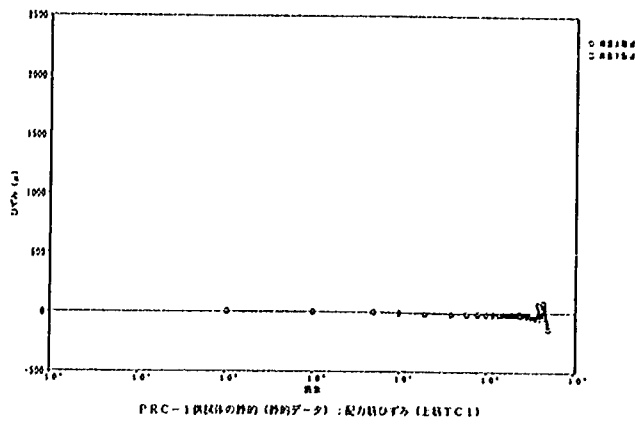


PRC-1鉄筋の振動 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側BB16)

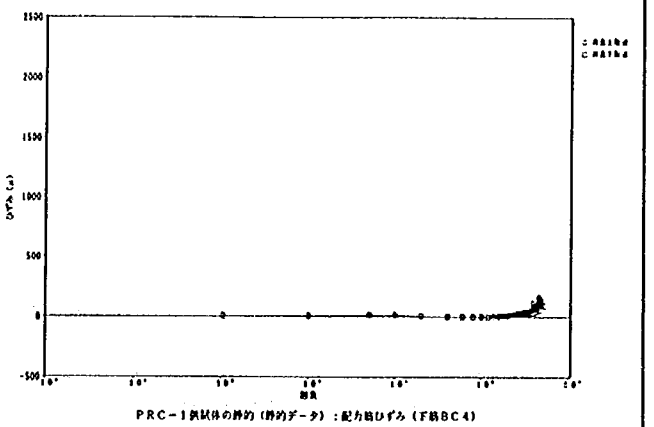
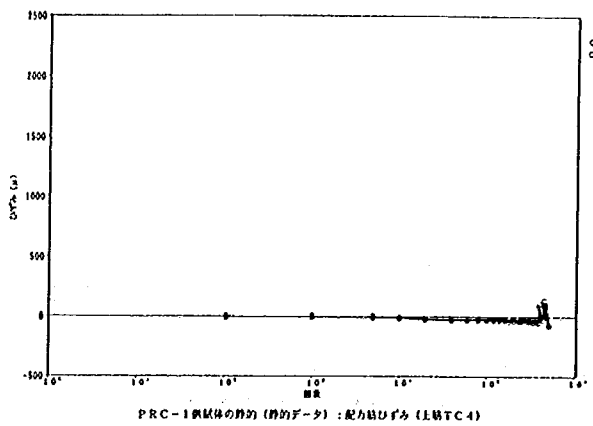
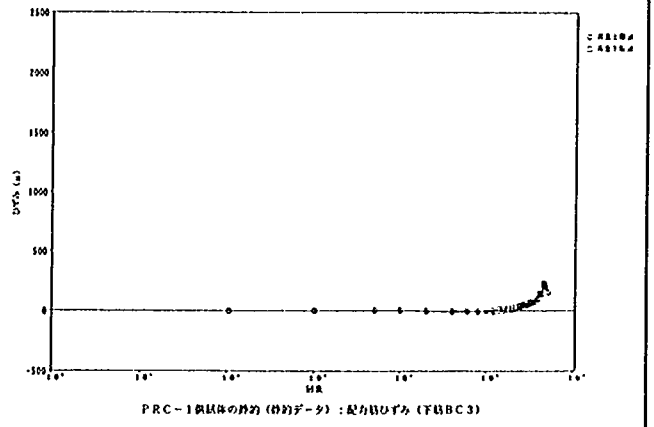
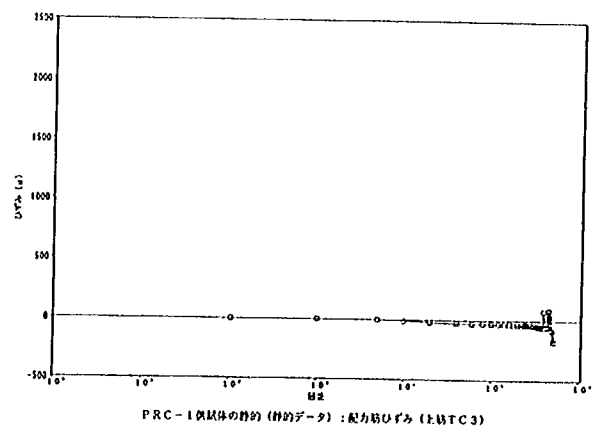
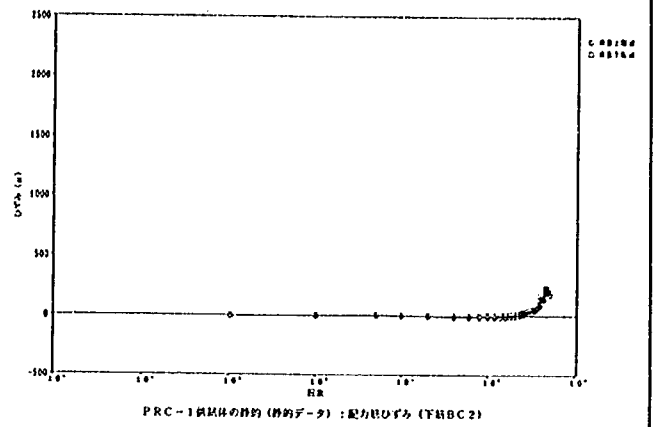
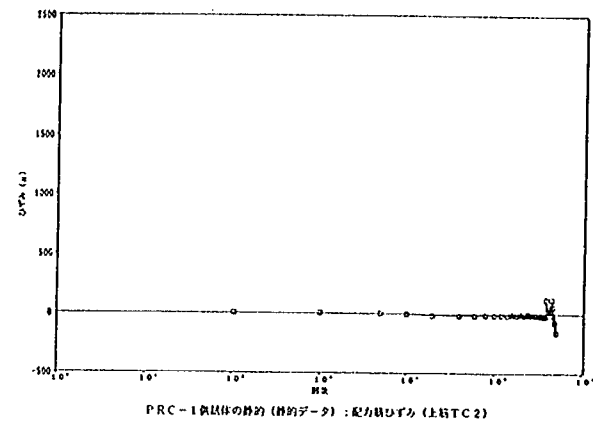
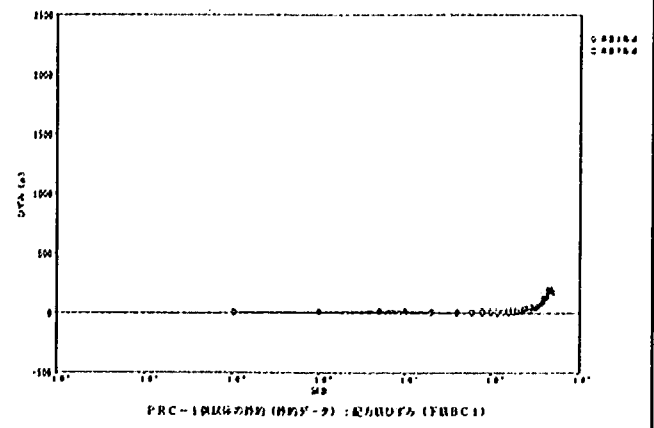


PRC-1鉄筋の振動 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側BB16)

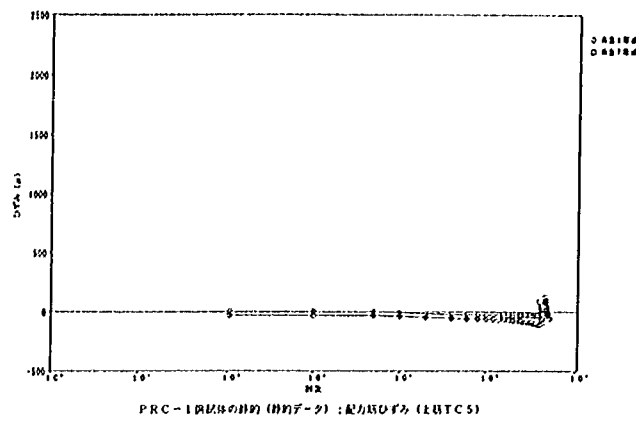
上側鉄筋



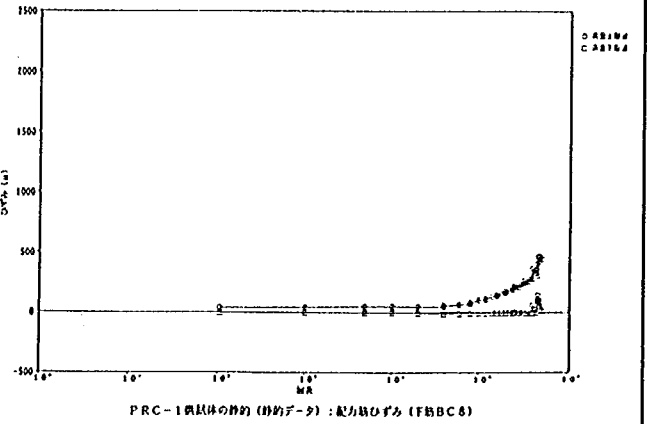
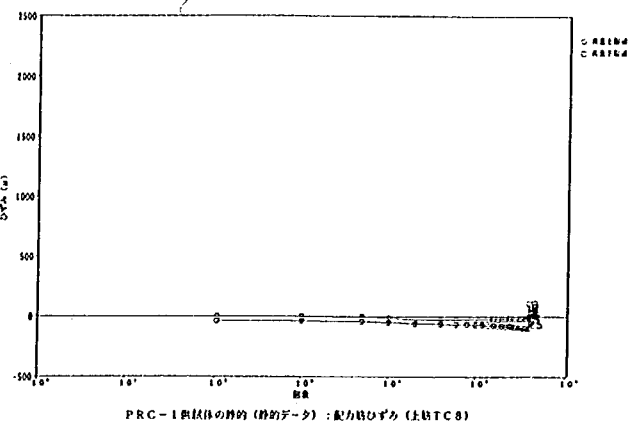
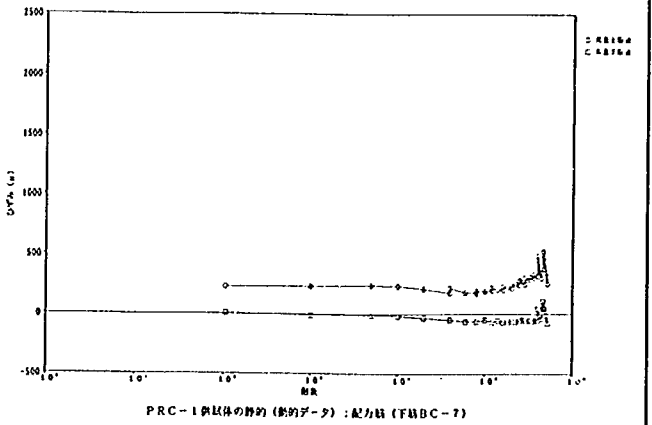
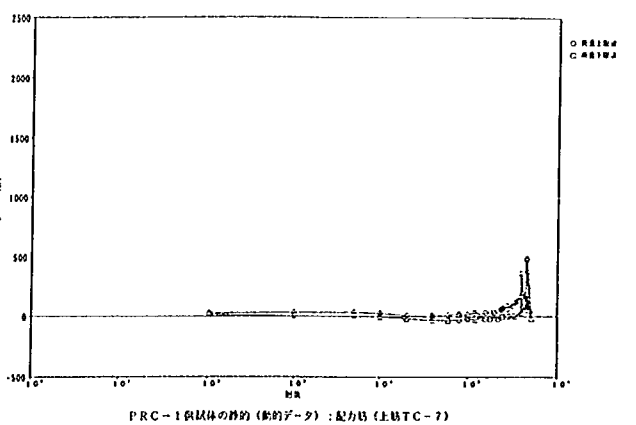
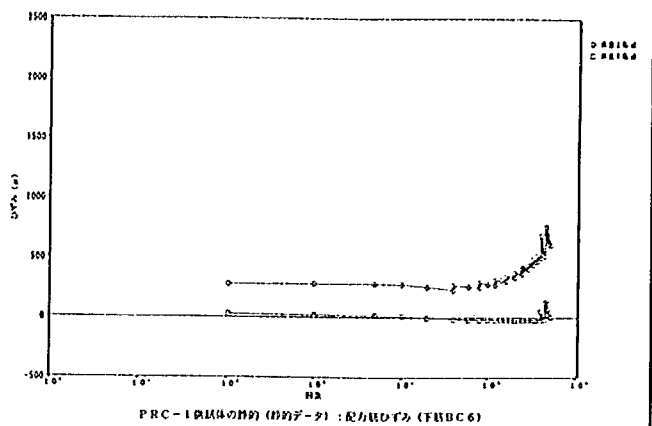
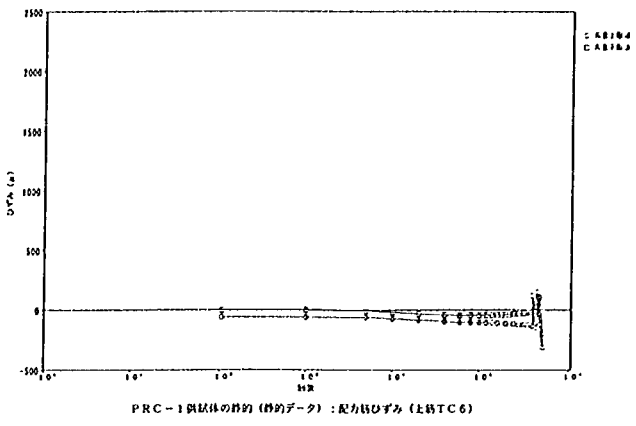
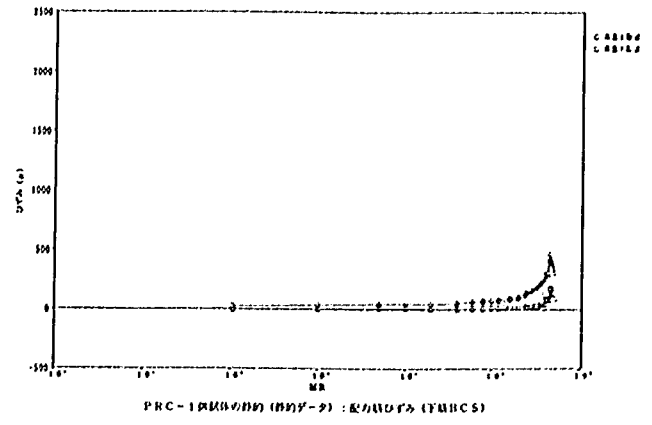
下側鉄筋



上側鉄筋

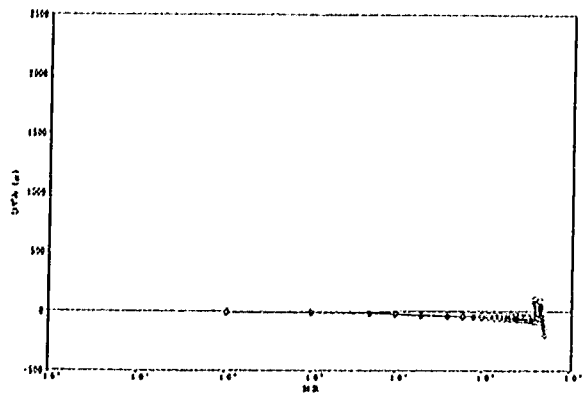


下側鉄筋

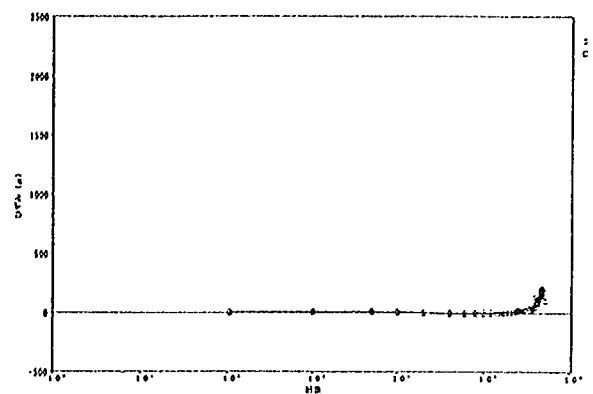


上側鉄筋

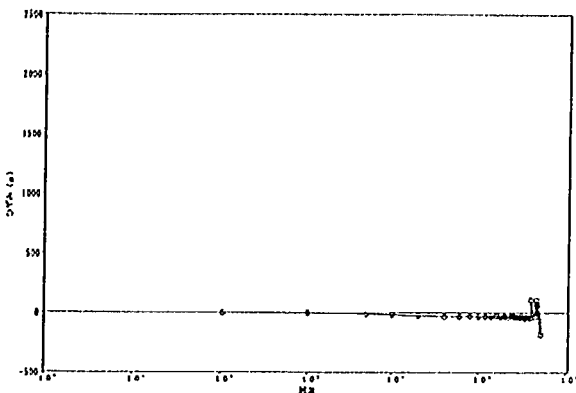
下側鉄筋



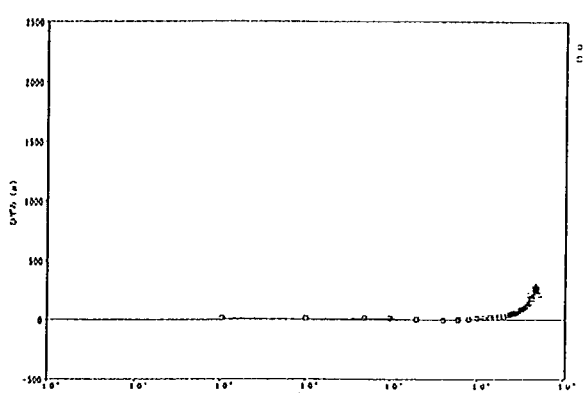
PRC-1鉄筋体の静的(静的データ):配力値ひずみ(上側TC9)



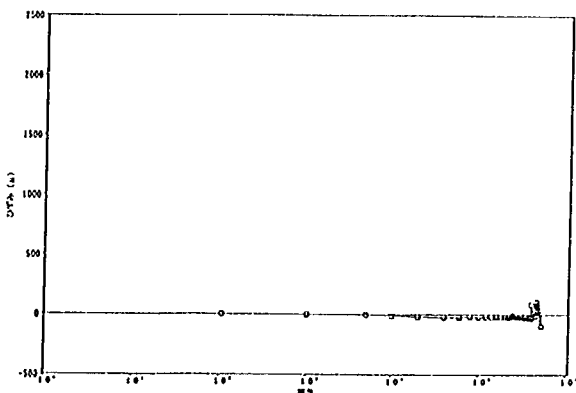
PRC-1鉄筋体の静的(静的データ):配力値ひずみ(下側BC9)



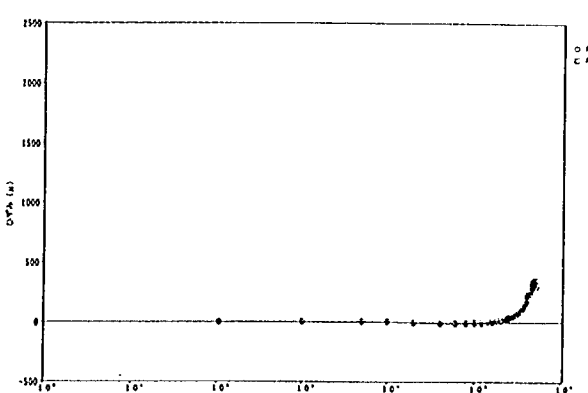
PRC-1鉄筋体の静的(静的データ):配力値ひずみ(上側TC10)



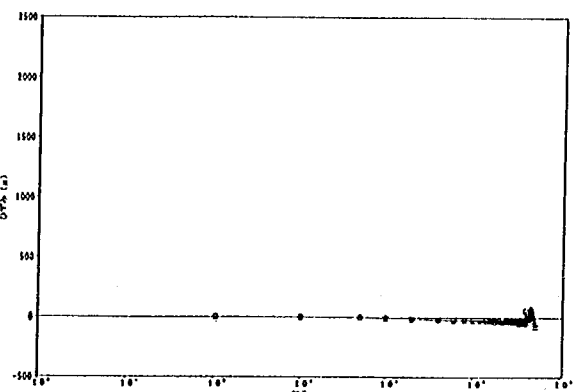
PRC-1鉄筋体の静的(静的データ):配力値ひずみ(下側BC10)



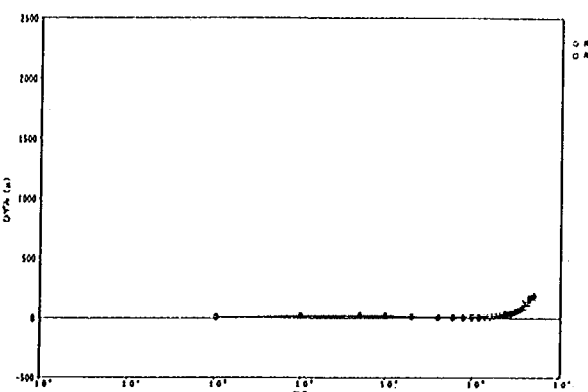
PRC-1鉄筋体の静的(静的データ):配力値ひずみ(上側TC11)



PRC-1鉄筋体の静的(静的データ):配力値ひずみ(下側BC11)

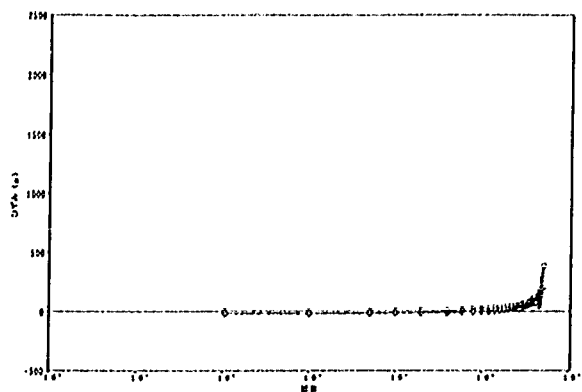


PRC-1鉄筋体の静的(静的データ):配力値ひずみ(上側TC12)



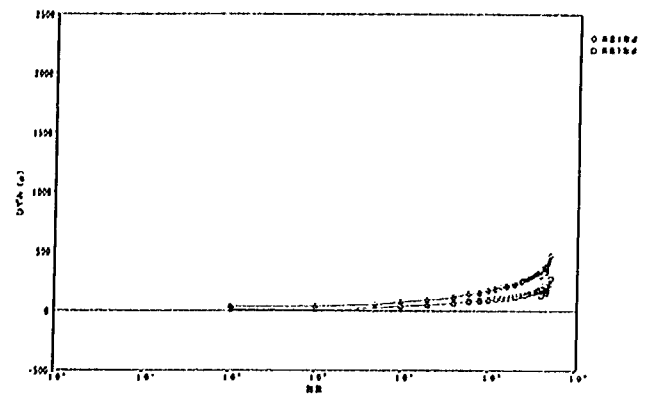
PRC-1鉄筋体の静的(静的データ):配力値ひずみ(下側BC12)

上側鉄筋

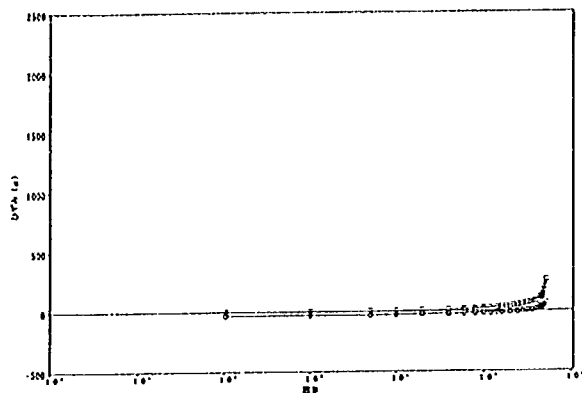


PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 配力値ひずみ (上側TD1)

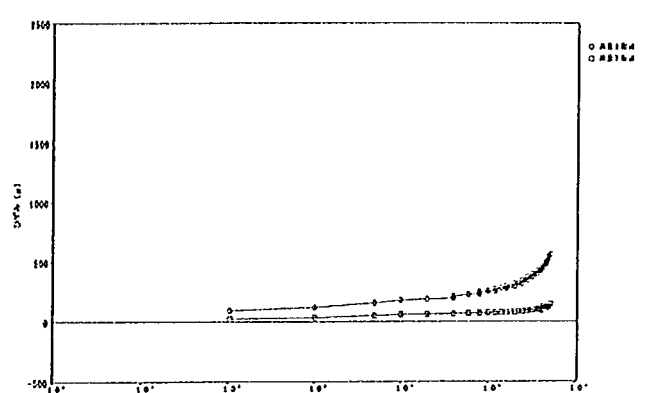
下側鉄筋



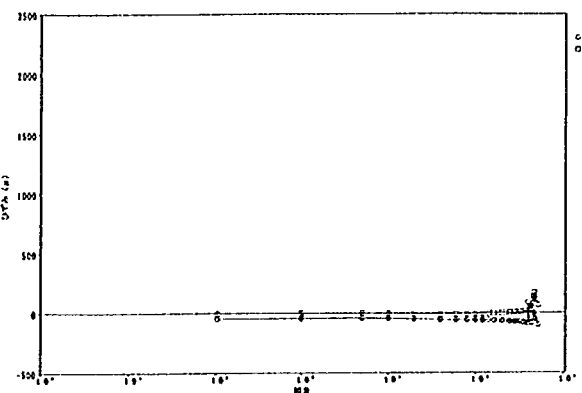
PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 配力値ひずみ (下側BD1)



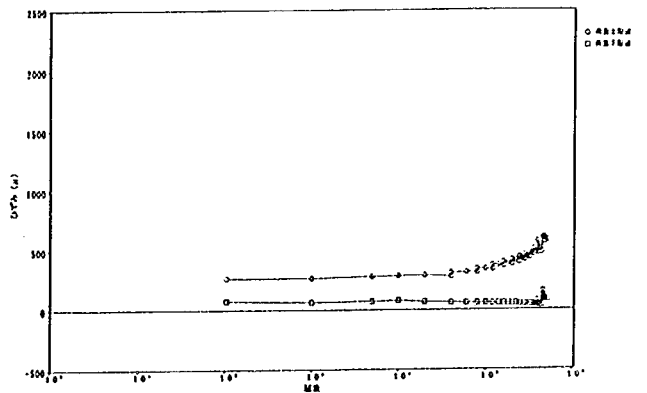
PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 配力値ひずみ (上側TD2)



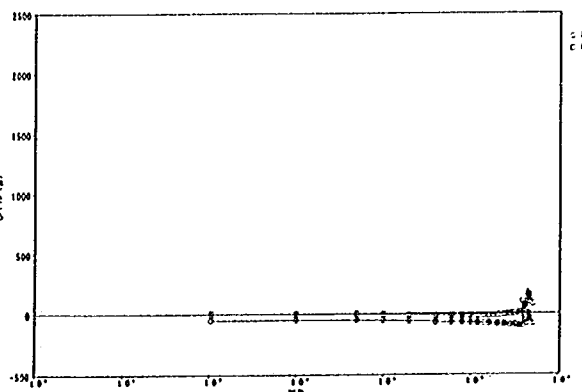
PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 配力値ひずみ (下側BD2)



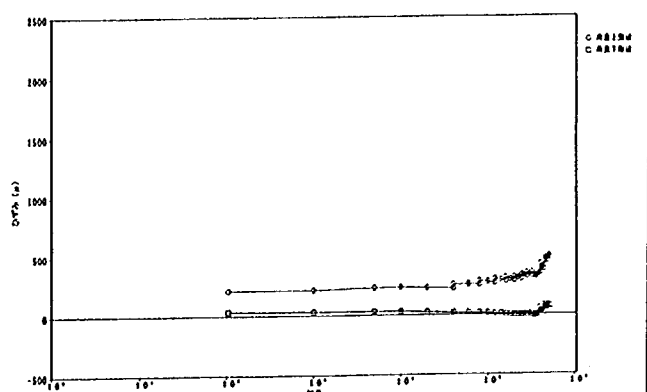
PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 配力値ひずみ (上側TD3)



PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 配力値ひずみ (下側BD3)

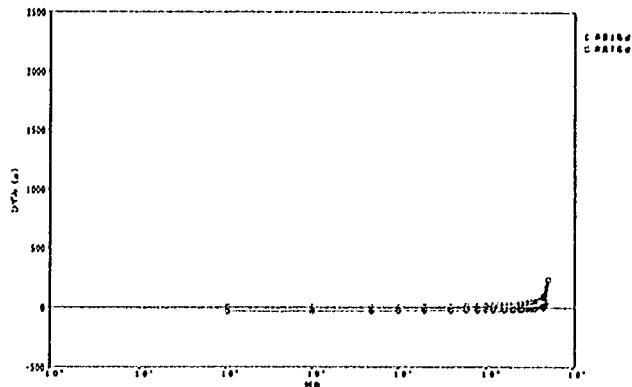


PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 配力値ひずみ (上側TD4)



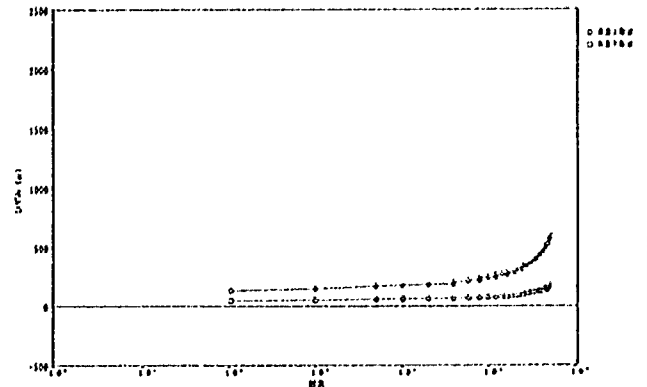
PRC-1 鋼鉄体の静的 (静的データ) : 配力値ひずみ (下側BD4)

上側鉄筋

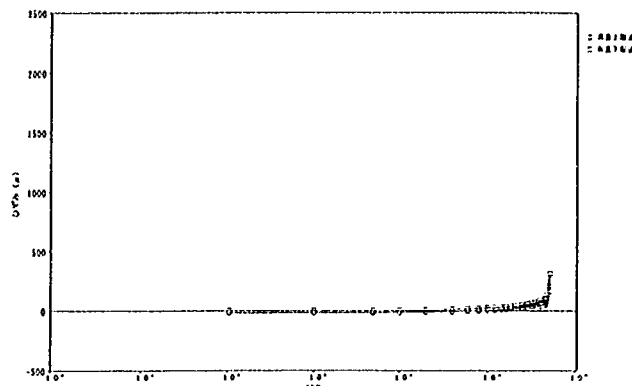


PRC-1 供試体の静的 (静的データ) : 配力値ひずみ (上側TD5)

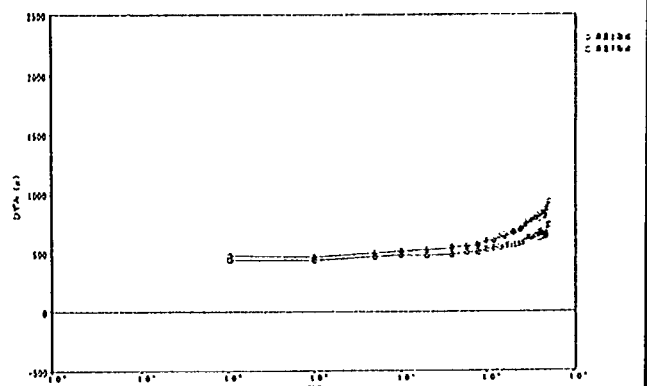
下側鉄筋



PRC-1 供試体の静的 (静的データ) : 配力値ひずみ (下側BD5)

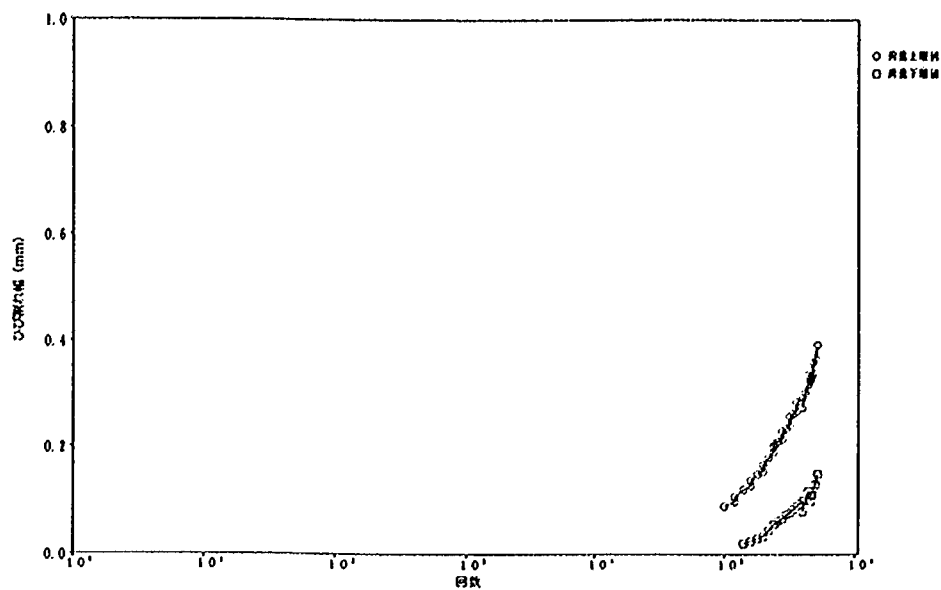


PRC-1 供試体の静的 (静的データ) : 配力値ひずみ (上側TD5)

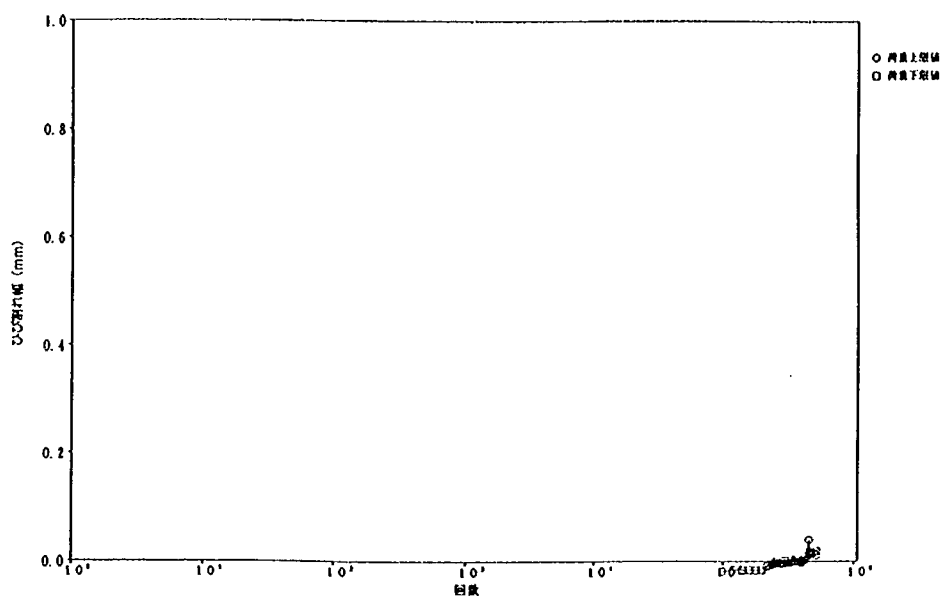


PRC-1 供試体の静的 (静的データ) : 配力値ひずみ (下側BD5)

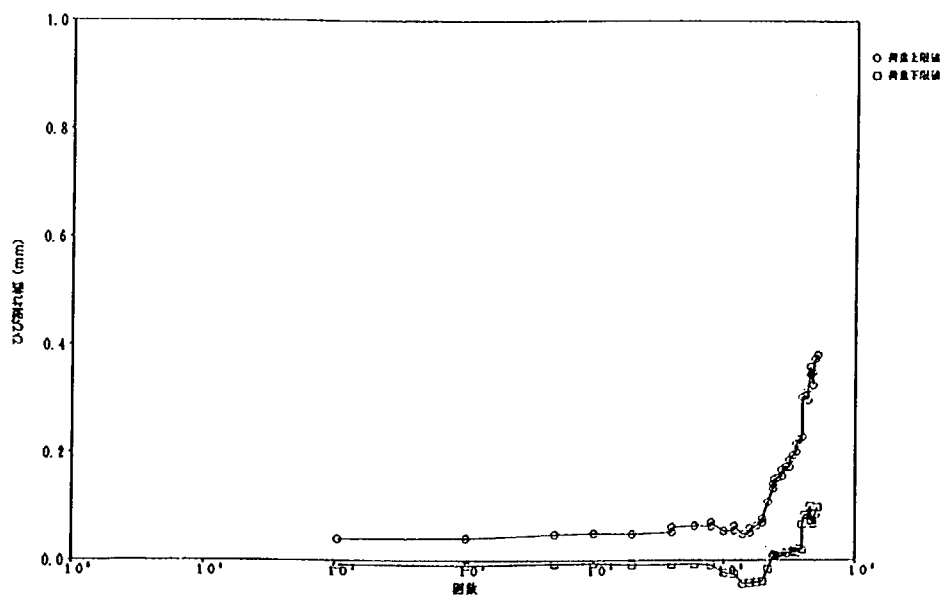
5) 載荷回数とクラック幅との関係



PRC-1 供試体の静的（静的データ）：ひび割れ幅（P I-1）

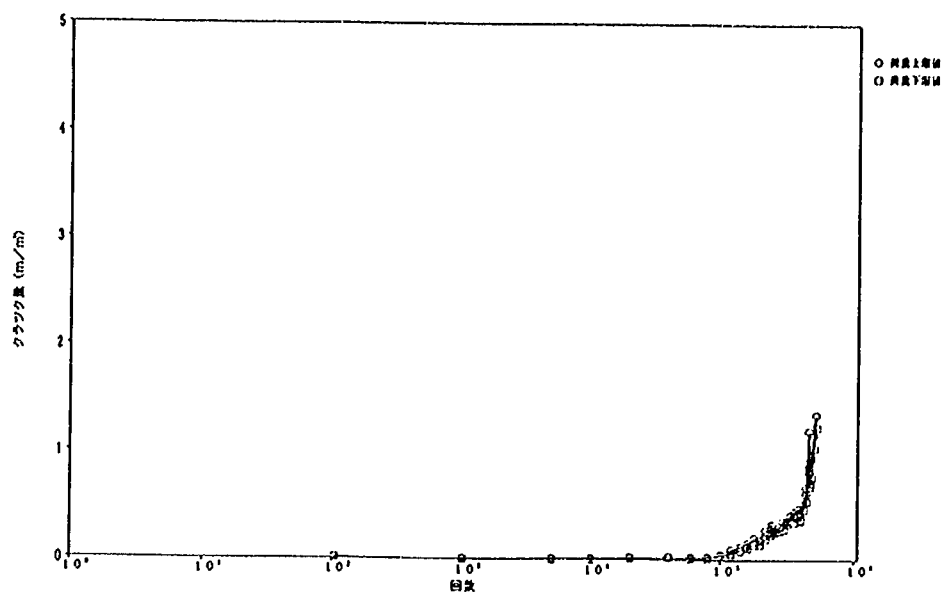


PRC-1 供試体の静的（静的データ）：ひび割れ幅（P I-2）

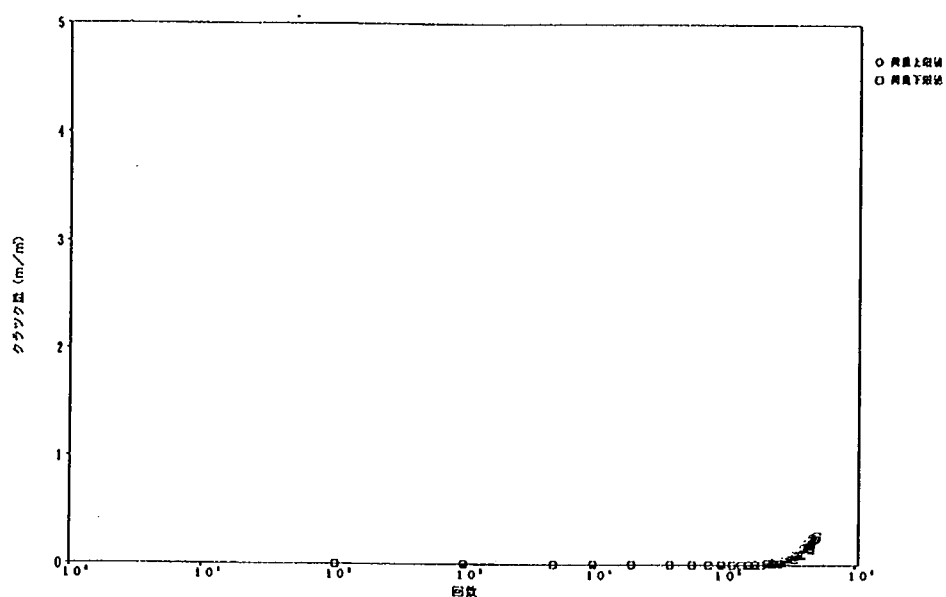


PRC-1 供試体の静的（動的データ）：ひび割れ幅（P I-3）

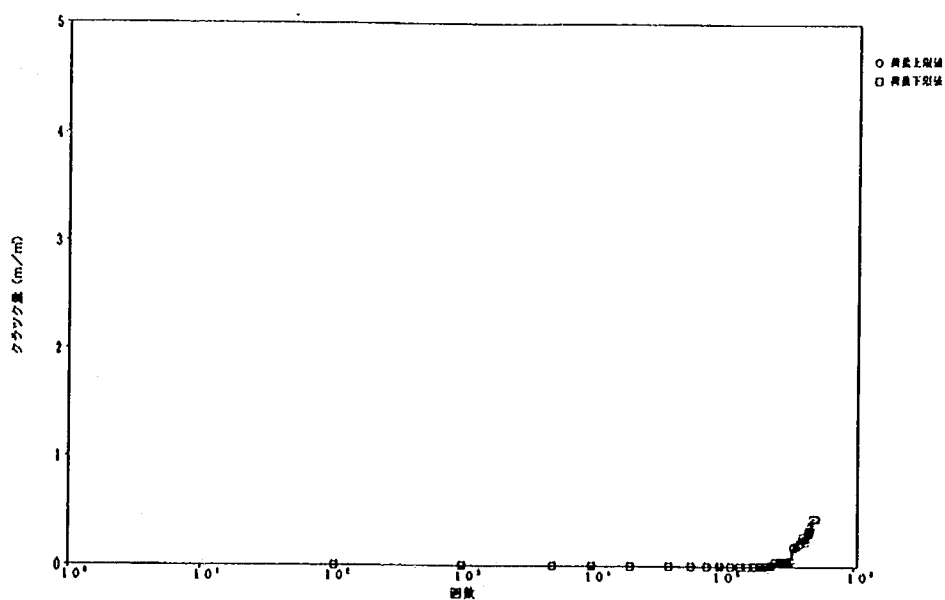
6) 載荷回数とひび割れ密度との関係



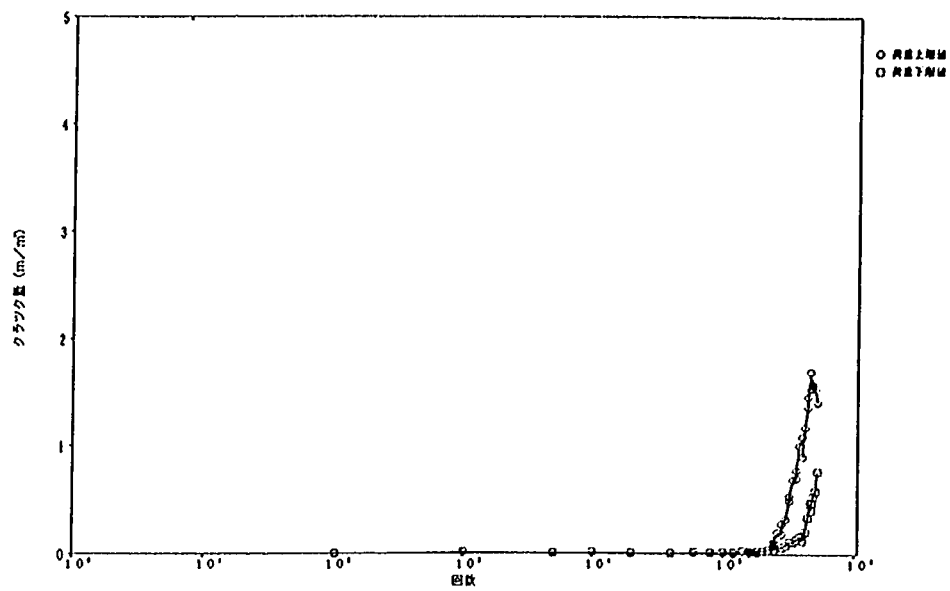
PRC-1 供試体のクラック量: X方向 (0.0-0.1mm)



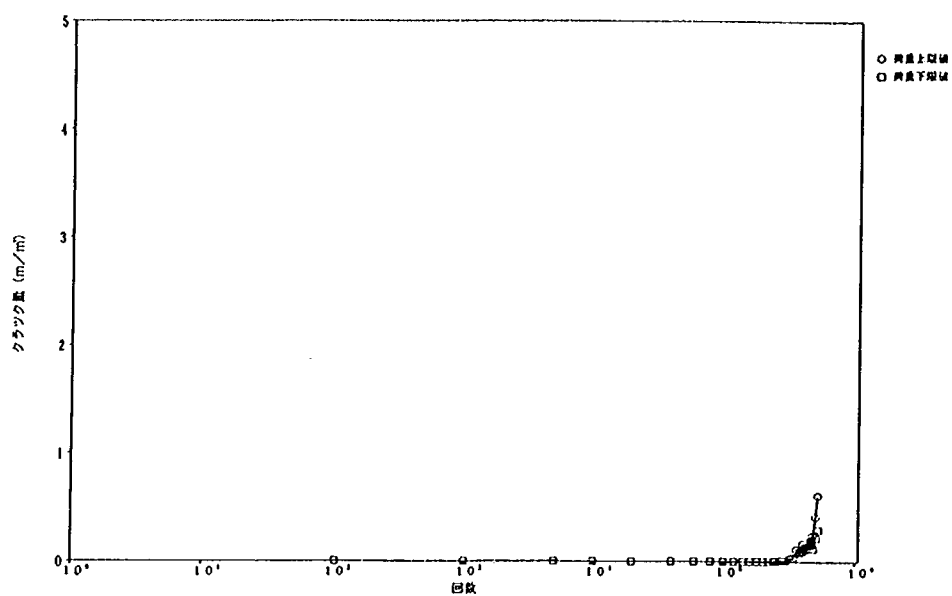
PRC-1 供試体のクラック量: X方向 (0.1-0.2mm)



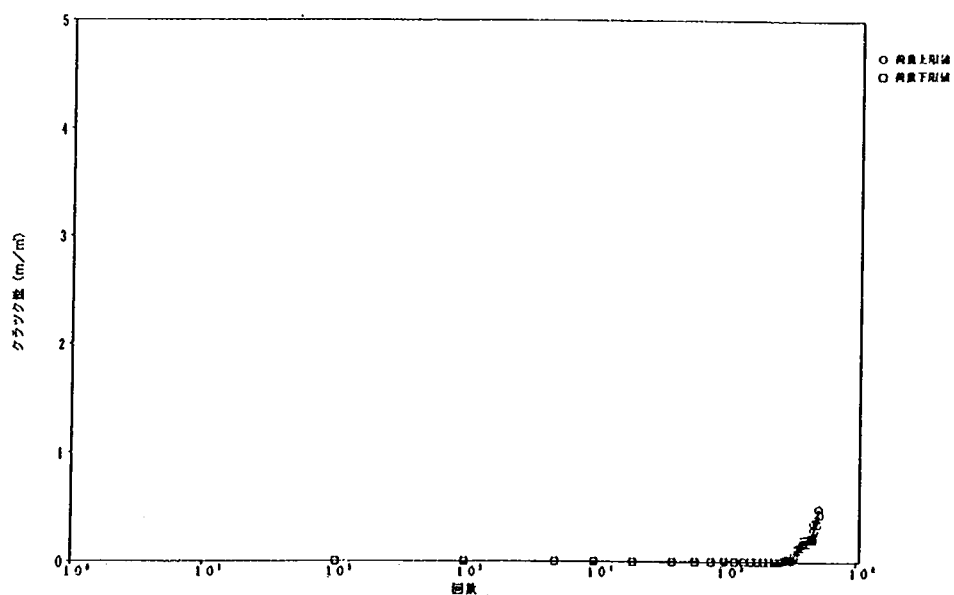
PRC-1 供試体のクラック量: X方向 (0.2mm以上)



PRC-1 供試体のクラック量：Y方向 (0.0-0.1mm)



PRC-1 供試体のクラック量：Y方向 (0.1-0.2mm)



PRC-1 供試体のクラック量：Y方向 (0.2mm以上)

7) C C Dカメラによる床版下面ひび割れ状況の時系列変化

計測ID: FIC111

測定時刻 1997/12/16 09:03:45

測定: 1 回

経度: 0.00 test

観測回数: 0 回

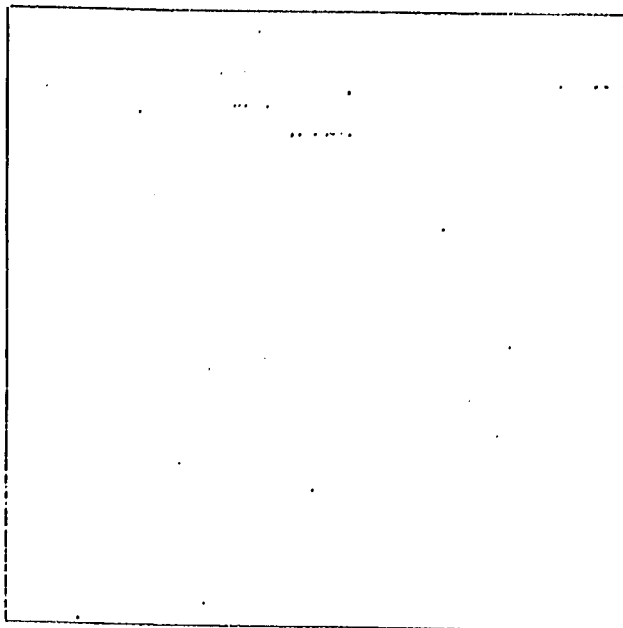
★クラック

濃度

0

濃度	X (a/a1)	Y (a/a1)
0.1mm	0.00	0.00
0.1~0.1mm	0.00	0.00
0.1~	0.00	0.00
小計	0.00	0.00
合計	0.00	0.00

--- : 0.1mm
--- : 0.1~0.1mm
--- : 0.1~



計測ID: FIC111

測定時刻 1997/12/16 11:43:22

測定: 1 回

経度: 15.93 test

観測回数: 105 回

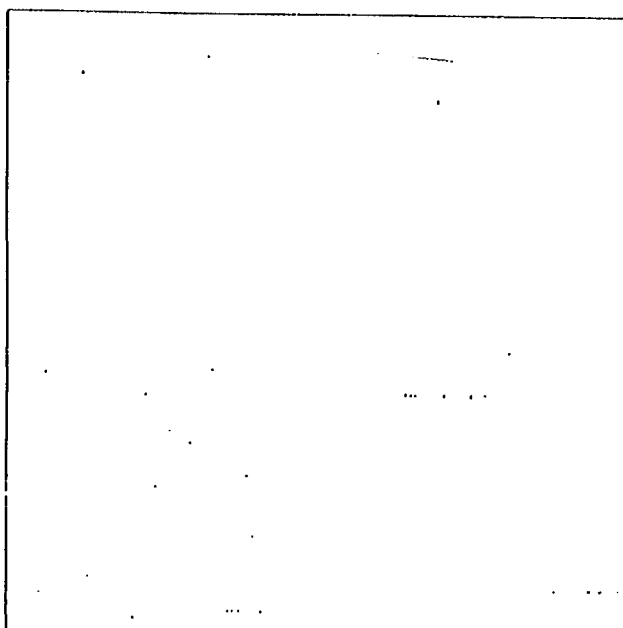
★クラック

濃度

0

濃度	X (a/a1)	Y (a/a1)
0.1mm	0.00	0.00
0.1~0.1mm	0.00	0.00
0.1~	0.00	0.00
小計	0.00	0.00
合計	0.00	0.00

--- : 0.1mm
--- : 0.1~0.1mm
--- : 0.1~



計測ID: FIC111

測定時刻 1997/12/16 11:43:48

測定: 10 回

経度: 16.10 test

観測回数: 10005 回

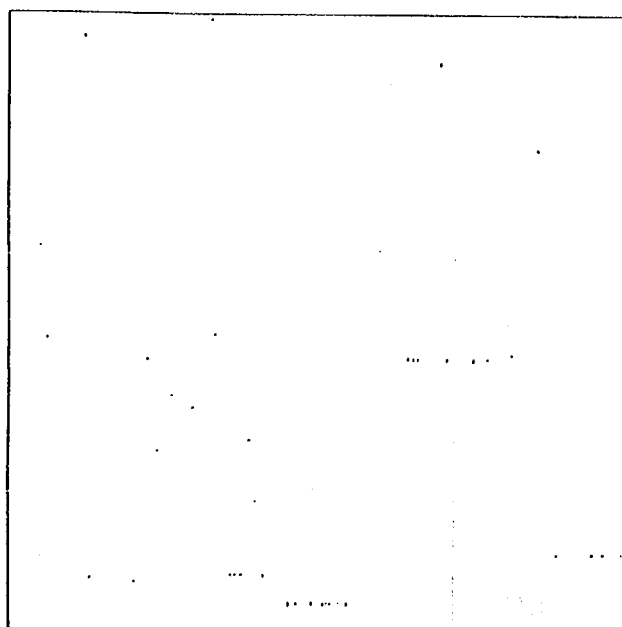
★クラック

濃度

0

濃度	X (a/a1)	Y (a/a1)
0.1mm	0.00	0.00
0.1~0.1mm	0.00	0.00
0.1~	0.00	0.00
小計	0.00	0.00
合計	0.00	0.00

--- : 0.1mm
--- : 0.1~0.1mm
--- : 0.1~



計測ID: PIC111

測定時刻 1997/11/11 12:11:11

測定: 11 回

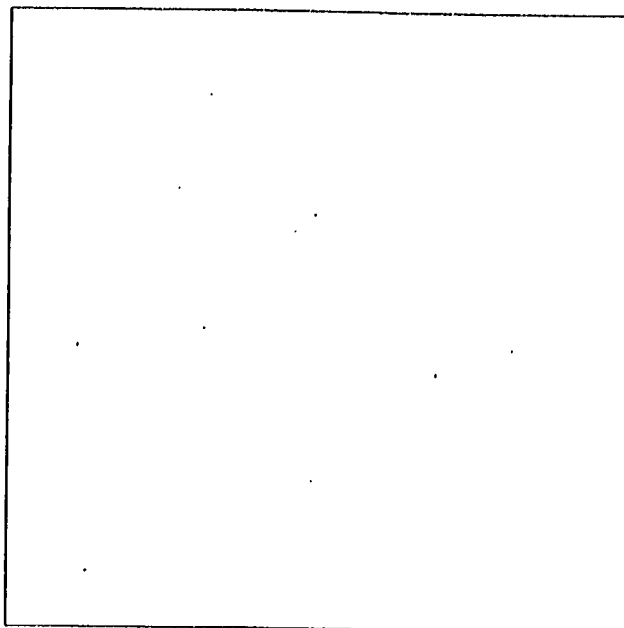
経度: 15.10 test

観測回数: 0001 回

★クラック

密度		
密度	X (a/m)	Y (a/m)
～0.1mm	0.01	0.01
0.1～0.1mm	0.01	0.01
0.1～mm	0.01	0.01
小計	0.01	0.01
合計	0.01	0.01

----- : ～0.1mm
 ----- : 0.1～0.1mm
 ----- : 0.1～mm



計測ID: PIC111

測定時刻 1997/11/11 12:01:11

測定: 15 回

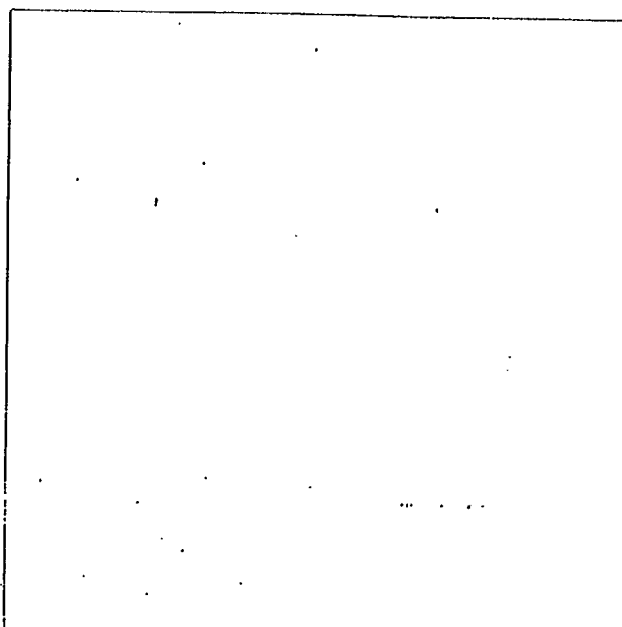
経度: 15.11 test

観測回数: 0001 回

★クラック

密度		
密度	X (a/m)	Y (a/m)
～0.1mm	0.01	0.01
0.1～0.1mm	0.01	0.01
0.1～mm	0.01	0.01
小計	0.01	0.01
合計	0.01	0.01

----- : ～0.1mm
 ----- : 0.1～0.1mm
 ----- : 0.1～mm



計測ID: PIC111

測定時刻 1997/11/11 00:11:11

測定: 11 回

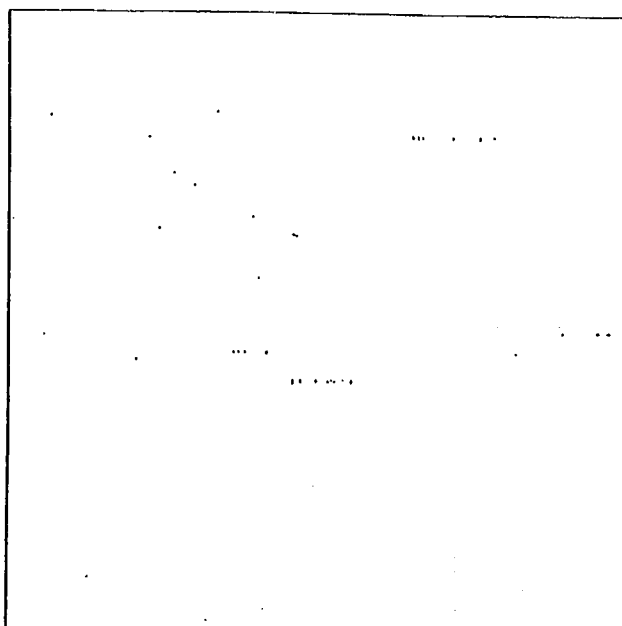
経度: 15.11 test

観測回数: 0001 回

★クラック

密度		
密度	X (a/m)	Y (a/m)
～0.1mm	0.01	0.01
0.1～0.1mm	0.01	0.01
0.1～mm	0.01	0.01
小計	0.01	0.01
合計	0.01	0.01

----- : ～0.1mm
 ----- : 0.1～0.1mm
 ----- : 0.1～mm



計測ID: PIC111

測定時刻 1997/12/11 12:15:33

測定: 10 回

秤量: 10.00 test

検出回数: 10000 回

★クラック

濃度	0	
密度	X (g/ml)	Y (g/ml)
～0.1mm	0.00	0.00
0.1～0.2mm	0.00	0.00
0.2～	0.00	0.00
小計	0.00	0.00
合計	0.00	0.00

-----: ～0.1mm
 -----: 0.1～0.2mm
 -----: 0.2～

計測ID: PIC111

測定時刻 1997/12/11 12:22:13

測定: 10 回

秤量: 10.00 test

検出回数: 10000 回

★クラック

濃度	0	
密度	X (g/ml)	Y (g/ml)
～0.1mm	0.00	0.00
0.1～0.2mm	0.00	0.00
0.2～	0.00	0.00
小計	0.00	0.00
合計	0.00	0.00

-----: ～0.1mm
 -----: 0.1～0.2mm
 -----: 0.2～

計測ID: PIC111

測定時刻 1997/12/11 00:12:14

測定: 10 回

秤量: 10.00 test

検出回数: 10000 回

★クラック

濃度	0	
密度	X (g/ml)	Y (g/ml)
～0.1mm	0.00	0.00
0.1～0.2mm	0.00	0.00
0.2～	0.00	0.00
小計	0.00	0.00
合計	0.00	0.00

-----: ～0.1mm
 -----: 0.1～0.2mm
 -----: 0.2～

計測ID: PC111

測定時刻: 1997/11/19 11:12:51

測定: 11 回

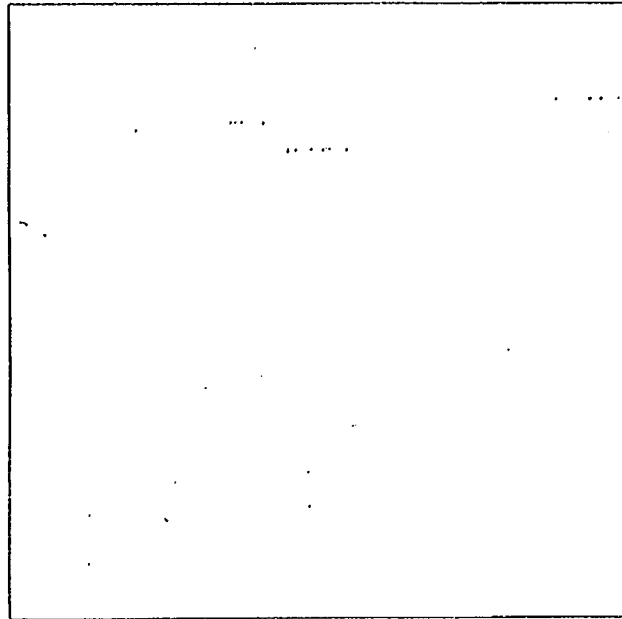
経度: 11.11 test

観測回数: 111111 回

★クラック

密度	I (a/a)	Y (a/a)
密度		
~0.1mm	0.00	0.00
0.1~0.1mm	0.00	0.00
0.1~	0.00	0.00
小計	0.00	0.00
合計	0.00	0.00

-----: ~0.1mm
-----: 0.1~0.1mm
-----: 0.1~



計測ID: PC111

測定時刻: 1997/11/19 11:11:43

測定: 11 回

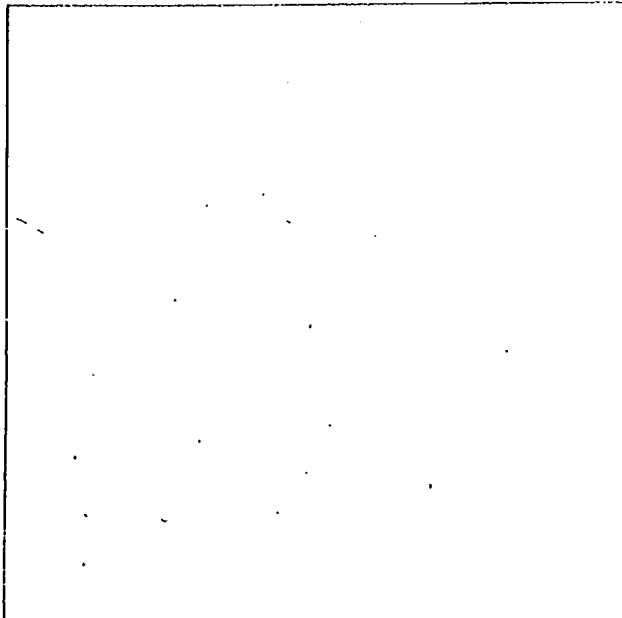
経度: 11.11 test

観測回数: 111111 回

★クラック

密度	I (a/a)	Y (a/a)
密度		
~0.1mm	0.00	0.00
0.1~0.1mm	0.00	0.00
0.1~	0.00	0.00
小計	0.00	0.00
合計	0.00	0.00

-----: ~0.1mm
-----: 0.1~0.1mm
-----: 0.1~



計測ID: PC111

測定時刻: 1997/11/19 11:11:11

測定: 11 回

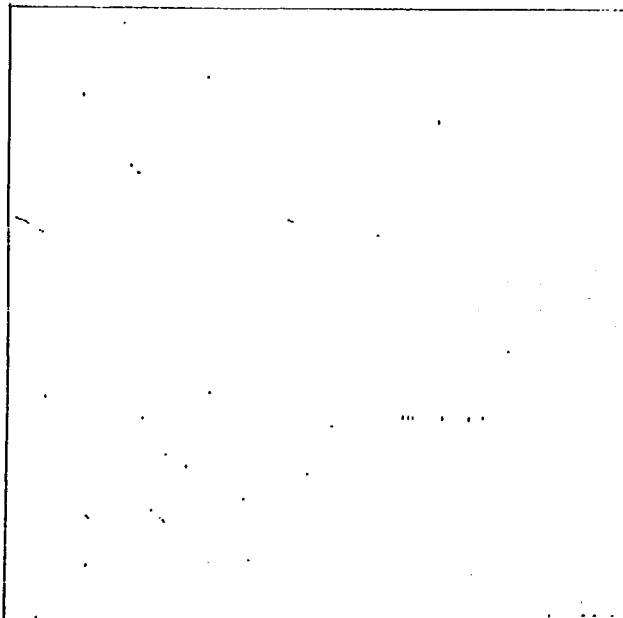
経度: 11.11 test

観測回数: 111111 回

★クラック

密度	I (a/a)	Y (a/a)
密度		
~0.1mm	0.00	0.00
0.1~0.1mm	0.00	0.00
0.1~	0.00	0.00
小計	0.00	0.00
合計	0.00	0.00

-----: ~0.1mm
-----: 0.1~0.1mm
-----: 0.1~



計測ID: P1C111

測定時刻: 1997/12/10 12:13:48

測定: 11 回

経度: 22.11 test

観測回数: 10000 回

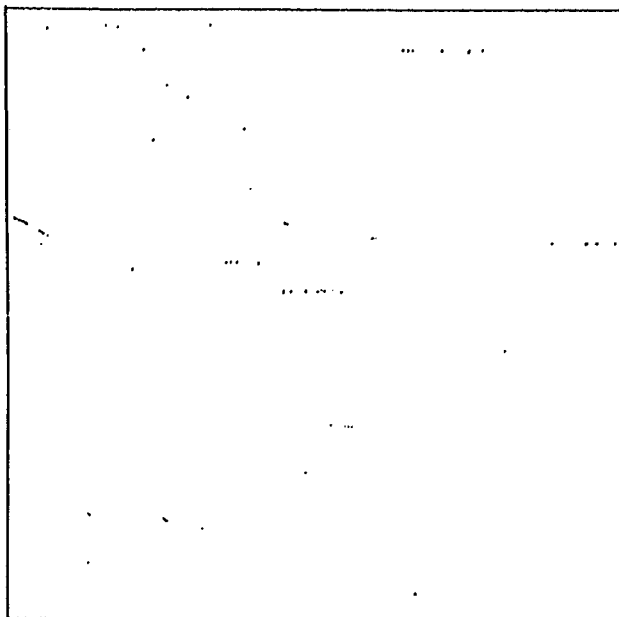
★クラック

濃度

0

濃度	X (m/s)	Y (m/s)
0.1~0.100	0.11	0.01
0.1~0.100	0.11	0.01
0.1~0.100	0.11	0.01
小計	0.11	0.01
合計	0.11	0.01

-----: ~0.100
-----: 0.1~0.100
-----: 0.1~0.100



計測ID: P1C111

測定時刻: 1997/12/10 12:14:48

測定: 11 回

経度: 22.11 test

観測回数: 10000 回

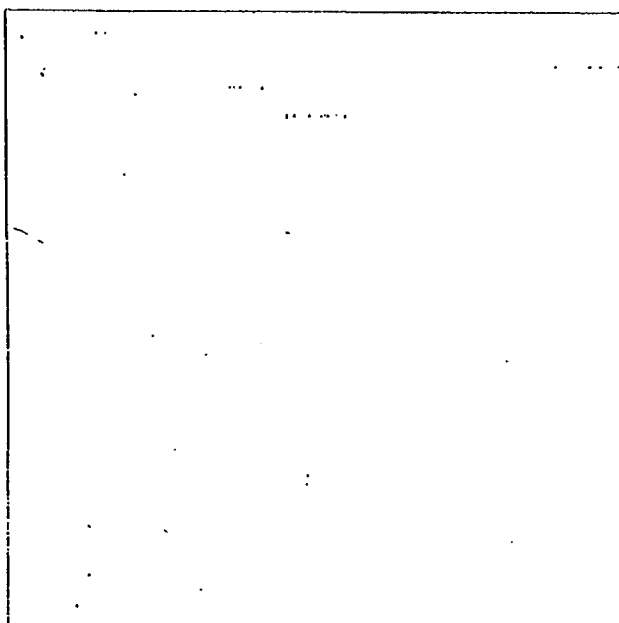
★クラック

濃度

0

濃度	X (m/s)	Y (m/s)
0.1~0.100	0.11	0.01
0.1~0.100	0.11	0.01
0.1~0.100	0.11	0.01
小計	0.11	0.01
合計	0.11	0.01

-----: ~0.100
-----: 0.1~0.100
-----: 0.1~0.100



計測ID: P1C111

測定時刻: 1997/12/10 00:14:48

測定: 11 回

経度: 22.11 test

観測回数: 10000 回

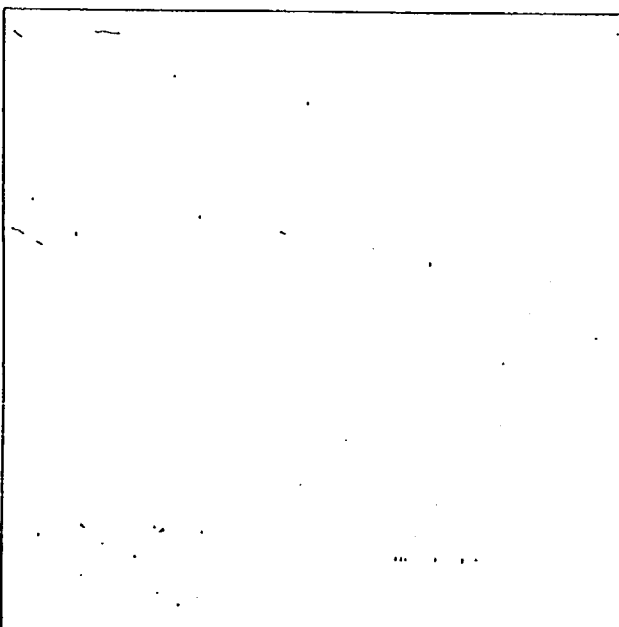
★クラック

濃度

0

濃度	X (m/s)	Y (m/s)
0.1~0.100	0.11	0.01
0.1~0.100	0.11	0.01
0.1~0.100	0.11	0.01
小計	0.11	0.01
合計	0.11	0.01

-----: ~0.100
-----: 0.1~0.100
-----: 0.1~0.100



計測ID: PC111

測定時刻 1997/12/11 11:00:53

測定: 31 回

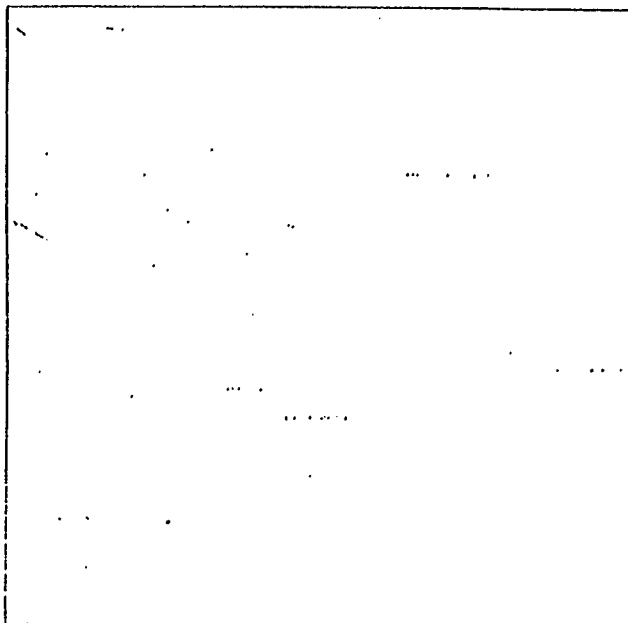
荷重: 14.13 tonf

破砕回数: 100000 回

★クラック

強度	0	
密度	X (n/a1)	Y (n/a1)
～0.1mm	0.11	0.03
0.1～0.2mm	0.00	0.00
0.2～	0.01	0.00
小計	0.12	0.03
合計		0.12

----- : ～0.1mm
 ----- : 0.1～0.2mm
 ----- : 0.2～ mm



計測ID: PC111

測定時刻 1997/12/11 11:14:50

測定: 35 回

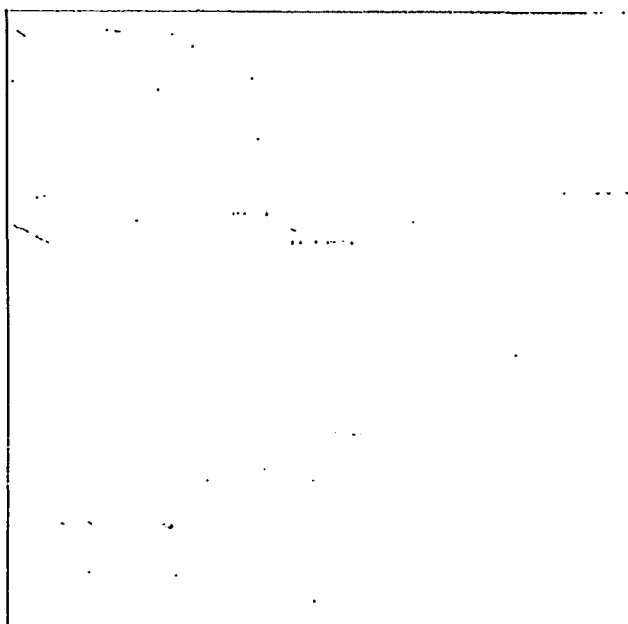
荷重: 14.91 tonf

破砕回数: 100000 回

★クラック

強度	0	
密度	X (n/a1)	Y (n/a1)
～0.1mm	0.10	0.02
0.1～0.2mm	0.00	0.00
0.2～	0.01	0.00
小計	0.11	0.02
合計		0.13

----- : ～0.1mm
 ----- : 0.1～0.2mm
 ----- : 0.2～ mm



計測ID: PC111

測定時刻 1997/12/11 00:02:14

測定: 31 回

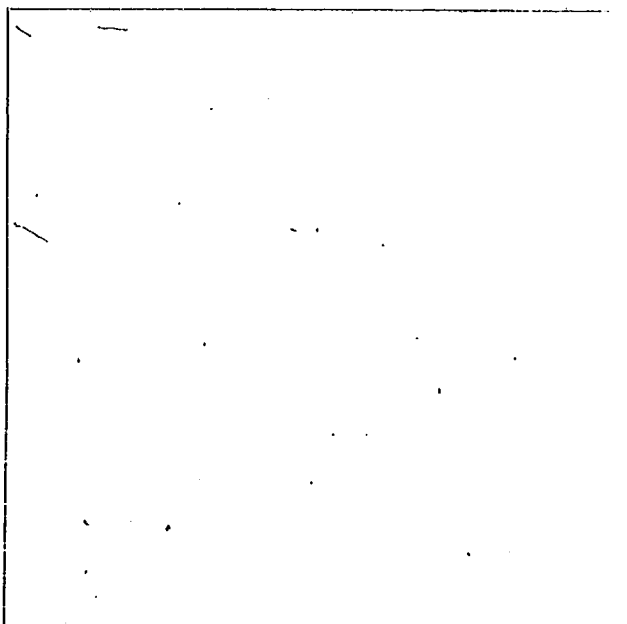
荷重: 24.01 tonf

破砕回数: 100000 回

★クラック

強度	0	
密度	X (n/a1)	Y (n/a1)
～0.1mm	0.11	0.01
0.1～0.2mm	0.02	0.00
0.2～	0.01	0.00
小計	0.14	0.01
合計		0.14

----- : ～0.1mm
 ----- : 0.1～0.2mm
 ----- : 0.2～ mm



計測ID: PRC111

測定時刻: 1997/11/12 12:37:13

測定: 33 回

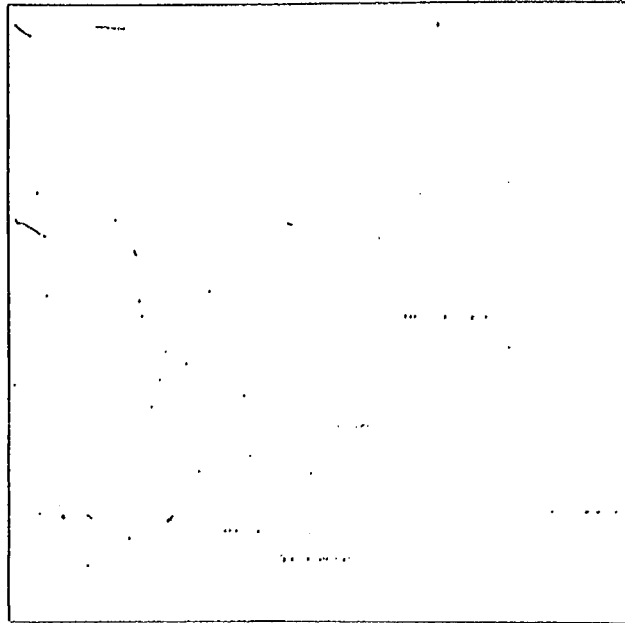
荷重: 16.01 tssf

破砕回数: 100000 回

★クラック

濃度	X (n/a)	Y (n/a)
0.1mm	0.31	0.01
0.1~0.2mm	0.01	0.01
0.2~0.5mm	0.01	0.01
小計	0.33	0.03
合計	0.33	0.03

-----: 0.1mm
-----: 0.1~0.2mm
-----: 0.2~0.5mm



計測ID: PRC111

測定時刻: 1997/11/13 02:36:31

測定: 45 回

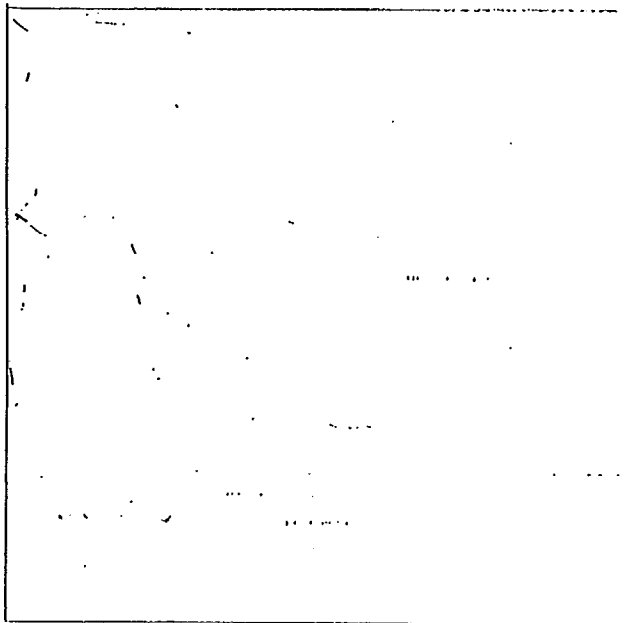
荷重: 11.03 tssf

破砕回数: 100000 回

★クラック

濃度	X (n/a)	Y (n/a)
0.1mm	0.31	0.01
0.1~0.2mm	0.01	0.01
0.2~0.5mm	0.01	0.01
小計	0.33	0.03
合計	0.33	0.03

-----: 0.1mm
-----: 0.1~0.2mm
-----: 0.2~0.5mm



計測ID: PRC111

測定時刻: 1997/11/13 11:35:11

測定: 11 回

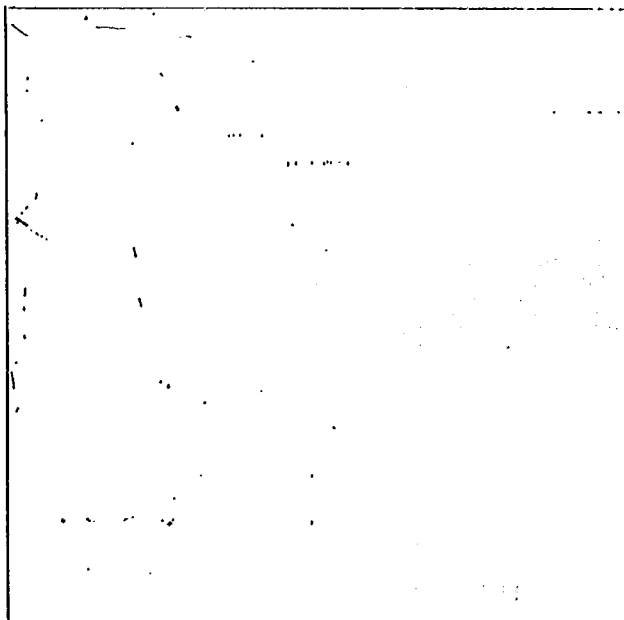
荷重: 11.03 tssf

破砕回数: 100000 回

★クラック

濃度	X (n/a)	Y (n/a)
0.1mm	0.31	0.01
0.1~0.2mm	0.01	0.01
0.2~0.5mm	0.01	0.01
小計	0.33	0.03
合計	0.33	0.03

-----: 0.1mm
-----: 0.1~0.2mm
-----: 0.2~0.5mm



測定ID: PRC111

測定時刻: 1997/11/19 10:00:13

測定: 01 回

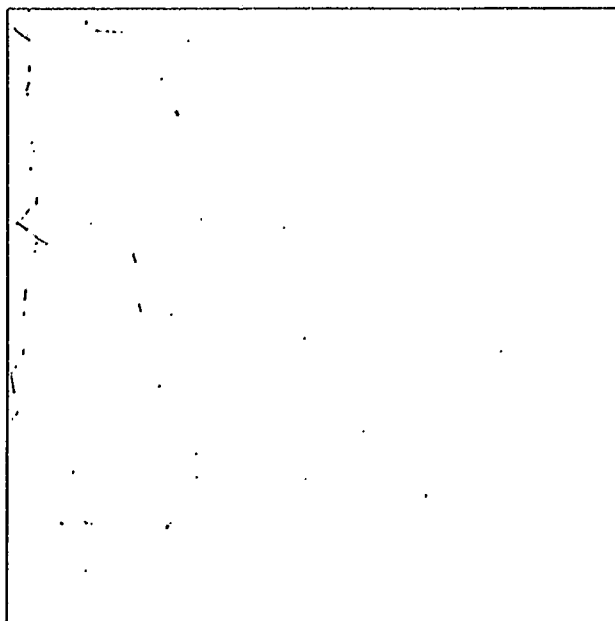
評価: 10.01 test

検出回数: 110000 回

★クラック

位置	132	
密度	X (n/a)	Y (n/a)
0.1 ~ 0.1mm	0.31	0.33
0.1 ~ 0.1mm	0.01	0.01
0.1 ~ mm	0.03	0.03
合計	0.35	0.37
(0.3)		0.37

-----: ～0.1mm
-----: 0.1～0.1mm
-----: 0.1～mm



測定ID: PRC111

測定時刻: 1997/11/19 11:00:51

測定: 10 回

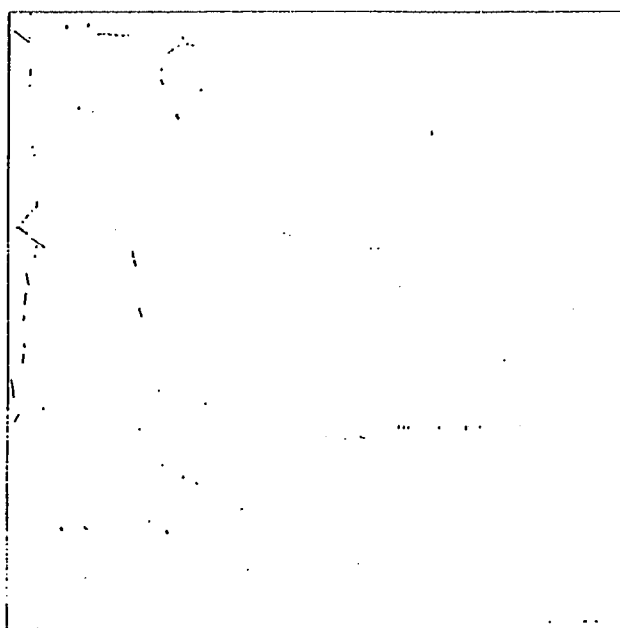
評価: 10.10 test

検出回数: 110000 回

★クラック

位置	132	
密度	X (n/a?)	Y (n/a?)
～0.1mm	0.30	0.33
0.1～0.1mm	0.02	0.01
0.2～mm	0.04	0.02
合計	0.37	0.36
合計		0.39

-----: ～0.1mm
-----: 0.1～0.1mm
-----: 0.1～mm



測定ID: PRC111

測定時刻: 1997/11/19 11:00:10

測定: 10 回

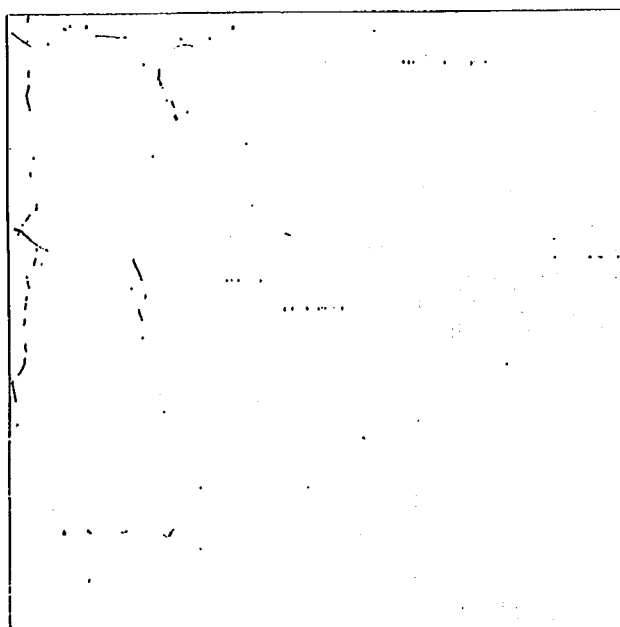
評価: 10.01 test

検出回数: 110000 回

★クラック

密度	SEIS	
密度	X (n/a)	Y (n/a)
0.1 ~ 0.1mm	0.31	0.33
0.1 ~ 0.1mm	0.03	0.03
0.1 ~ mm	0.03	0.01
合計	0.37	0.37
合計	1.01	1.01

-----: ～0.1mm
-----: 0.1～0.1mm
-----: 0.1～mm



計測ID: 210111

測定時刻 1997/11/14 14:31:03

測定: 55 回

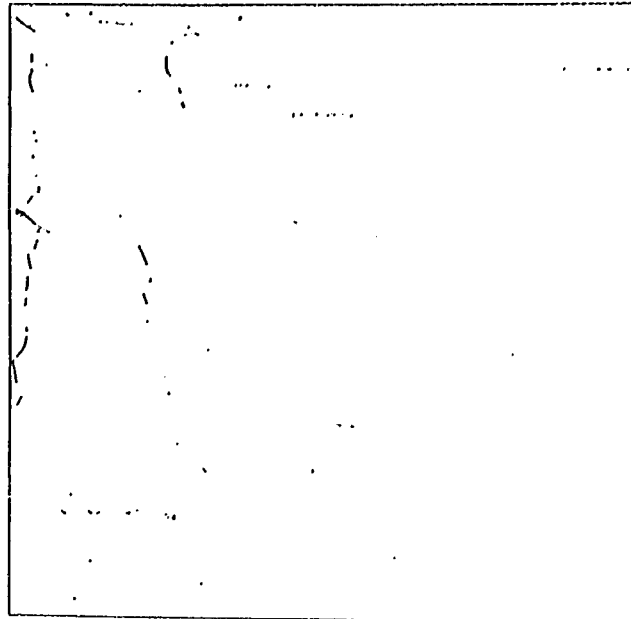
質量: 31.32 t/m²

破砕回数: 310101 回

★クラック

密度	5101	
密度	X (n/a)	Y (n/a)
～0.1mm	0.31	0.33
0.1～0.1mm	0.31	0.33
0.1～mm	0.33	0.33
小計	0.33	0.33
合計	1.01	

----- : 0.1mm
 ----- : 0.1～0.1mm
 ----- : 0.1～mm



計測ID: 210111

測定時刻 1997/11/15 01:15:55

測定: 55 回

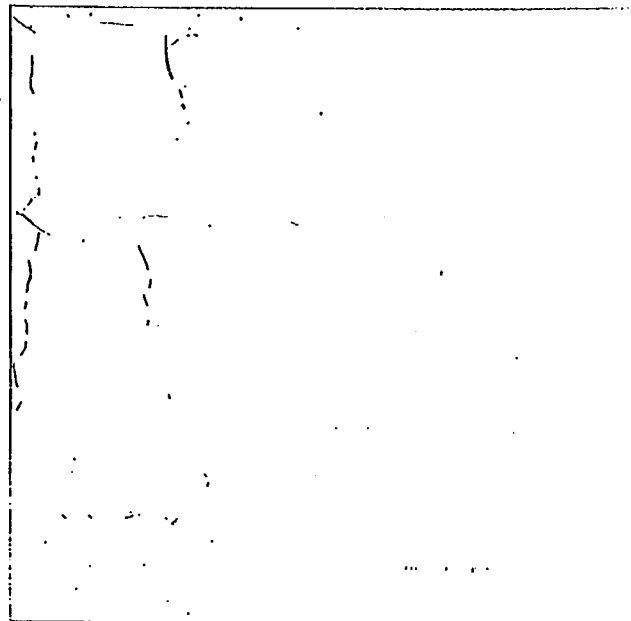
質量: 31.32 t/m²

破砕回数: 310101 回

★クラック

密度	010101	
密度	X (n/a)	Y (n/a)
～0.1mm	0.31	0.33
0.1～0.1mm	0.31	0.33
0.1～mm	0.33	0.33
小計	0.33	0.33
合計	1.33	

----- : 0.1mm
 ----- : 0.1～0.1mm
 ----- : 0.1～mm



計測ID: 210111

測定時刻 1997/11/15 11:11:23

測定: 57 回

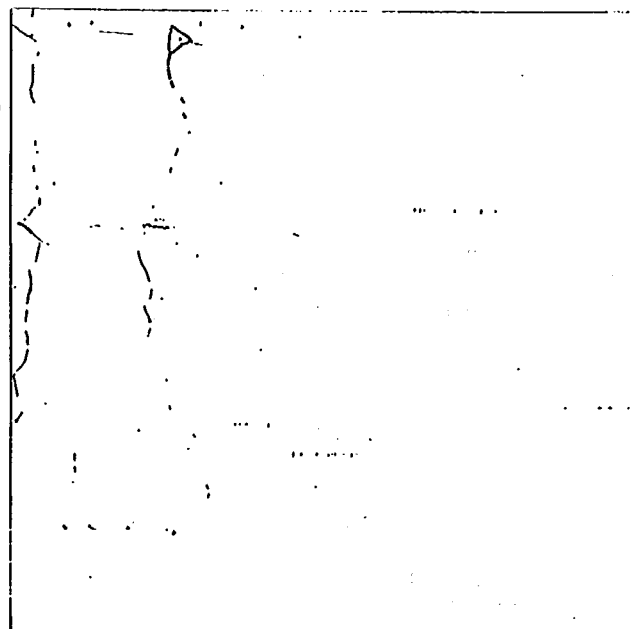
質量: 31.32 t/m²

破砕回数: 310101 回

★クラック

密度	010101	
密度	X (n/a)	Y (n/a)
～0.1mm	0.31	0.33
0.1～0.1mm	0.33	0.33
0.1～mm	0.33	0.33
小計	0.33	0.33
合計	1.33	

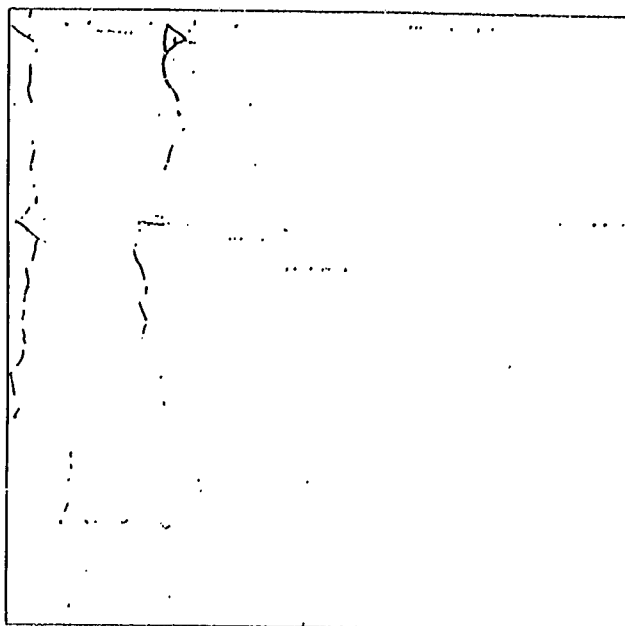
----- : 0.1mm
 ----- : 0.1～0.1mm
 ----- : 0.1～mm



計測ID: P2C111
 測定時刻 1997/12/15 14:33:18
 測定: 31 回
 経度: 34.12 tosf
 緯度経度: 341001 54

★クラック
 測定 3513034
 測定 X (m/s) Y (m/s)
 ~0.1m 0.11 0.10
 0.1~0.2m 0.11 0.11
 0.2~ 0.12 0.13
 小計 0.13 0.14
 合計 0.13 0.13

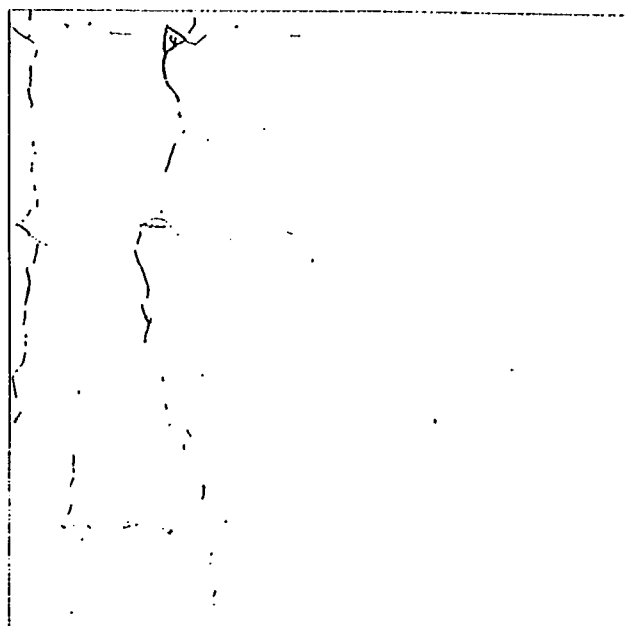
~~~~~ : ~0.1m  
 ~~~~~ : 0.1~0.2m  
 ~~~~~ : 0.2~ 0m



計測ID: P2C111  
 測定時刻 1997/12/16 02:51:22  
 測定: 44 回  
 経度: 34.12 tosf  
 緯度経度: 341001 54

★クラック  
 測定 3513064  
 測定 X (m/s) Y (m/s)  
 ~0.1m 0.11 0.10  
 0.1~0.2m 0.10 0.12  
 0.2~ 0.10 0.10  
 小計 0.11 0.10  
 合計 0.11 0.10

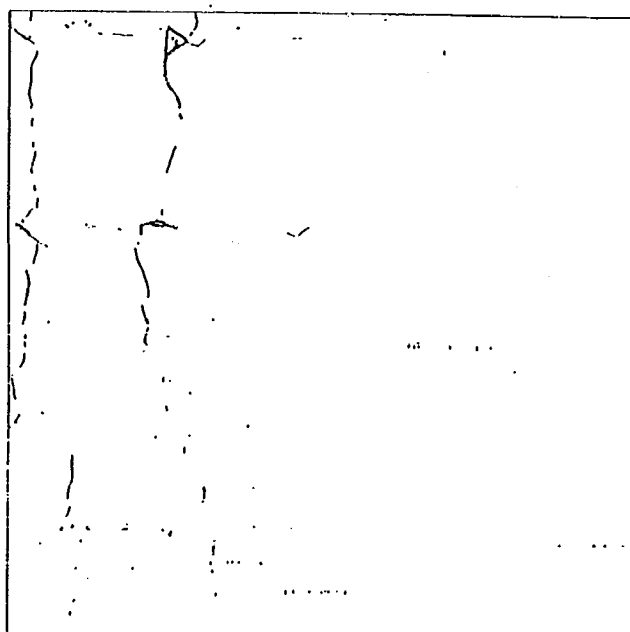
~~~~~ : ~0.1m  
 ~~~~~ : 0.1~0.2m  
 ~~~~~ : 0.2~ 0m



計測ID: P2C111
 測定時刻 1997/12/16 14:55:24
 測定: 41 回
 経度: 34.15 tosf
 緯度経度: 400001 54

★クラック
 測定 3553514
 測定 X (m/s) Y (m/s)
 ~0.1m 0.11 0.11
 0.1~0.2m 0.10 0.13
 0.2~ 0.11 0.12
 小計 0.11 0.11
 合計 0.11 0.12

~~~~~ : ~0.1m  
 ~~~~~ : 0.1~0.2m  
 ~~~~~ : 0.2~ 0m



計測ID: P2C111

測定時刻 1991/ 1/ 5 10:15:53

測定: 44 回

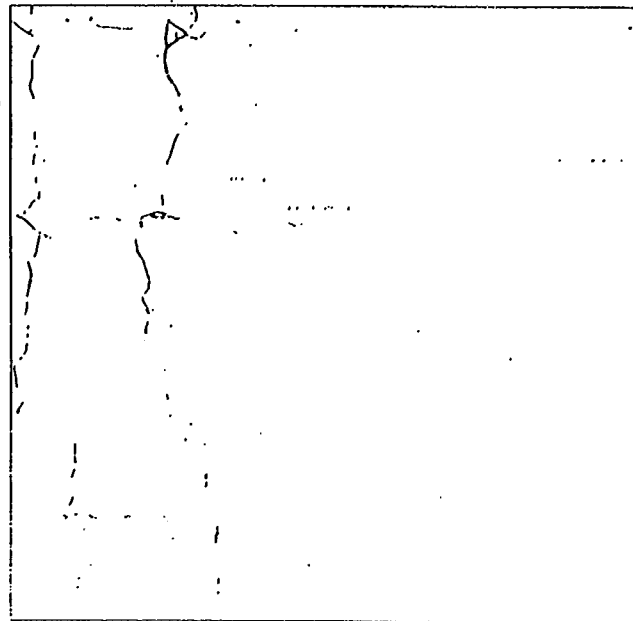
経度: 10.00 tosf

観測回数: 440000 回

★クラック

| 深度        |         |         |
|-----------|---------|---------|
| 密度        | X (n/m) | Y (n/m) |
| ～0.1mm    | 0.44    | 0.93    |
| 0.1～0.2mm | 0.49    | 0.17    |
| 0.2～mm    | 0.21    | 0.10    |
| 小計        | 0.14    | 1.20    |
| 合計        |         | 1.33    |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.2mm  
 ----- : 0.2～mm



計測ID: P2C111

測定時刻 1991/ 1/ 5 11:10:55

測定: 44 回

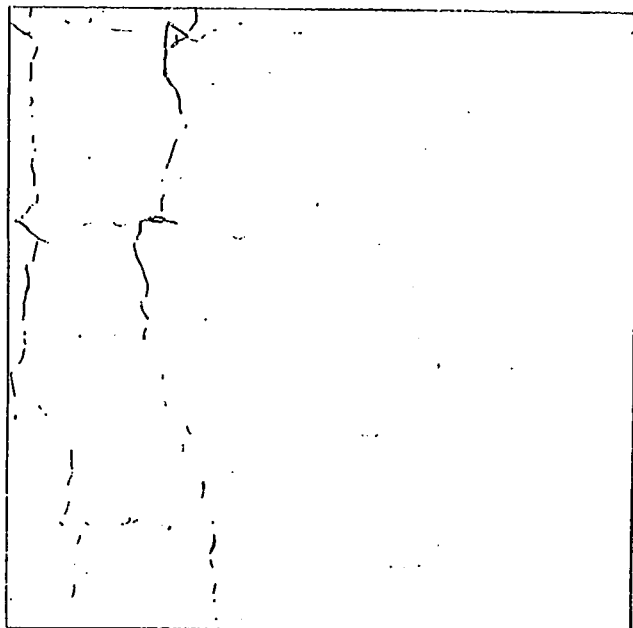
経度: 10.05 tosf

観測回数: 440000 回

★クラック

| 深度        |         |         |
|-----------|---------|---------|
| 密度        | X (n/m) | Y (n/m) |
| ～0.1mm    | 0.53    | 1.15    |
| 0.1～0.2mm | 0.17    | 0.13    |
| 0.2～mm    | 0.14    | 0.21    |
| 小計        | 0.84    | 1.54    |
| 合計        |         | 2.47    |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.2mm  
 ----- : 0.2～mm



計測ID: P2C111

測定時刻 1991/ 1/ 6 10:05:41

測定: 44 回

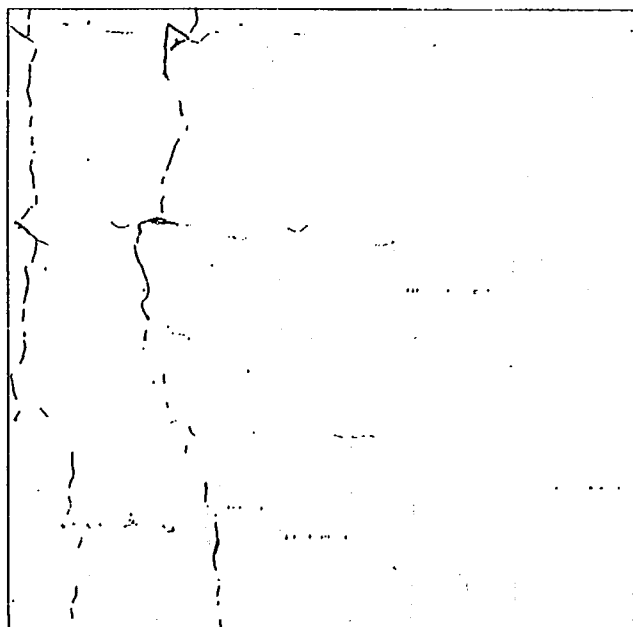
経度: 10.11 tosf

観測回数: 440000 回

★クラック

| 深度        |         |         |
|-----------|---------|---------|
| 密度        | X (n/m) | Y (n/m) |
| ～0.1mm    | 0.43    | 1.11    |
| 0.1～0.2mm | 0.10    | 0.15    |
| 0.2～mm    | 0.11    | 0.21    |
| 小計        | 1.05    | 1.47    |
| 合計        |         | 2.74    |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.2mm  
 ----- : 0.2～mm



計測ID: PC0111

測定時刻 1999/ 1/ 6 10:31:00

測定: 33 回

質量: 33.01 t/mf

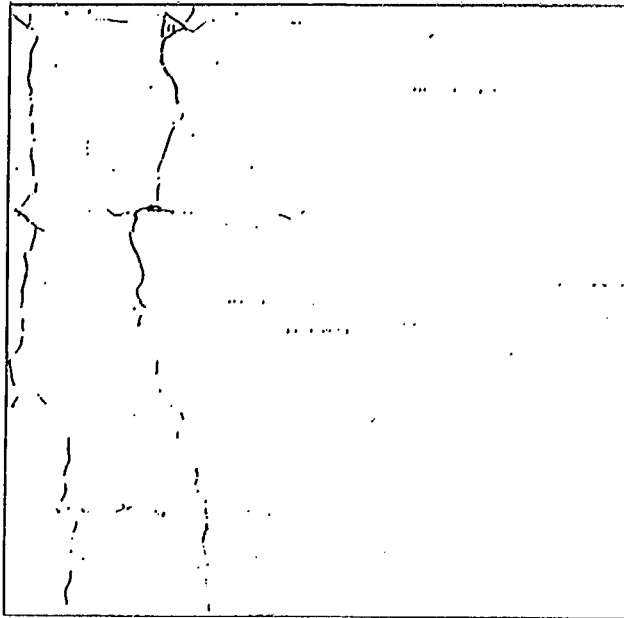
観測回数: 100000 回

★クラック

濃度 3333333

| 濃度        | X (a/m) | Y (a/m) |
|-----------|---------|---------|
| ～0.1mm    | 0.33    | 1.33    |
| 0.1～0.2mm | 0.33    | 0.33    |
| 0.2～0.3mm | 0.33    | 0.33    |
| 合計        | 0.33    | 2.00    |

---: ～0.1mm  
---: 0.1～0.2mm  
---: 0.2～0.3mm



計測ID: PC0111

測定時刻 1999/ 1/ 7 15:31:00

測定: 33 回

質量: 33.35 t/mf

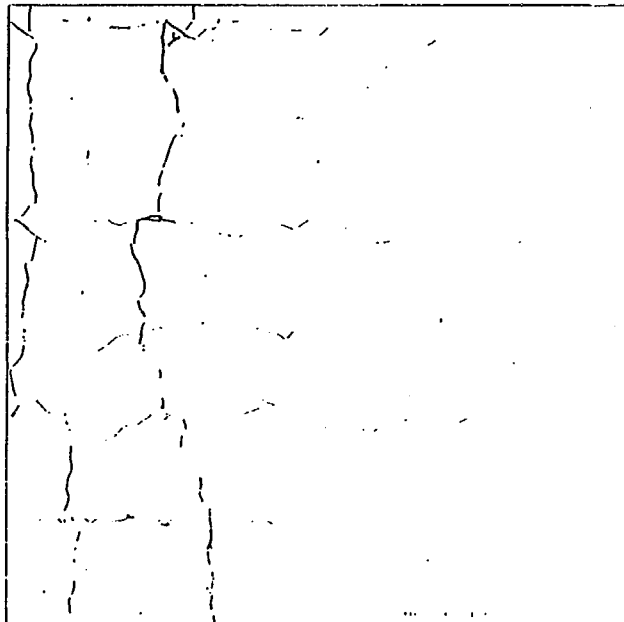
観測回数: 100000 回

★クラック

濃度 3333333

| 濃度        | X (a/m) | Y (a/m) |
|-----------|---------|---------|
| ～0.1mm    | 0.33    | 1.33    |
| 0.1～0.2mm | 0.33    | 0.33    |
| 0.2～0.3mm | 0.33    | 0.33    |
| 合計        | 0.33    | 2.00    |

---: ～0.1mm  
---: 0.1～0.2mm  
---: 0.2～0.3mm



計測ID: PC0111

測定時刻 1999/ 1/ 7 16:01:30

測定: 33 回

質量: 33.01 t/mf

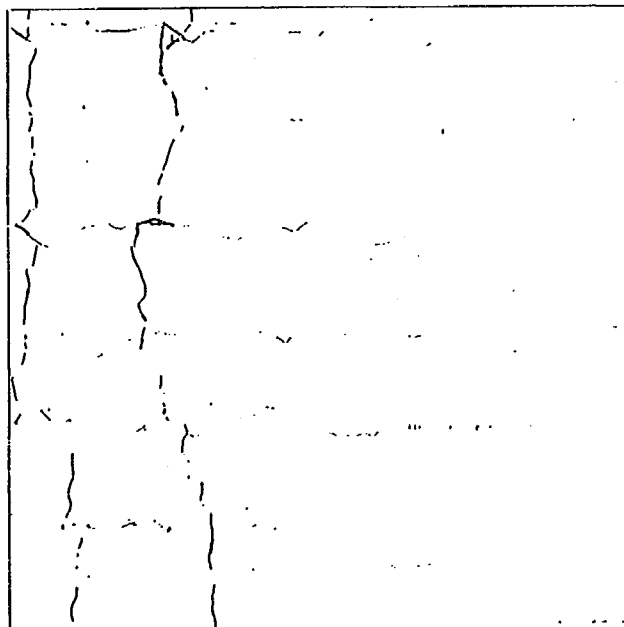
観測回数: 100000 回

★クラック

濃度 3333333

| 濃度        | X (a/m) | Y (a/m) |
|-----------|---------|---------|
| ～0.1mm    | 0.33    | 1.33    |
| 0.1～0.2mm | 0.33    | 0.33    |
| 0.2～0.3mm | 0.33    | 0.33    |
| 合計        | 0.33    | 2.00    |

---: ～0.1mm  
---: 0.1～0.2mm  
---: 0.2～0.3mm



計測ID: PIC111

測定時刻: 1991/ 1/ 9 11:11:31

測定: 1 回

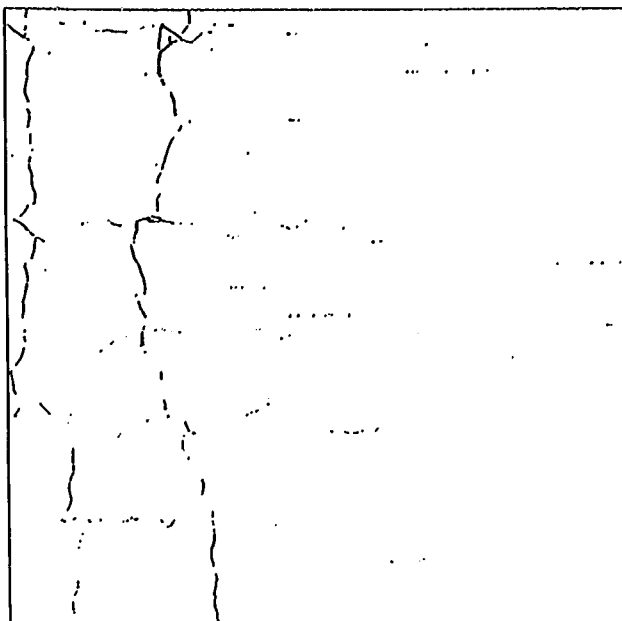
経度: 31.01 test

観測回数: (11111) 回

★クラック

| 濃度        |         |         |
|-----------|---------|---------|
| 密度        | X (a/g) | Y (a/g) |
| ～0.1mm    | 0.11    | 0.11    |
| 0.1～0.2mm | 0.11    | 0.11    |
| 0.2～      | 0.11    | 0.11    |
| 小計        | 1.11    | 1.11    |
| 合計        |         | 1.11    |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.2mm  
 ----- : 0.2～



計測ID: PIC112

測定時刻: 1991/ 1/ 9 11:53:11

測定: 3 回

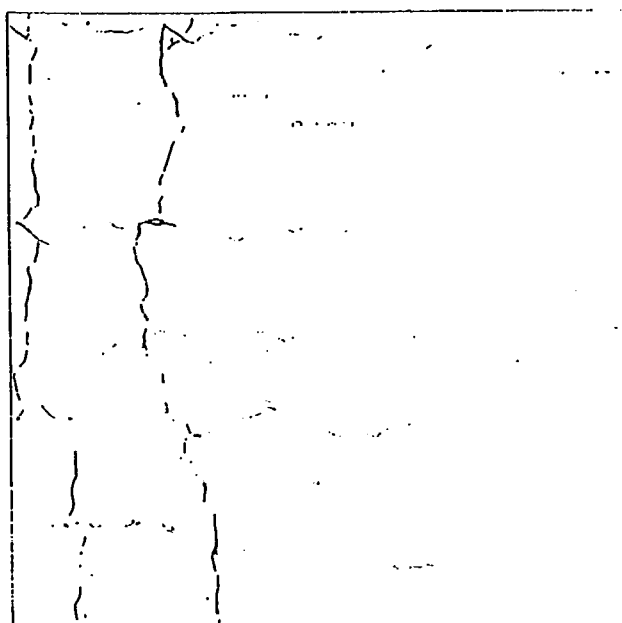
経度: 31.01 test

観測回数: (11111) 回

★クラック

| 濃度        |         |         |
|-----------|---------|---------|
| 密度        | X (a/g) | Y (a/g) |
| ～0.1mm    | 0.11    | 1.11    |
| 0.1～0.2mm | 0.11    | 0.11    |
| 0.2～      | 0.11    | 0.11    |
| 小計        | 1.11    | 1.11    |
| 合計        |         | 1.11    |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.2mm  
 ----- : 0.2～



計測ID: PIC113

測定時刻: 1991/ 1/ 9 13:11:11

測定: 4 回

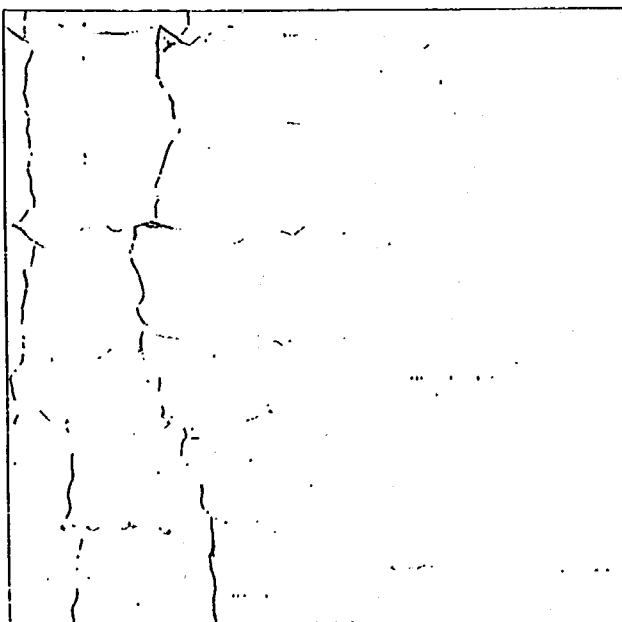
経度: 31.01 test

観測回数: (11111) 回

★クラック

| 濃度        |         |         |
|-----------|---------|---------|
| 密度        | X (a/g) | Y (a/g) |
| ～0.1mm    | 0.11    | 1.11    |
| 0.1～0.2mm | 0.11    | 0.11    |
| 0.2～      | 0.11    | 0.11    |
| 小計        | 1.11    | 1.11    |
| 合計        |         | 1.11    |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.2mm  
 ----- : 0.2～



計測ID: PRC111

測定時刻 1991/ 1/13 09:11:58

測定: 11 回

経度: 49.91 test

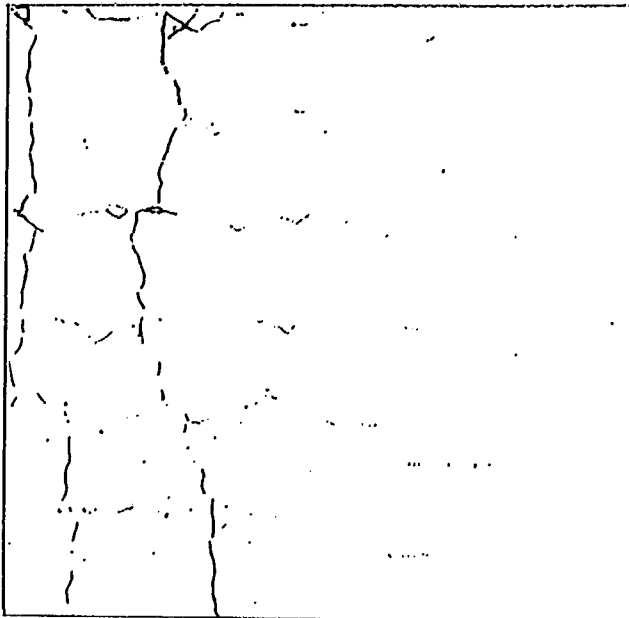
緯度回数: 115511 回

★クラック

精度 3500000

| 精度       | X (m) | Y (m) |
|----------|-------|-------|
| 0.1m     | 1.11  | 1.11  |
| 0.1~0.1m | 0.11  | 0.11  |
| 0.1~0.1m | 0.11  | 0.11  |
| 小計       | 1.11  | 1.11  |
| 合計       | 1.11  | 1.11  |

----- : 0.1m  
----- : 0.1~0.1m  
----- : 0.1~0.1m



計測ID: PRC111

測定時刻 1991/ 1/13 11:10:00

測定: 11 回

経度: 49.91 test

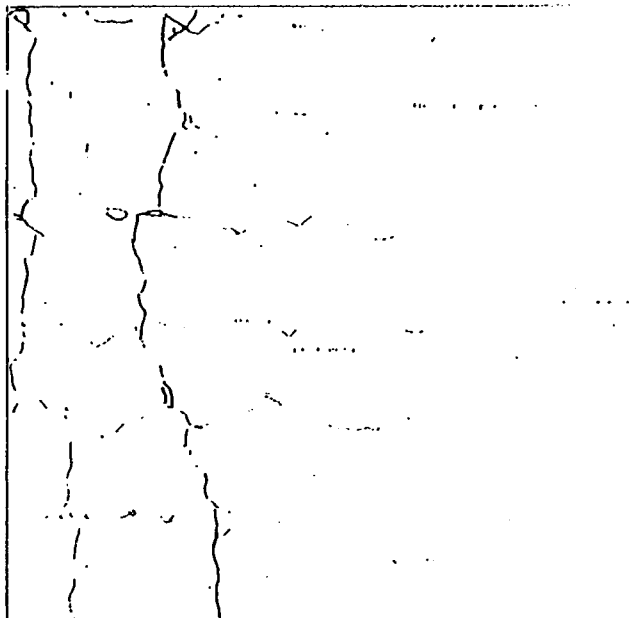
緯度回数: 500000 回

★クラック

精度 1515511

| 精度       | X (m) | Y (m) |
|----------|-------|-------|
| 0.1m     | 1.11  | 1.11  |
| 0.1~0.1m | 0.11  | 0.11  |
| 0.1~0.1m | 0.11  | 0.11  |
| 小計       | 1.11  | 1.11  |
| 合計       | 1.11  | 1.11  |

----- : 0.1m  
----- : 0.1~0.1m  
----- : 0.1~0.1m



計測ID: PRC111

測定時刻 1991/ 1/11 00:10:00

測定: 11 回

経度: 49.91 test

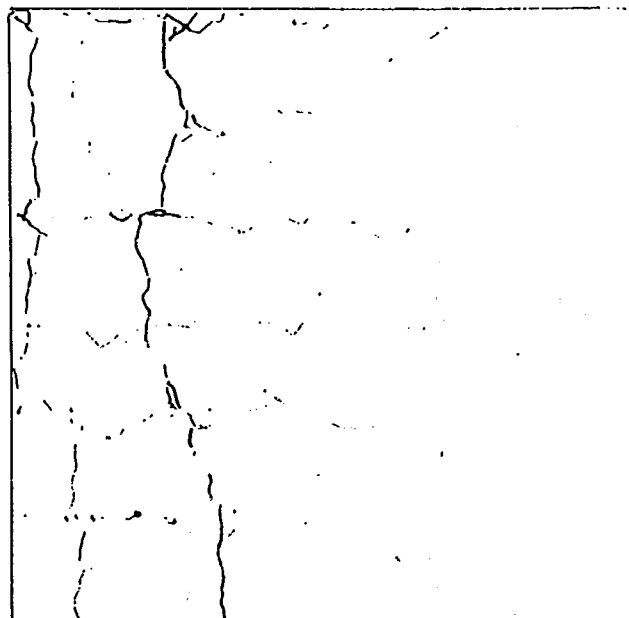
緯度回数: 500000 回

★クラック

精度 5000000

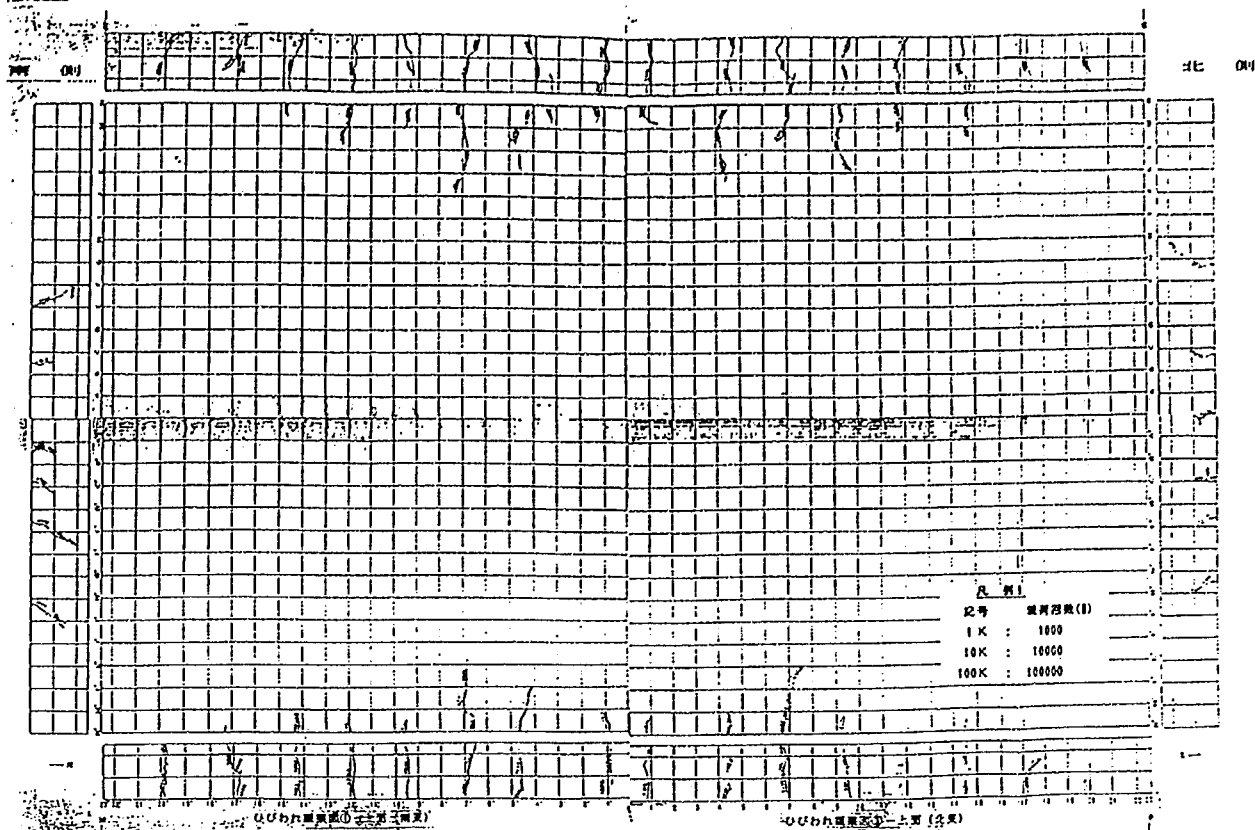
| 精度       | X (m) | Y (m) |
|----------|-------|-------|
| 0.1m     | 1.11  | 1.11  |
| 0.1~0.1m | 0.11  | 0.11  |
| 0.1~0.1m | 0.11  | 0.11  |
| 小計       | 1.11  | 1.11  |
| 合計       | 1.11  | 1.11  |

----- : 0.1m  
----- : 0.1~0.1m  
----- : 0.1~0.1m

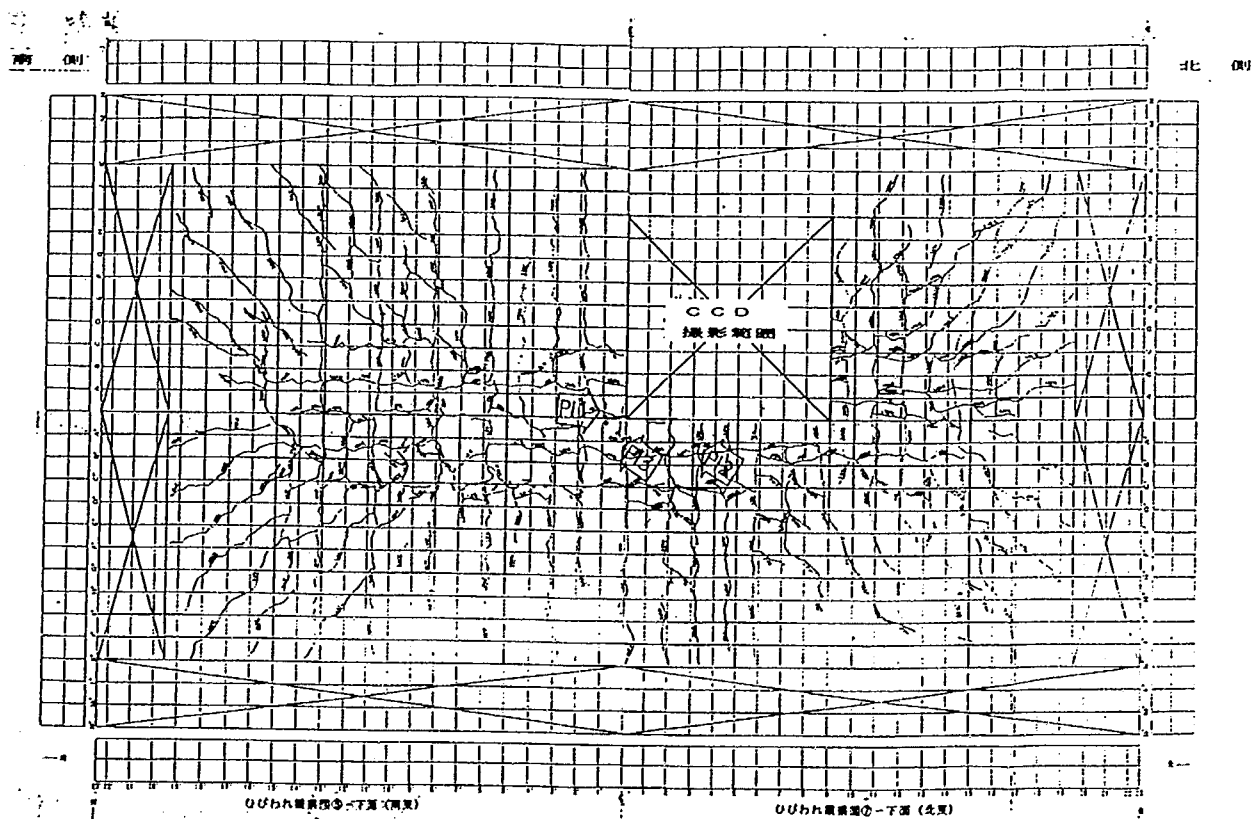


## 8) 最終ひび割れ状況

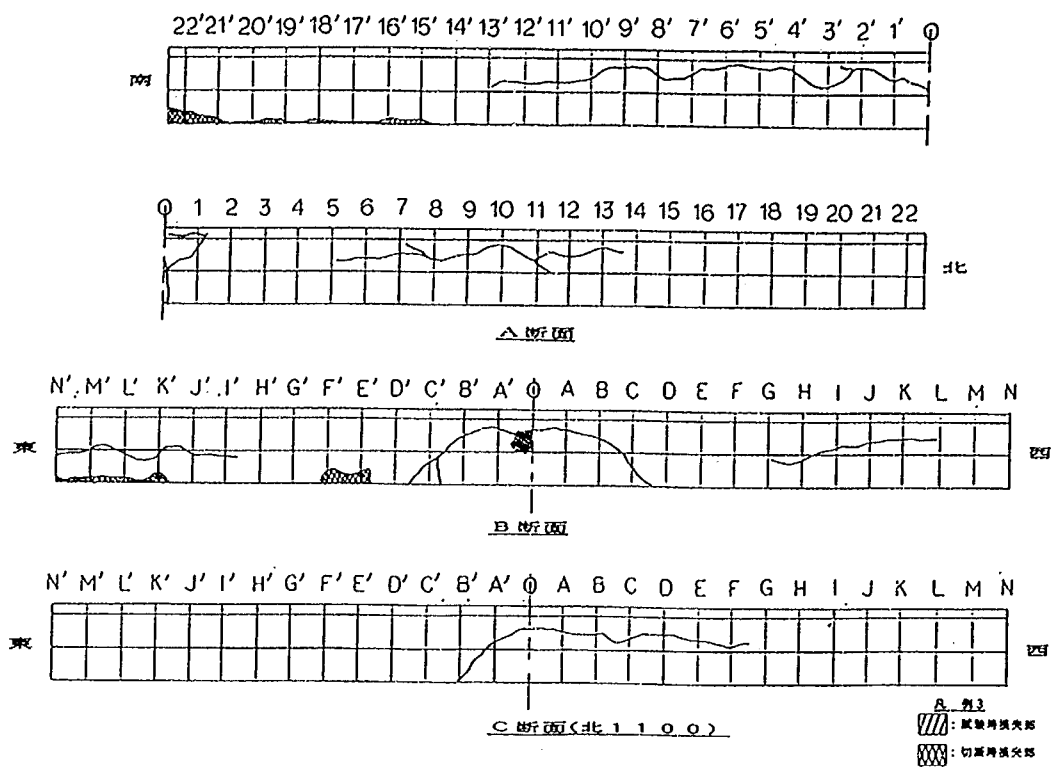




ひび割れ観察図 (PRC-1・上面)



ひび割れ観察図 (PRC-1・下面)

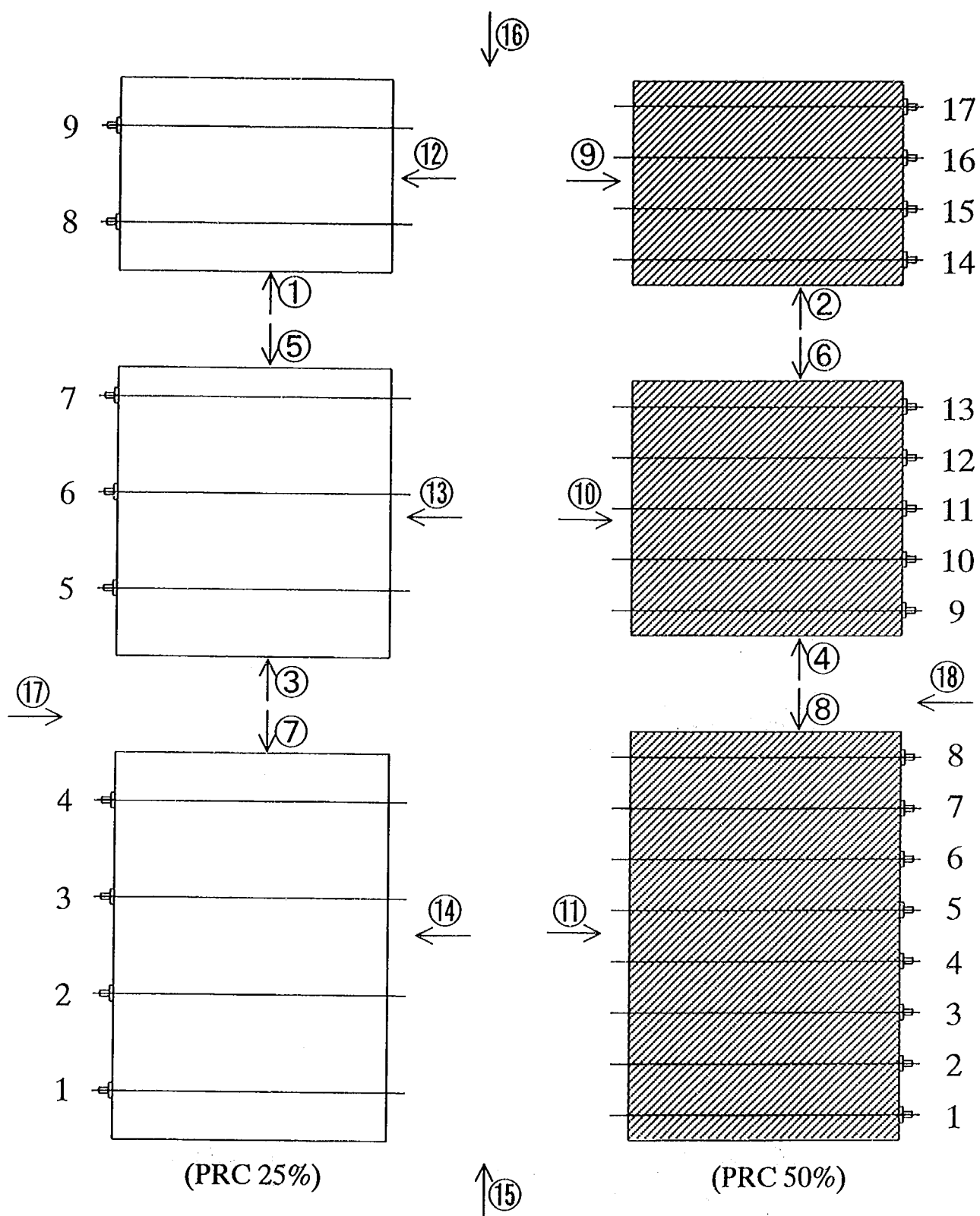


ひび割れ観察図 (PRC-1・内部)

9) 実験終了後の切断面写真

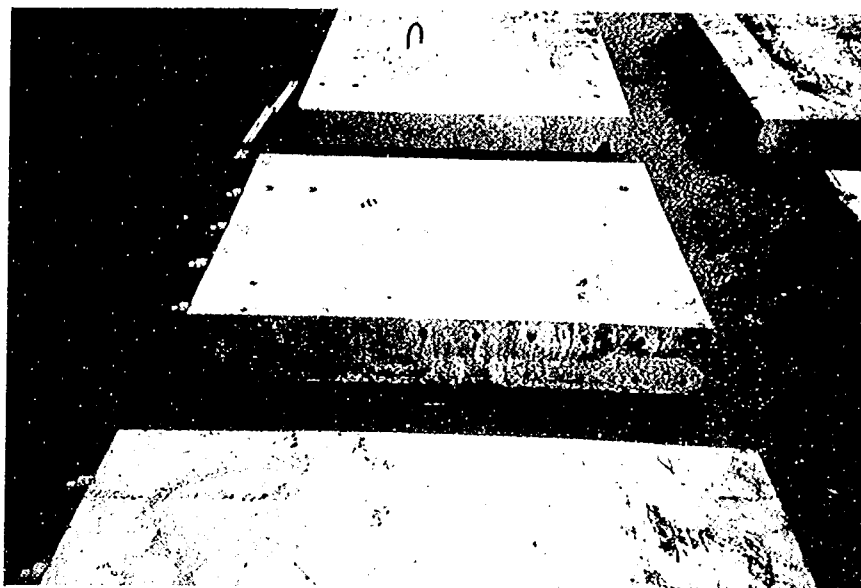


北(シャッター側)

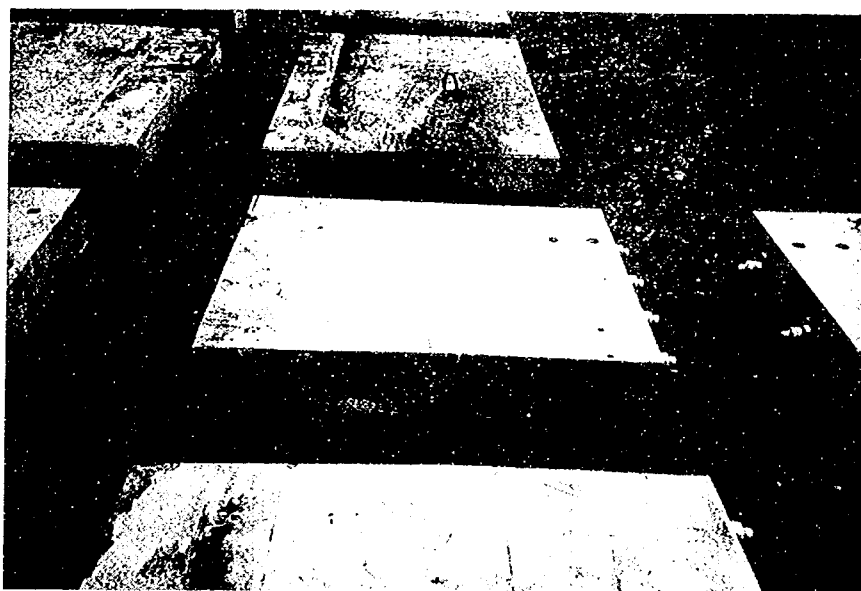


注1)矢印は写真を写した方向

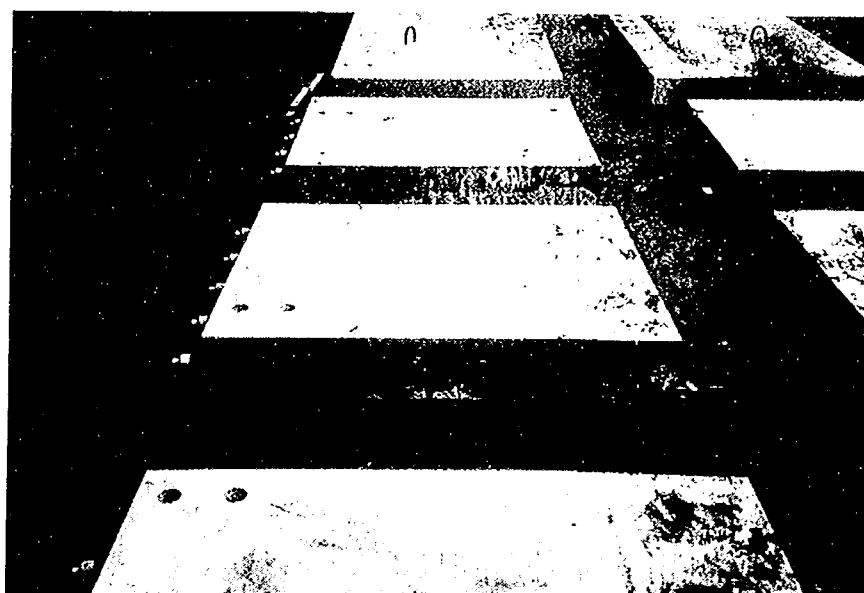
注2)番号は写真裏面の番号と同じ



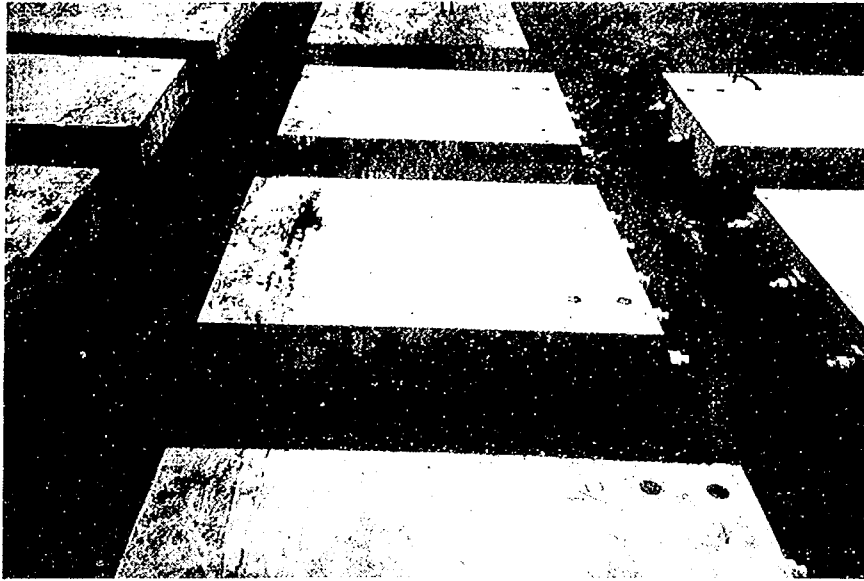
PRC50% ①



PRC50% ②



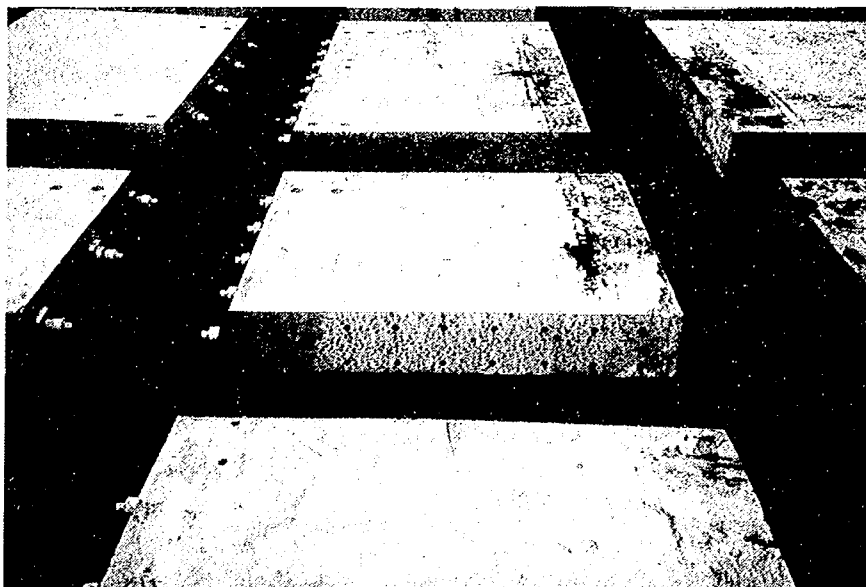
PRC50% ③



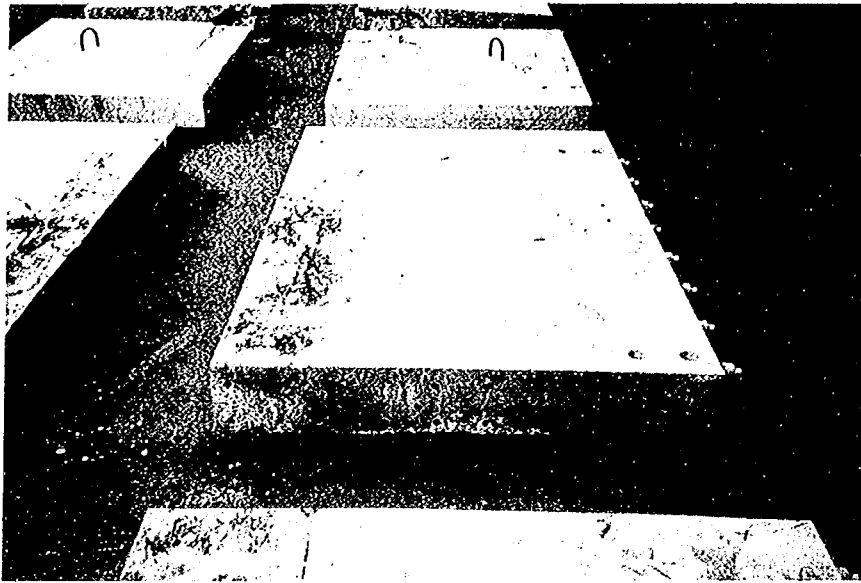
PRC50% ④



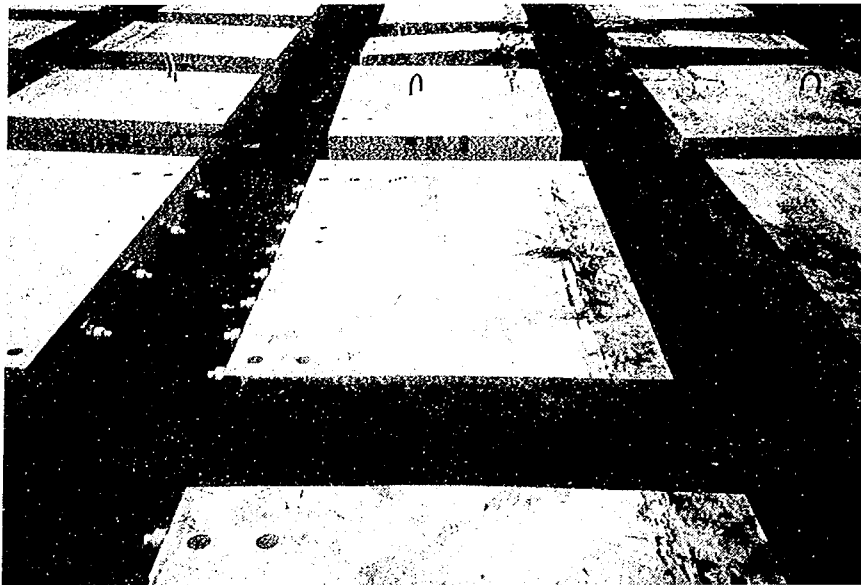
PRC50% ⑤



PRC50% ⑥



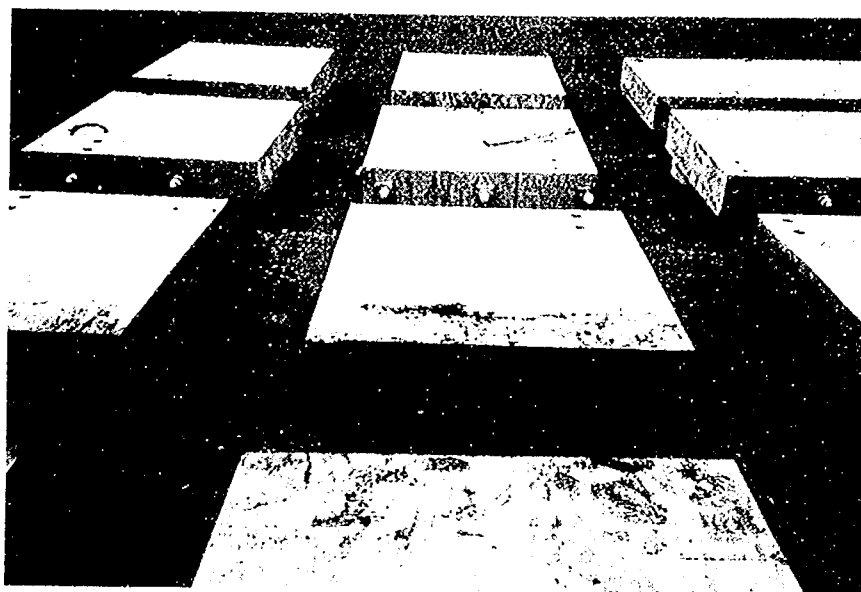
PRC50% ⑦



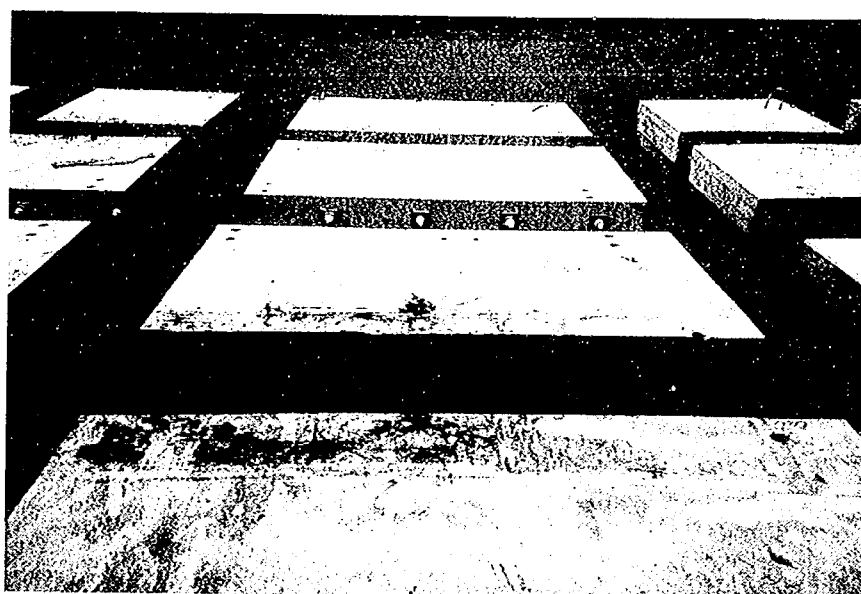
PRC50% ⑧



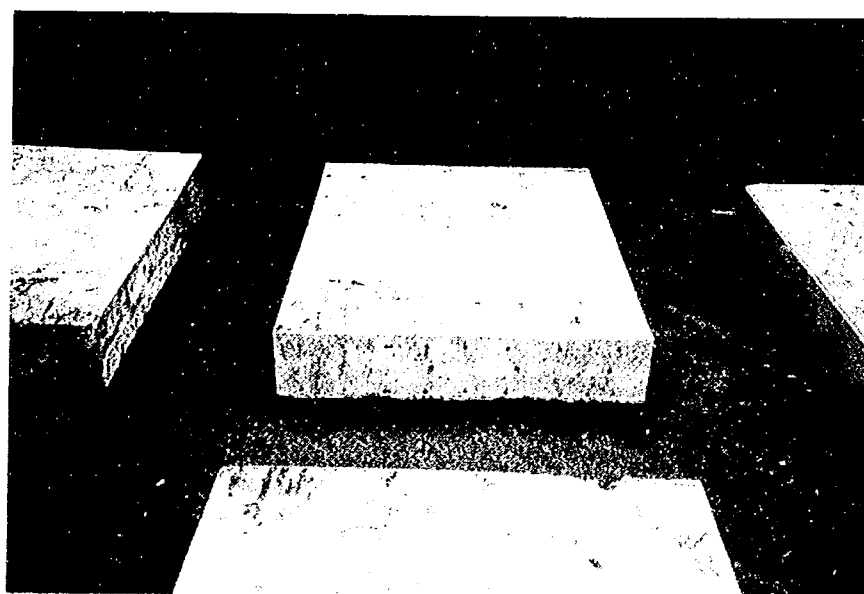
PRC50% ⑨



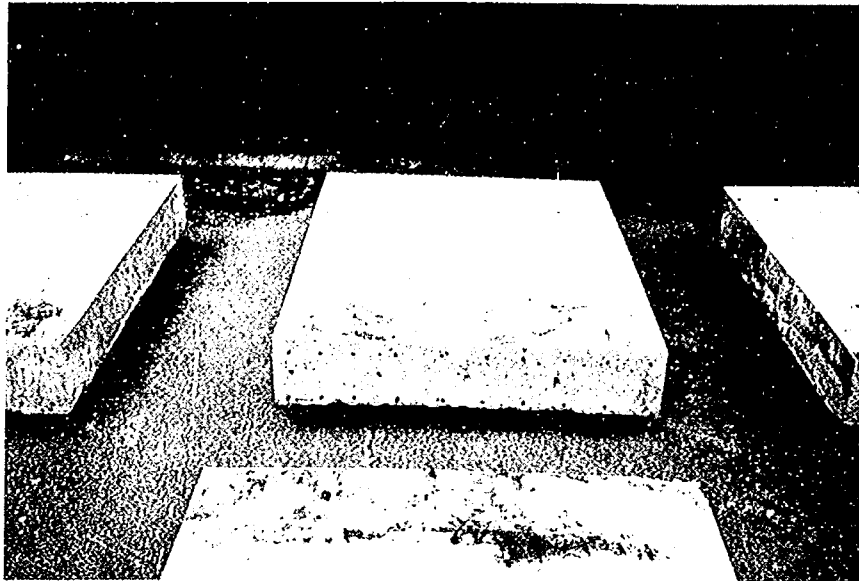
PRC50% ⑩



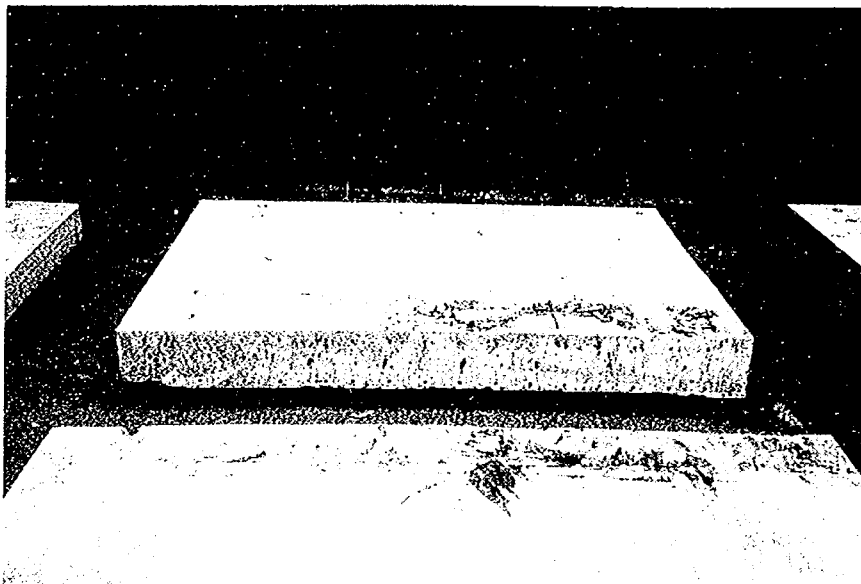
PRC50% ⑪



PRC50% ⑫



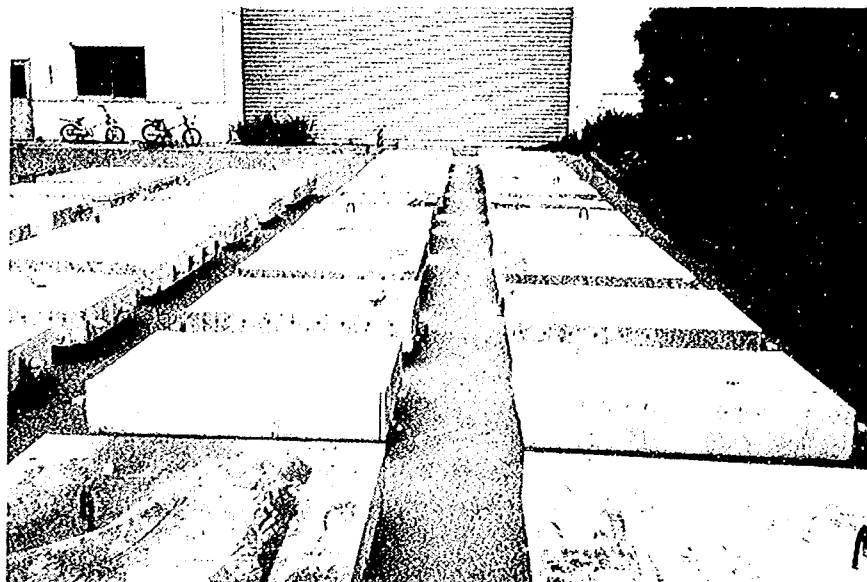
PRC50% ⑬



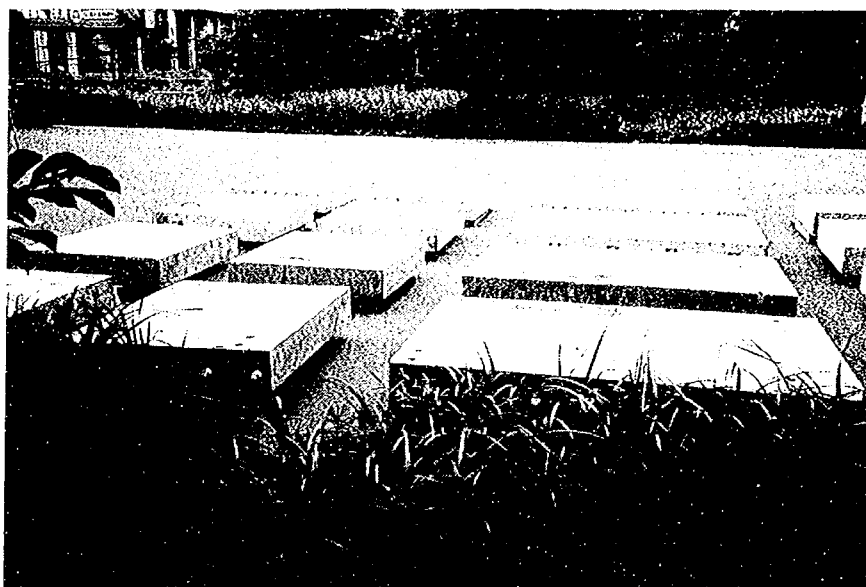
PRC50% ⑭



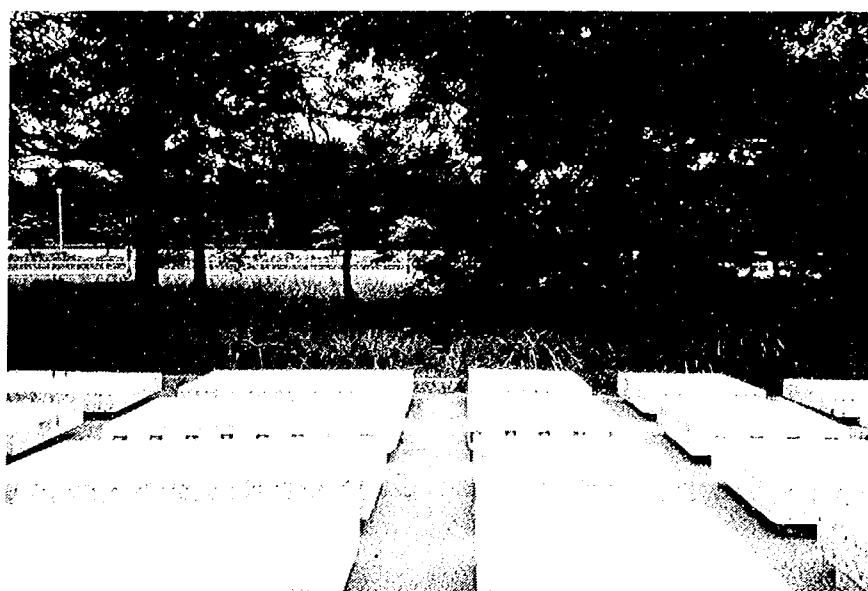
PRC50% ⑮



PRC50% ⑩



PRC50% ⑪

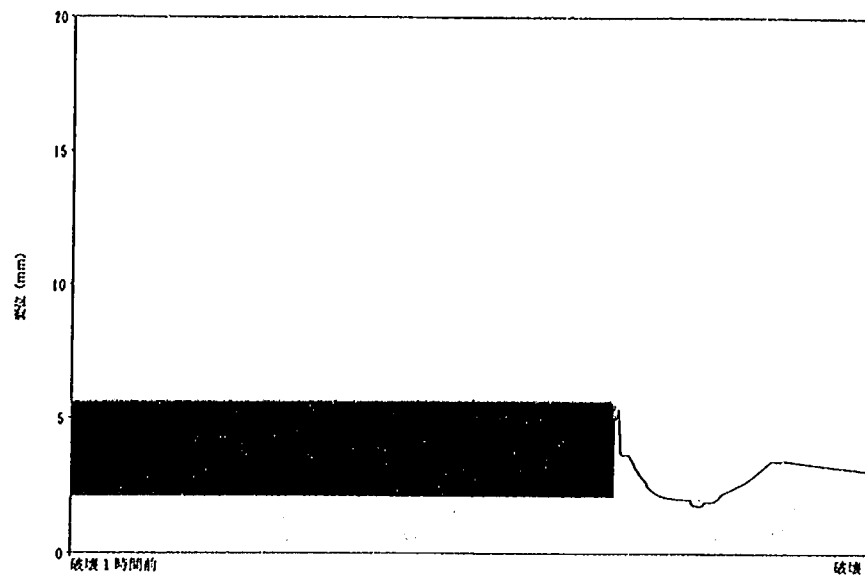


PRC50% ⑫

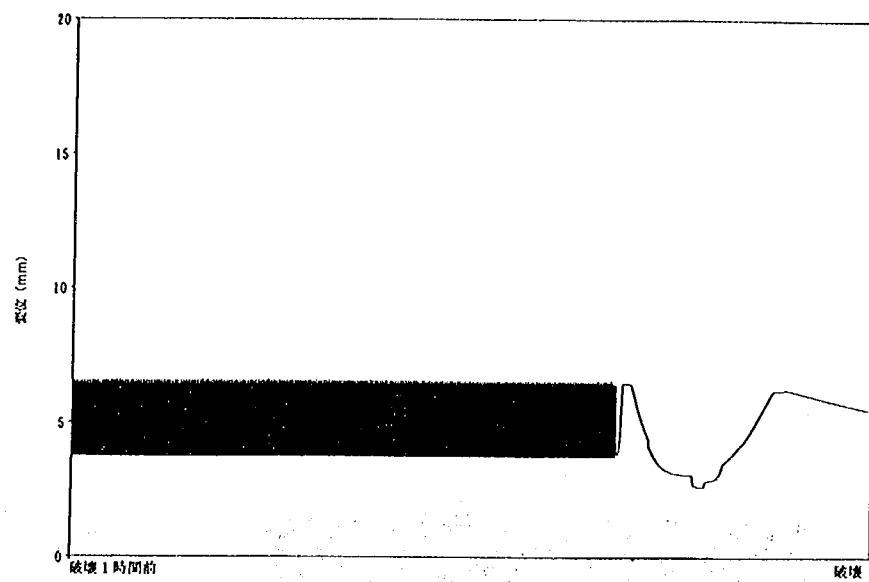


## 10) 破壊前 1 時間挙動

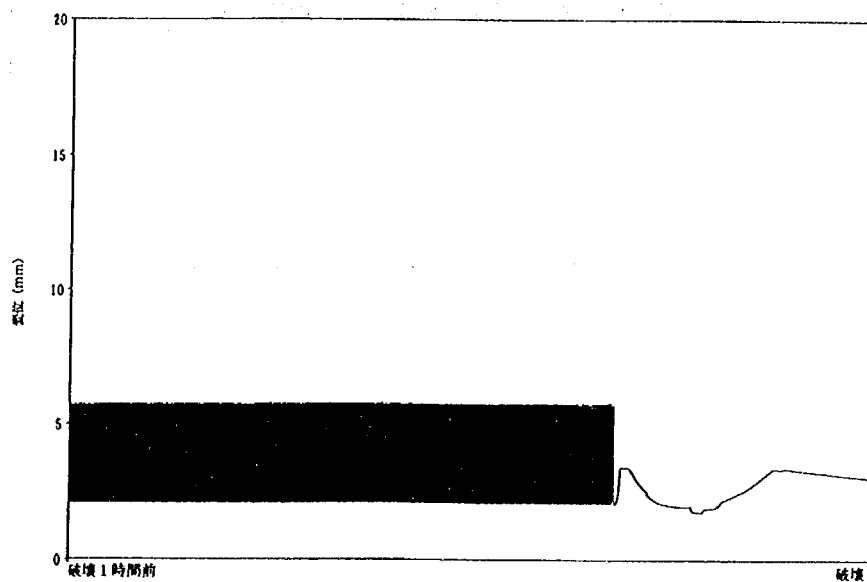




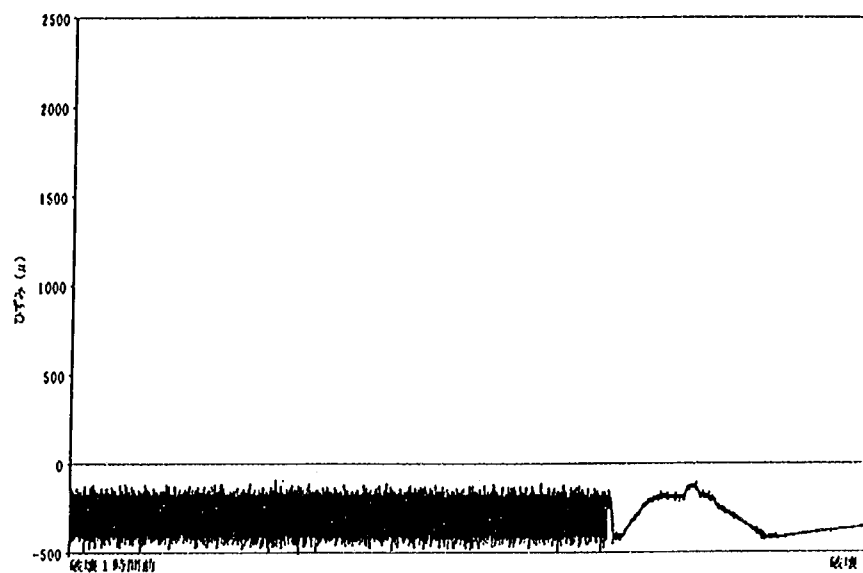
PRC床版(1) 供試体の短期計測：変位 (D-1)



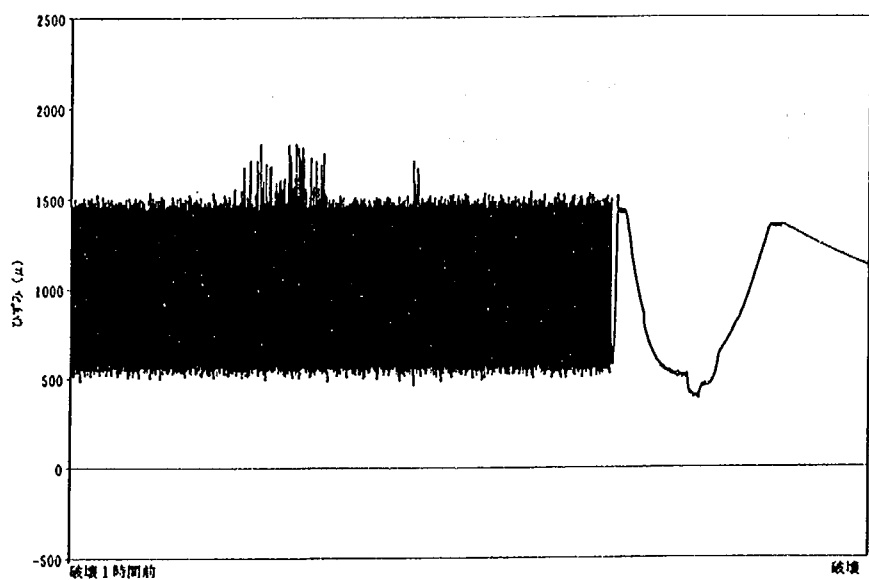
PRC床版(1) 供試体の短期計測：変位 (D-3)



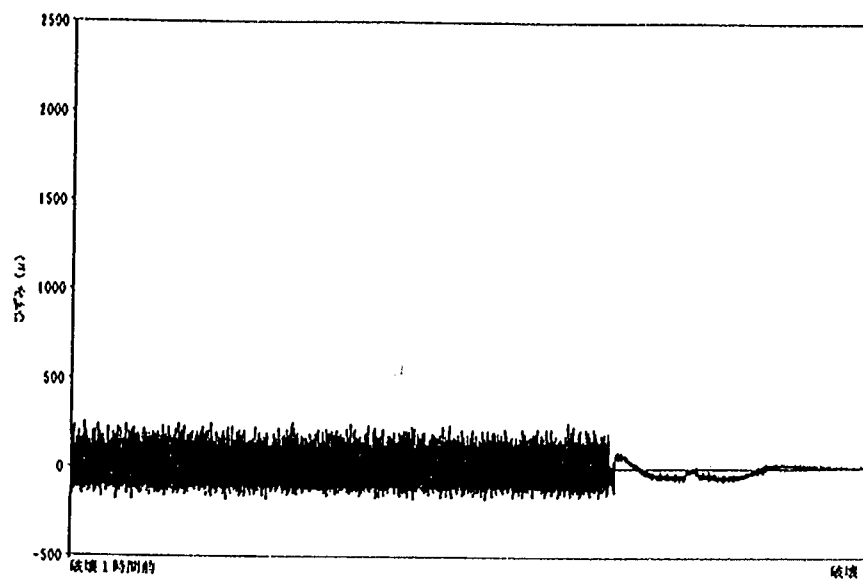
PRC床版(1) 供試体の短期計測：変位 (D-5)



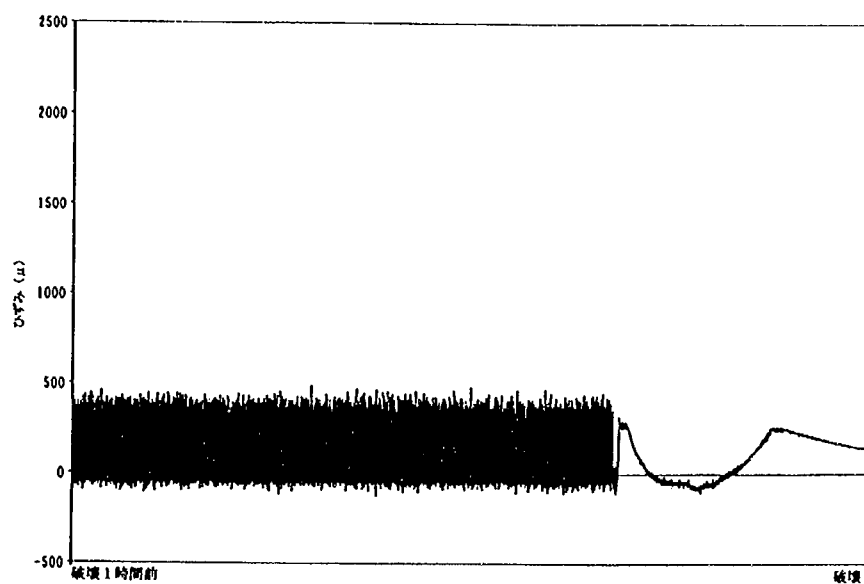
PRC床版(1) 供試体の短期計測：上主鉄筋ひずみ (TA5)



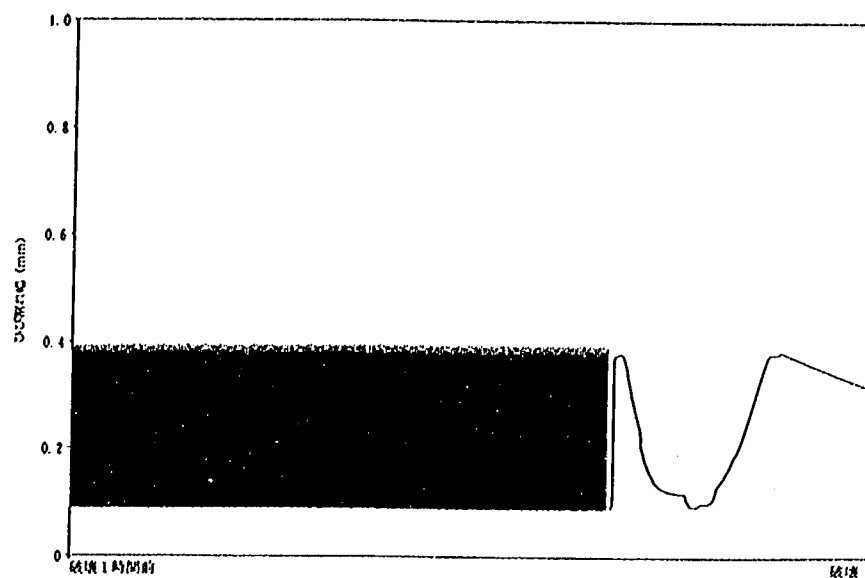
PRC床版(1) 供試体の短期計測：下主鉄筋ひずみ (BA5)



PRC床版(1) 供試体の短期計測: 上配力筋ひずみ (TC7)



PRC床版(1) 供試体の短期計測: 下配力筋ひずみ (BC7)



PRC床版(1) 供試体の短期計測：ひび割れ幅 (P13)

(3) P R C 2 5 % 供試体実験結果

- 1) 材料試験結果 (①コンクリート、②鉄筋、③P C 鋼線)
- 2) 載荷回数と床版変位との関係
- 3) 載荷回数と床版ひずみとの関係
- 4) 載荷回数と鉄筋ひずみとの関係
- 5) 載荷回数とクラック幅との関係
- 6) 載荷回数とひび割れ密度との関係
- 7) C C D カメラによる床版下面ひび割れ状況の時系列変化
- 8) 最終ひび割れ状況
- 9) 実験終了後の切断面写真
- 10) 破壊前 1 時間挙動

1) 材料試験結果 (①コンクリート、②鉄筋、③P C 鋼線)



# コンクリート強度試験結果

供試体名：PRC-2

試験材令：12/16, 材令66日

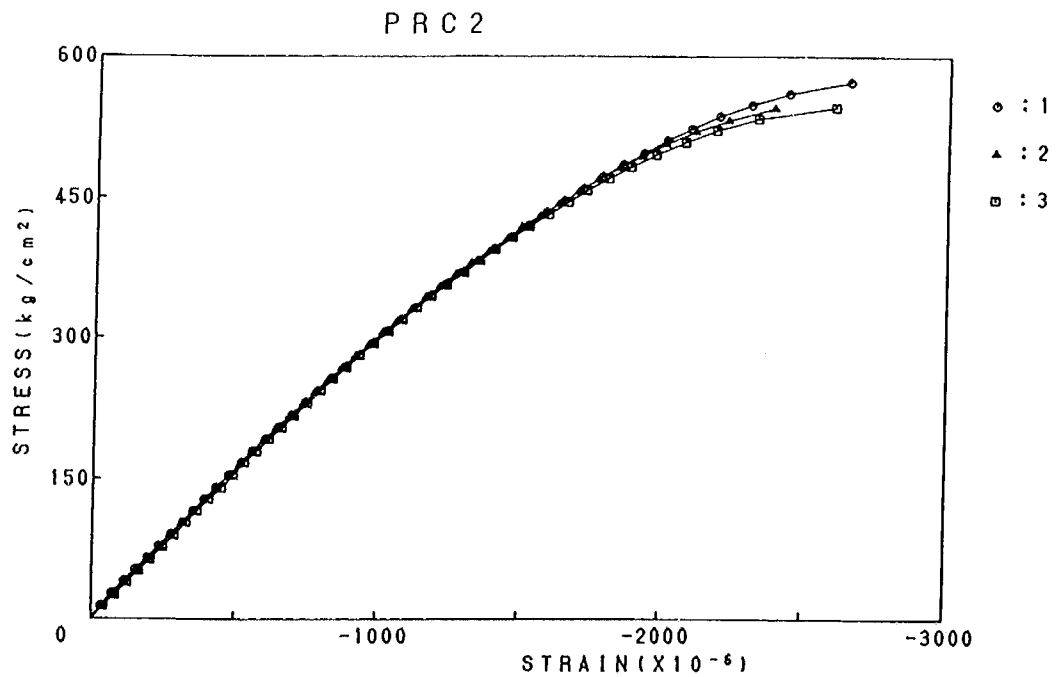
実施時期：載荷試験前

## 圧縮強度試験

| 番 号 | 直 径<br>(mm) | 断面積<br>(cm <sup>2</sup> ) | 最大荷重<br>(tonf) | 圧縮強度<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | 静弾性係数<br>( $\times 10^5$ kg/d) | ポアソン比 |
|-----|-------------|---------------------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|
| 1   | 100.00      | 78.54                     | 44.69          | 569                            | 3.10                           | 0.178 |
| 2   | 100.33      | 79.05                     | 41.96          | 531                            | 3.17                           | 0.173 |
| 3   | 100.13      | 78.74                     | 43.11          | 548                            | 3.08                           | 0.182 |
| 平均値 |             |                           |                | 549                            | 3.12                           | 0.178 |

## 引張強度試験

| 番 号 | 直 径<br>(mm) | 長 さ<br>(mm) | 最大荷重<br>(tonf) | 引張強度<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | 備 考 |
|-----|-------------|-------------|----------------|--------------------------------|-----|
| 1   | 100.18      | 194.28      | 9.10           | 29.8                           |     |
| 2   | 100.40      | 194.80      | 10.90          | 35.5                           |     |
| 3   | 100.25      | 194.40      | 10.62          | 34.6                           |     |
| 平均値 |             |             |                | 33.3                           |     |



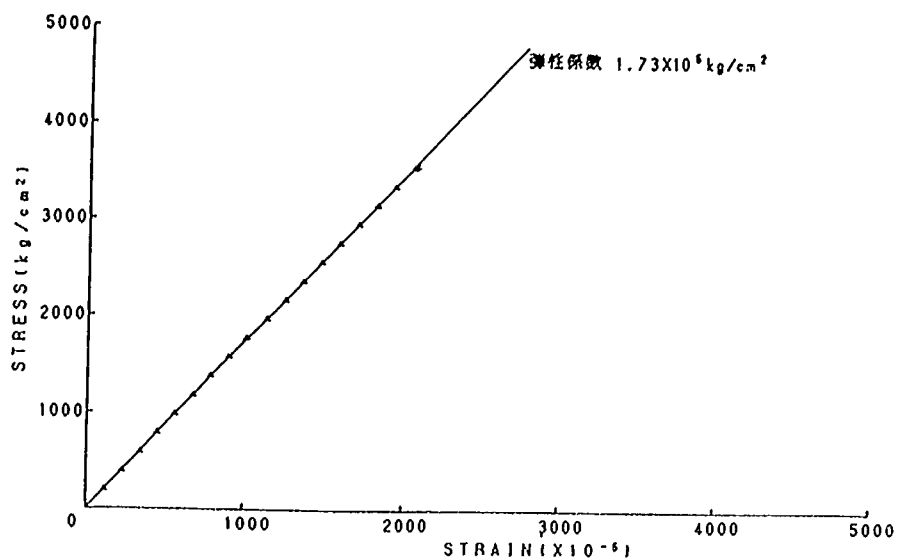
コンクリート圧縮応力-ひずみ線図

# 鉄筋の引張強度試験結果

\* P R C 床版

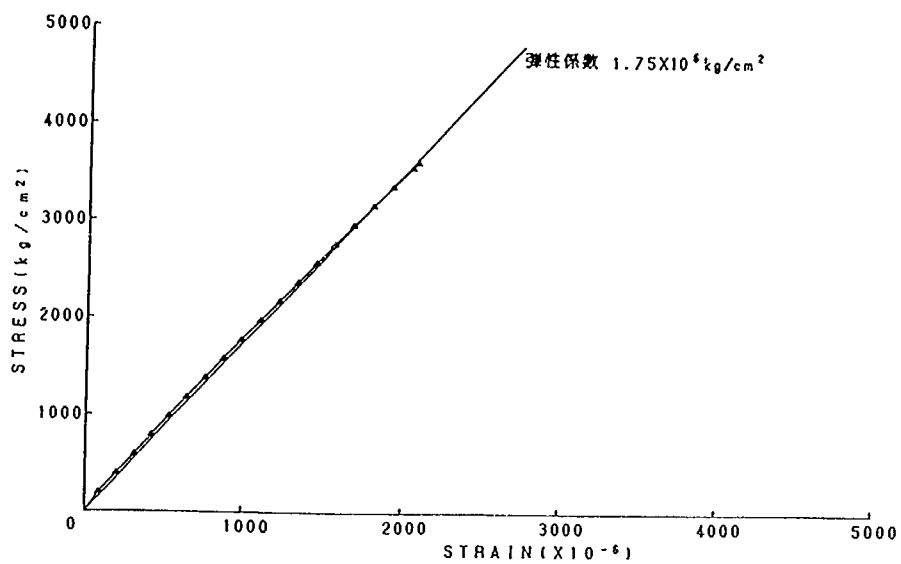
| 鉄筋の種類 | 降伏荷重  | 最大荷重  | 降伏点応力                 | 降伏点ひずみ               | 引張強さ                  | 降点距離 (mm) |        | 伸び   | 公称断面積              |
|-------|-------|-------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------|--------|------|--------------------|
|       | (tf)  | (tf)  | (kg/cm <sup>2</sup> ) | ( $\times 10^{-6}$ ) | (kg/cm <sup>2</sup> ) | 試験前       | 試験     | (%)  | (cm <sup>2</sup> ) |
| D13-1 | 4.52  | 6.75  | 3567                  | 2077                 | 5328                  | 104.30    | 124.20 | 19.1 |                    |
| -2    | 4.57  | 6.77  | 3607                  | 2078                 | 5343                  | 104.95    | 126.30 | 20.3 | 1.267              |
| -3    | 4.53  | 6.68  | 3575                  | 2083                 | 5272                  | 104.75    | 123.80 | 18.2 |                    |
| 平均値   | —     | —     | 3583                  | 2079                 | 5314                  | —         | —      |      |                    |
| D19-1 | 10.12 | 15.52 | 3532                  | 1978                 | 5417                  | 153.50    | 184.30 | 19.9 |                    |
| -2    | 10.35 | 15.64 | 3613                  | —                    | 5459                  | 152.20    | 183.90 | 20.8 | 2.865              |
| -3    | 10.34 | 15.54 | 3609                  | 1950                 | 5424                  | 152.10    | 183.40 | 20.6 |                    |
| 平均値   | —     | —     | 3585                  | 1964                 | 5433                  | —         | —      |      |                    |
| PC -1 |       | 25.30 |                       |                      |                       |           |        |      |                    |
| 2     |       | 25.50 |                       |                      |                       |           |        |      |                    |
| 3     |       | 25.70 |                       |                      |                       |           |        |      |                    |
| 平均値   |       | 25.50 |                       |                      |                       |           |        |      |                    |

D13-1



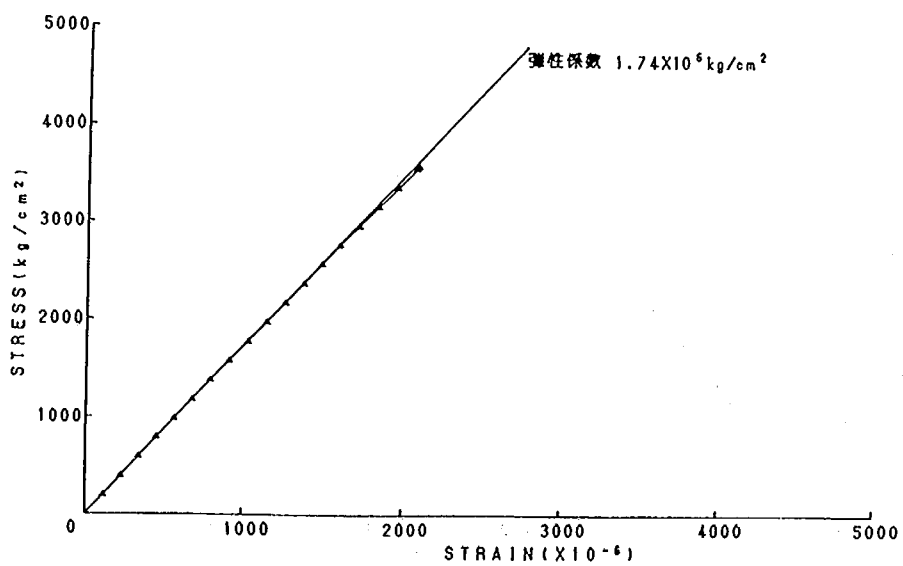
鉄筋引張応力-ひずみ線図

D13-2



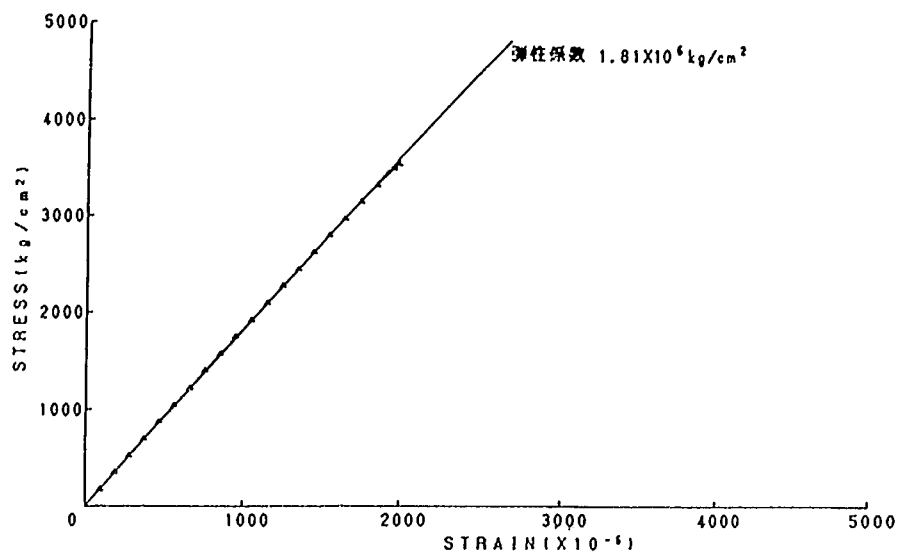
鉄筋引張応力-ひずみ線図

D13-3



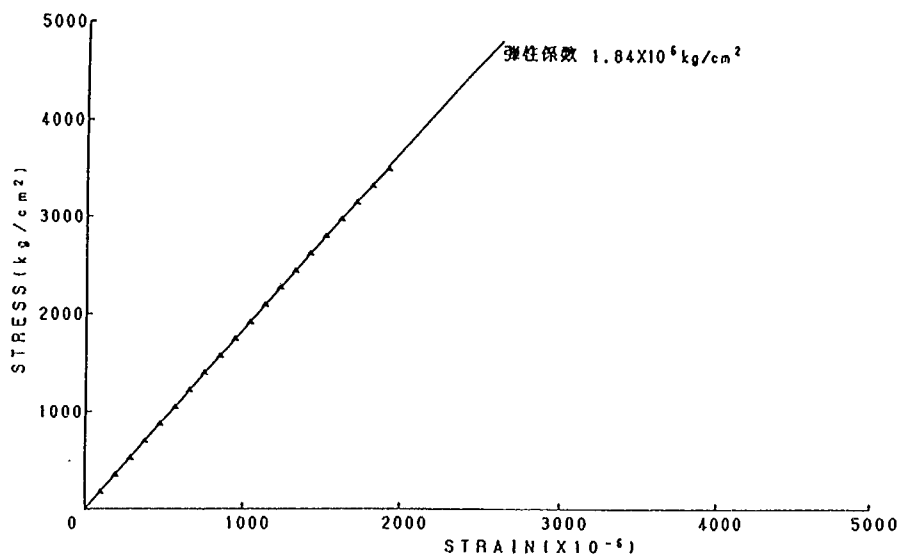
鉄筋引張応力-ひずみ線図

D19-1



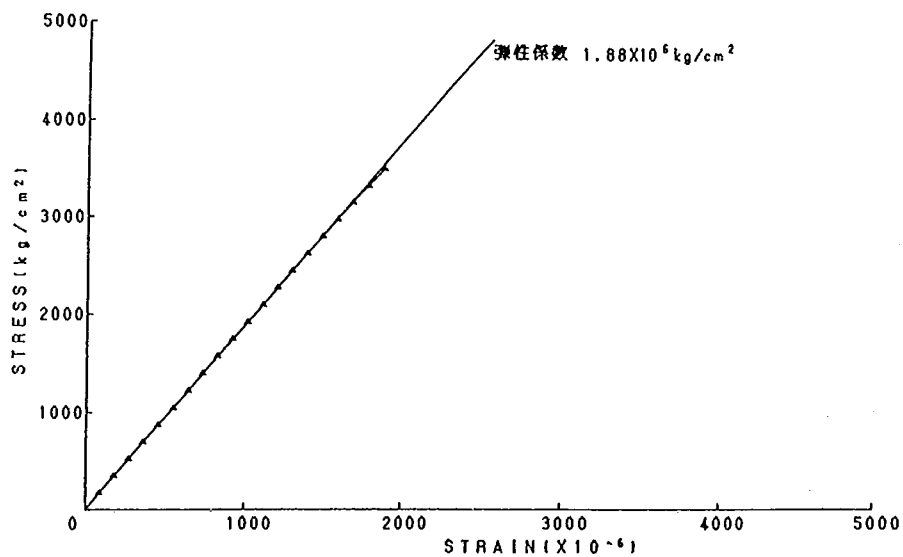
鉄筋引張応力-ひずみ線図

D19-2



鉄筋引張応力-ひずみ線図

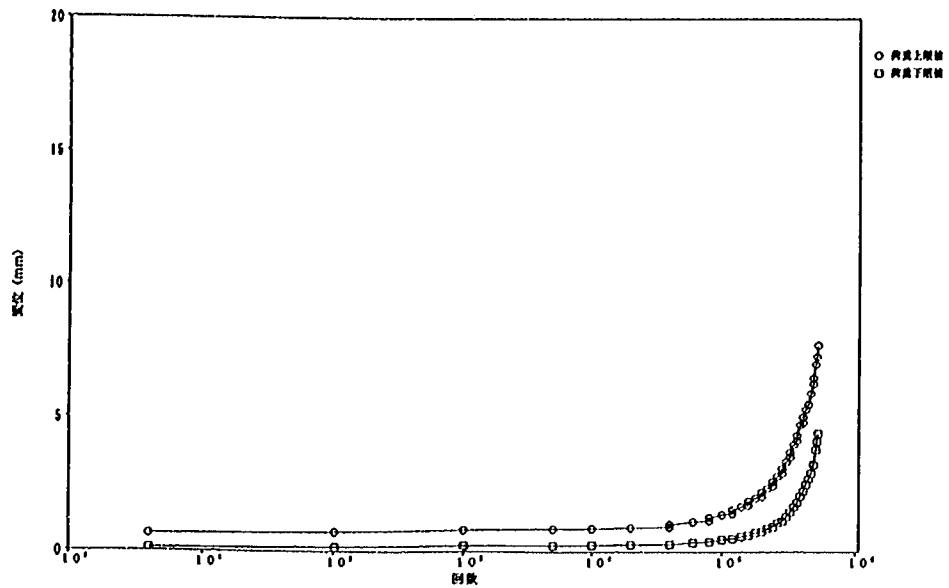
D19-3



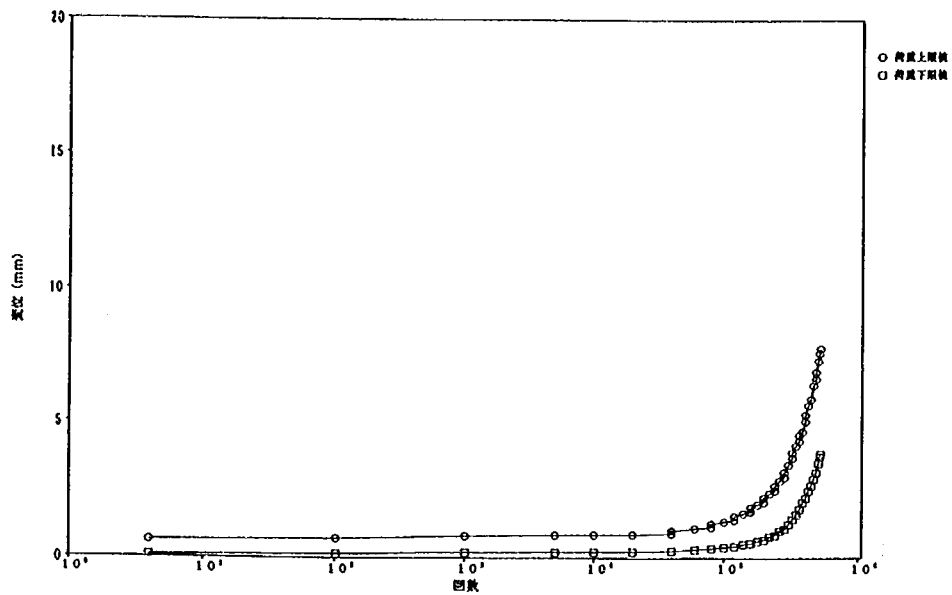
鉄筋引張応力-ひずみ線図

## 2) 載荷回数と床版変位との関係

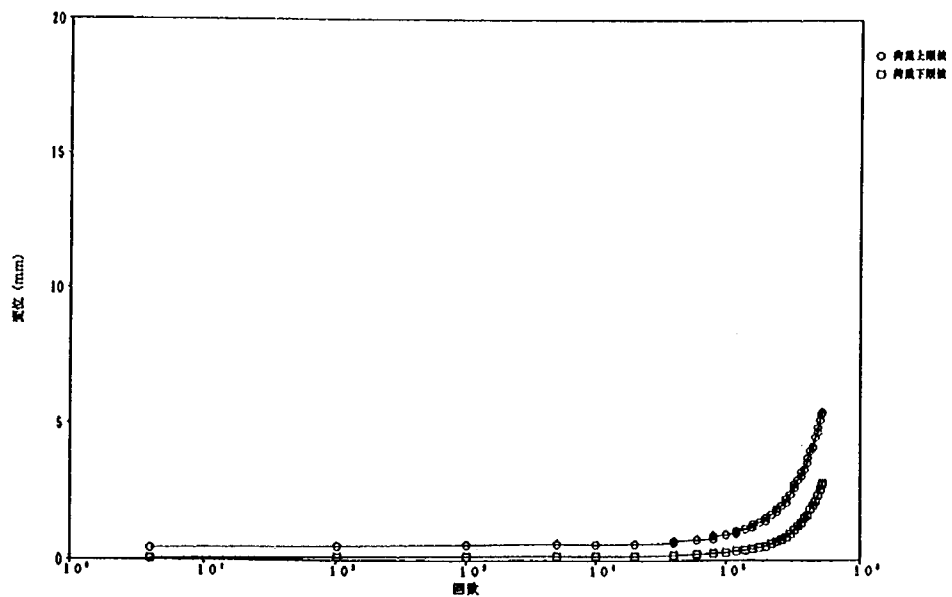




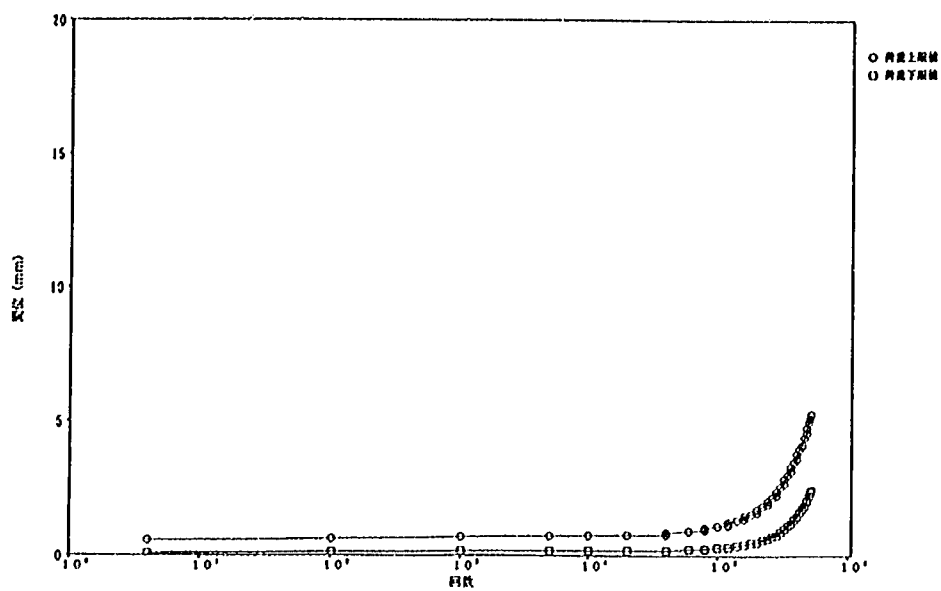
PRC-2 供試体の静的 (静的データ) : 変位 (D-2)



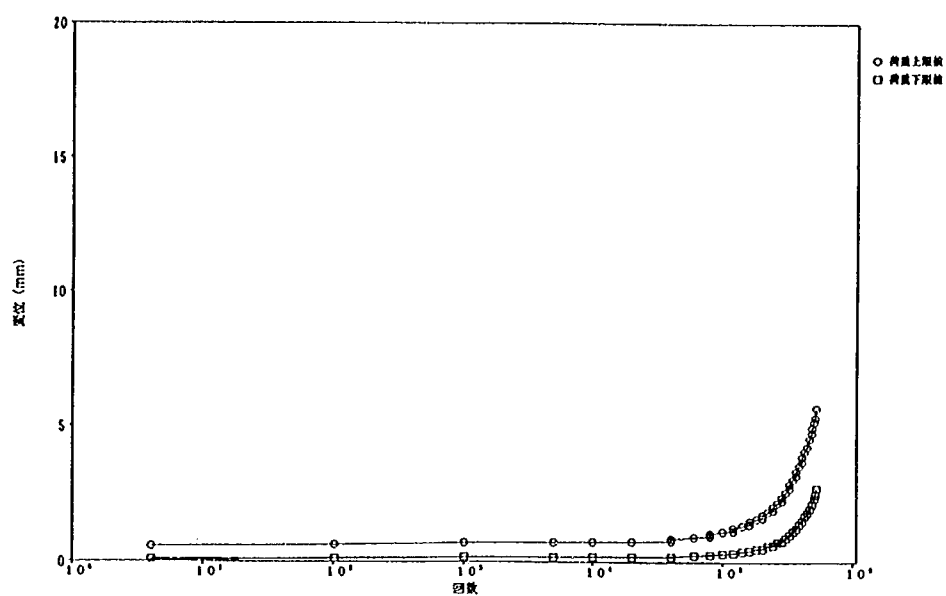
PRC-2 供試体の静的 (静的データ) : 変位 (D-4)



PRC-2 供試体の静的 (動的データ) : 変位 (D-5)



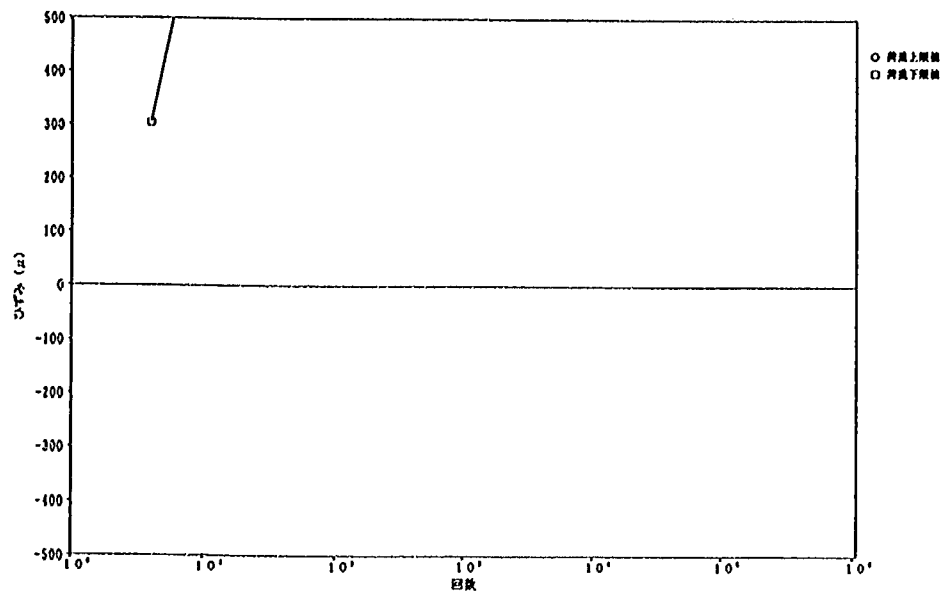
PRC-2 供試体の静的 (静的データ) : 変位 (D-6)



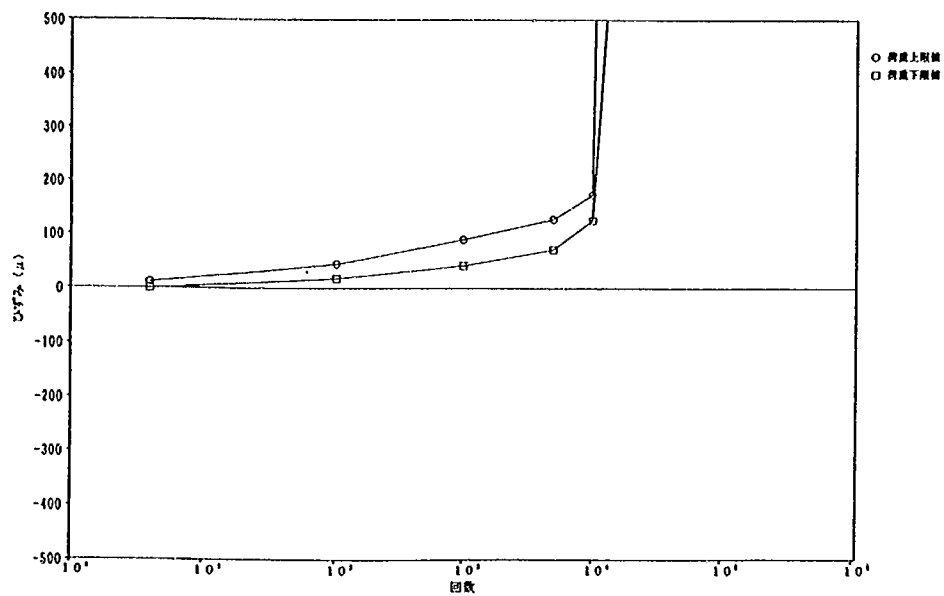
PRC-2 供試体の静的 (静的データ) : 変位 (D-7)

### 3) 載荷回数と床版ひずみとの関係

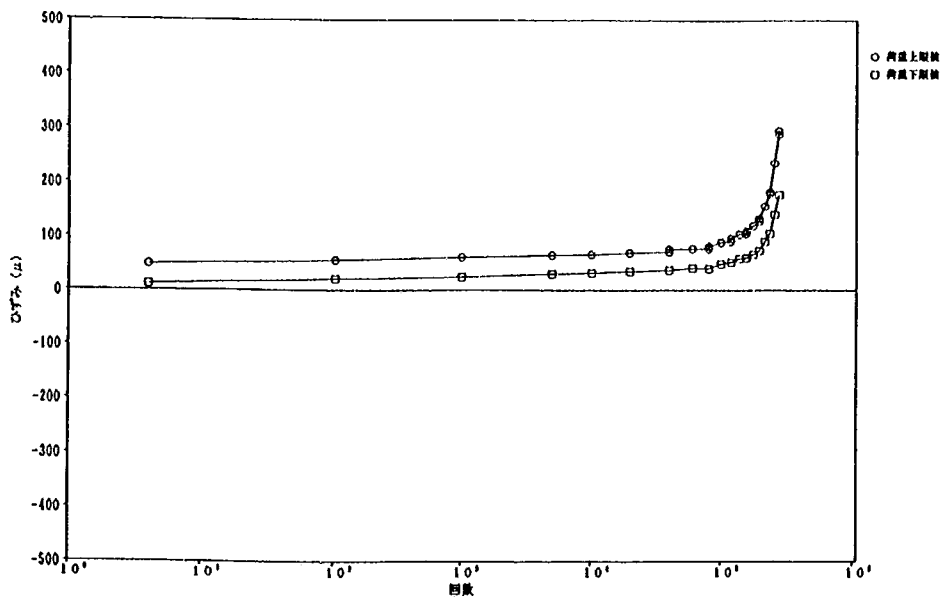




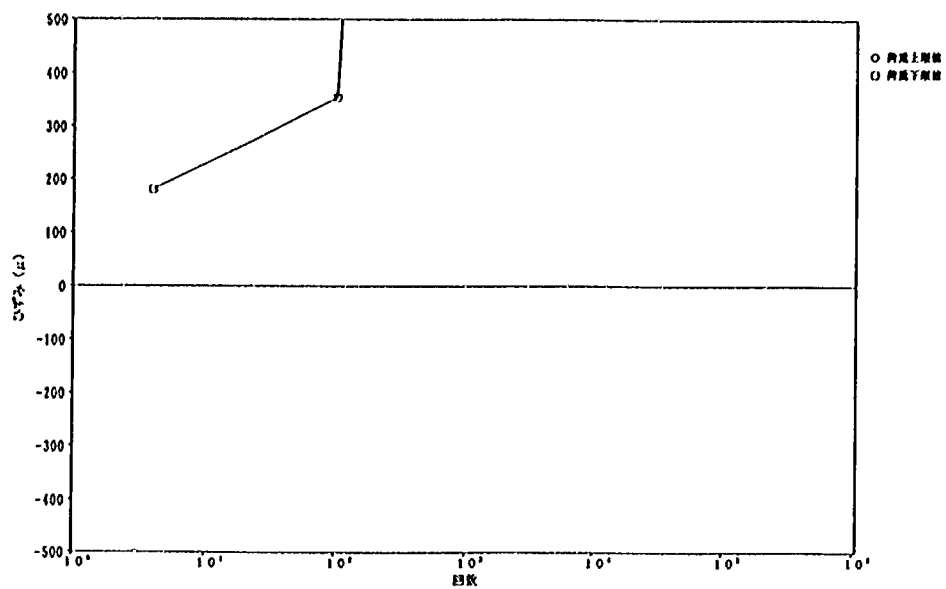
PRC-2 供試体の静的 (静的データ) : コンクリートひずみ (E2)



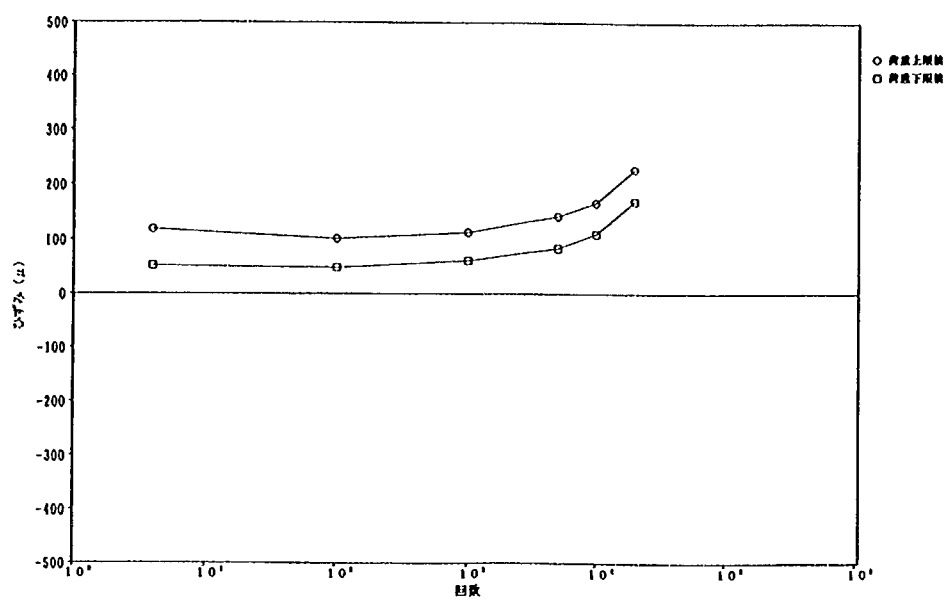
PRC-2 供試体の静的 (静的データ) : コンクリートひずみ (E3)



PRC-2 供試体の静的 (静的データ) : コンクリートひずみ (E4)



PRC-2 供試体の静的（静的データ）：コンクリートひずみ（E5）

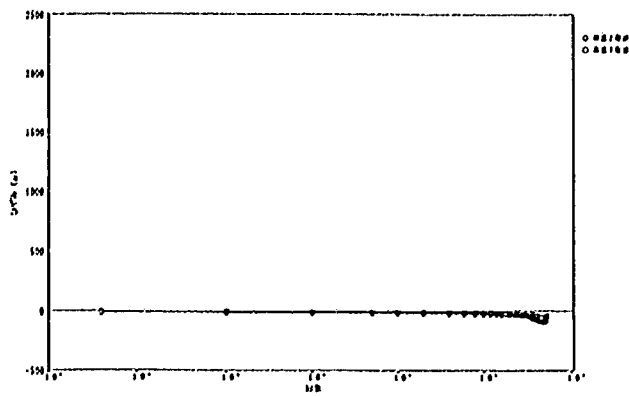


PRC-2 供試体の静的（静的データ）：コンクリートひずみ（E6）

#### 4) 載荷回数と鉄筋ひずみとの関係

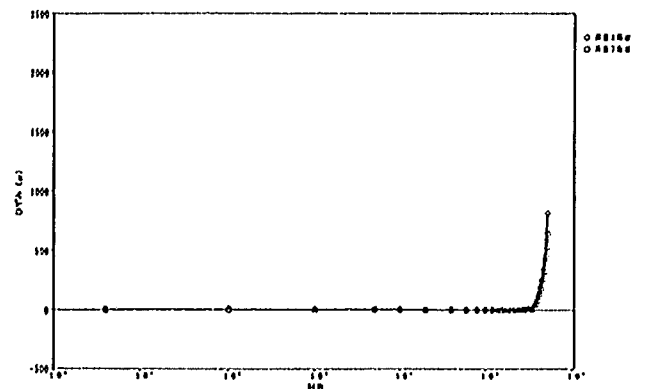


上側鉄筋

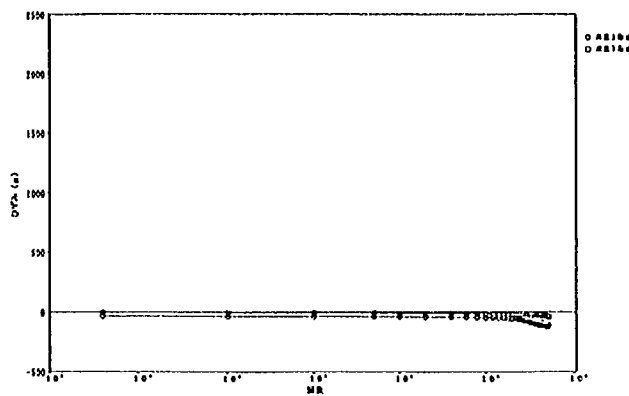


PRC-2供試体の静的(静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側TA1)

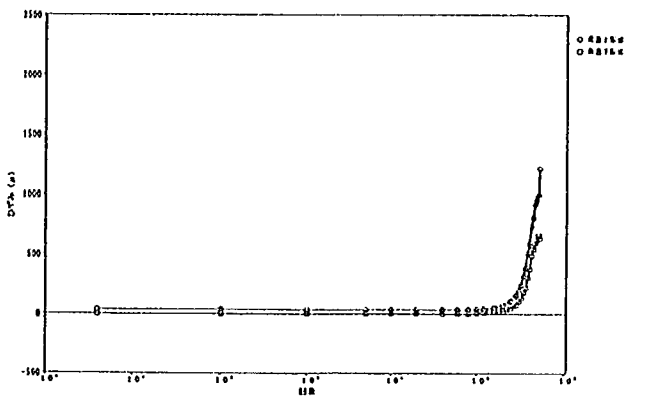
下側鉄筋



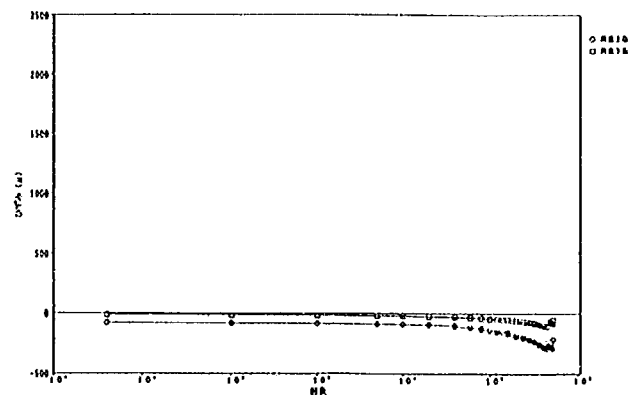
PRC-2供試体の静的(静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側BA1)



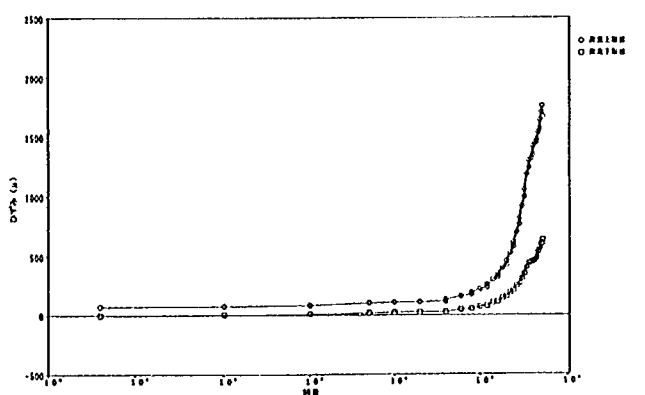
PRC-2供試体の静的(静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側TA2)



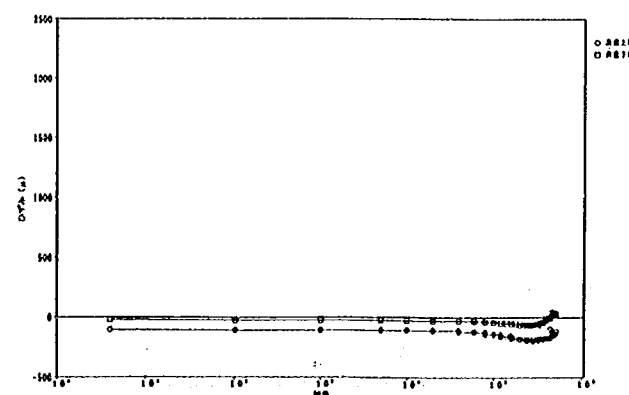
PRC-2供試体の静的(静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側BA2)



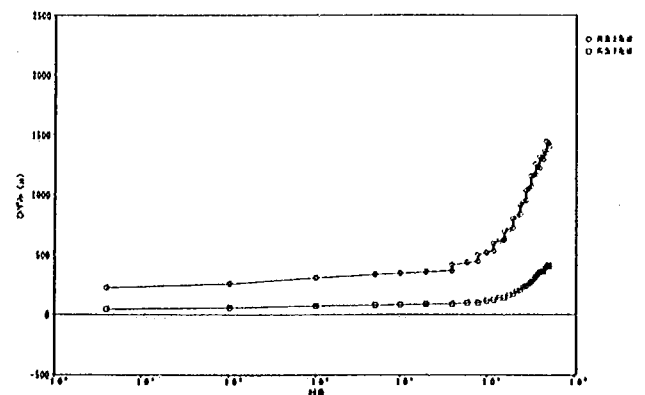
PRC-2供試体の静的(静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側TA3)



PRC-2供試体の静的(静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側BA3)

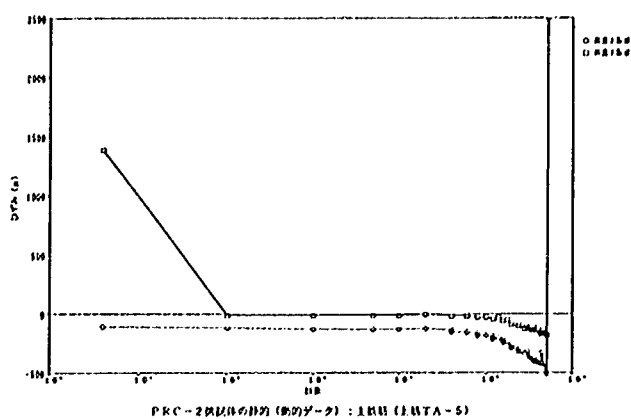


PRC-2供試体の静的(静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側TA4)



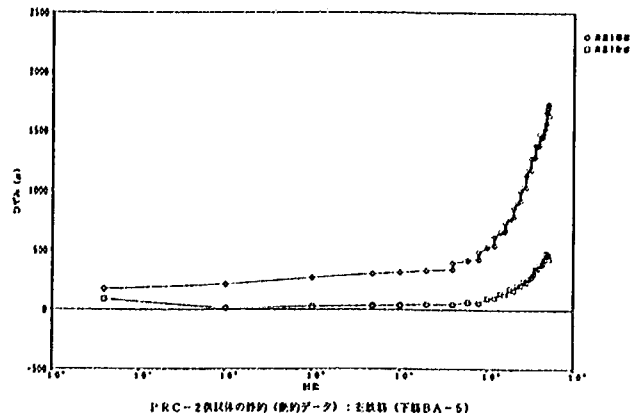
PRC-2供試体の静的(静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側BA4)

上側鉄筋

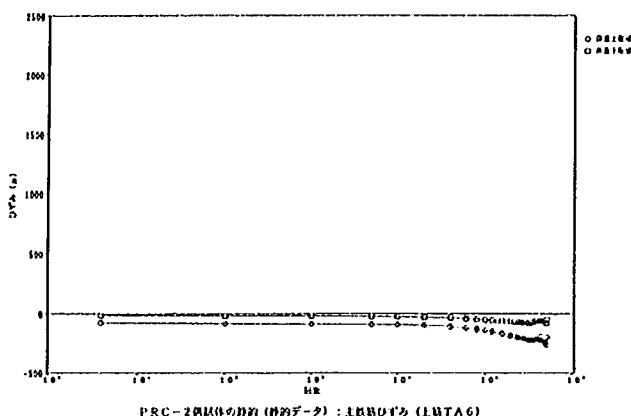


PRC-2鉄筋の静的 (静的データ) : 主鉄筋 (上側TA-5)

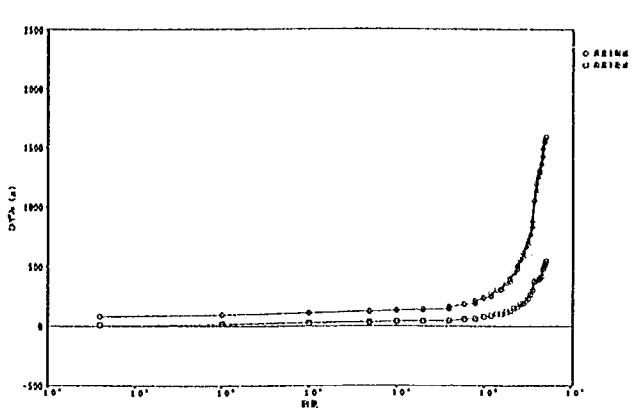
下側鉄筋



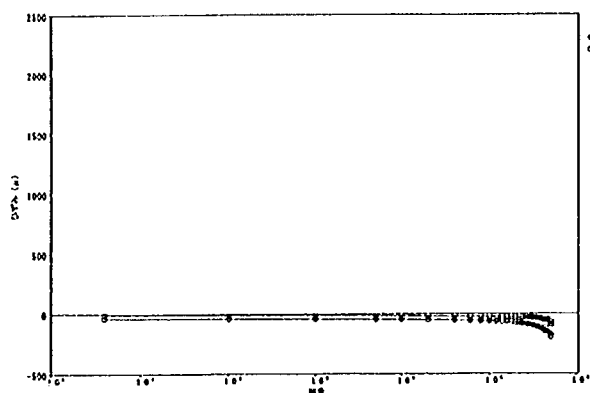
PRC-2鉄筋の静的 (静的データ) : 主鉄筋 (下側BA-5)



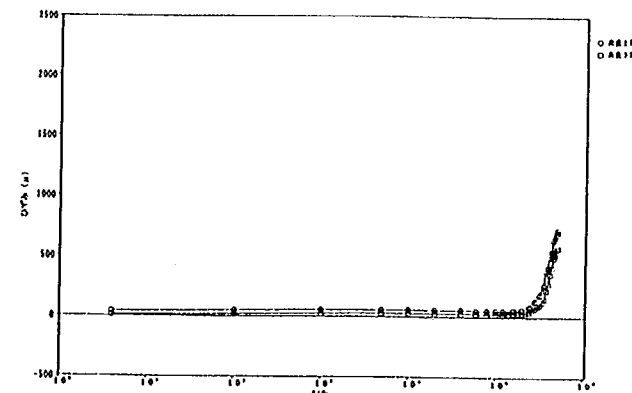
PRC-2鉄筋の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側TA-6)



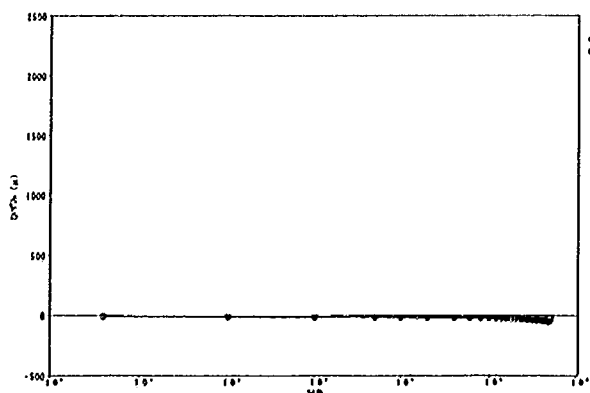
PRC-2鉄筋の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側BA-6)



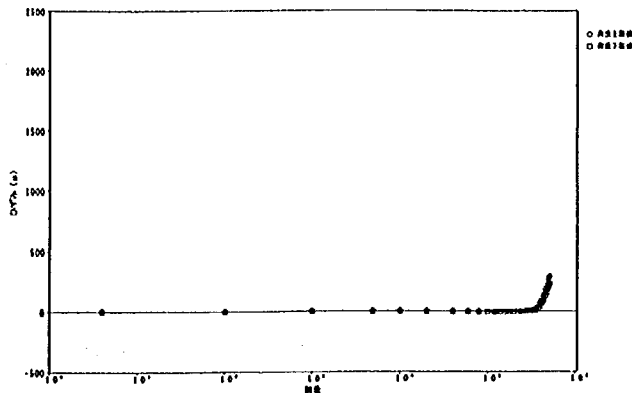
PRC-2鉄筋の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側TA-7)



PRC-2鉄筋の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側BA-7)

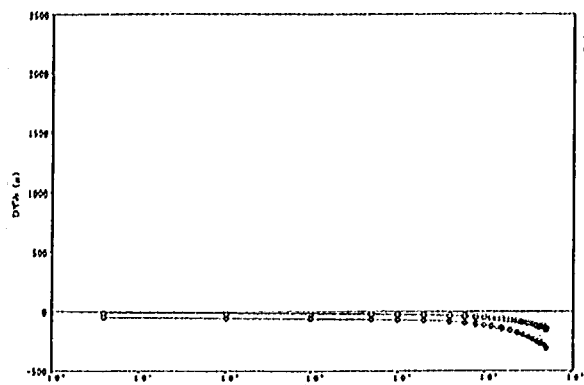


PRC-2鉄筋の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側TA-8)



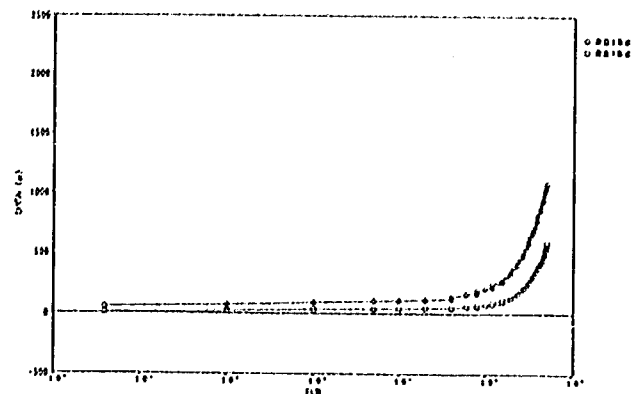
PRC-2鉄筋の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側BA-8)

上側鉄筋

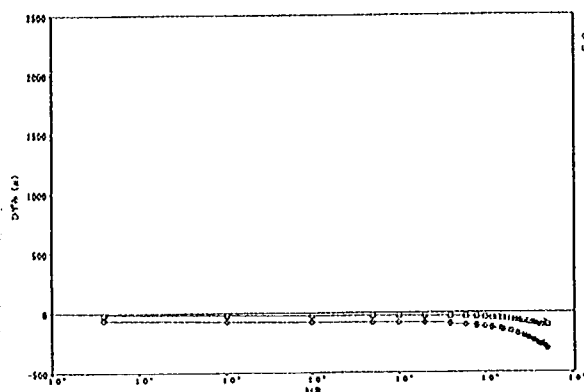


PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(上側TB1)

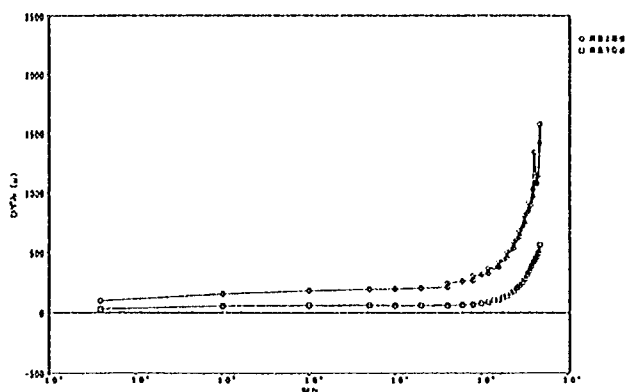
下側鉄筋



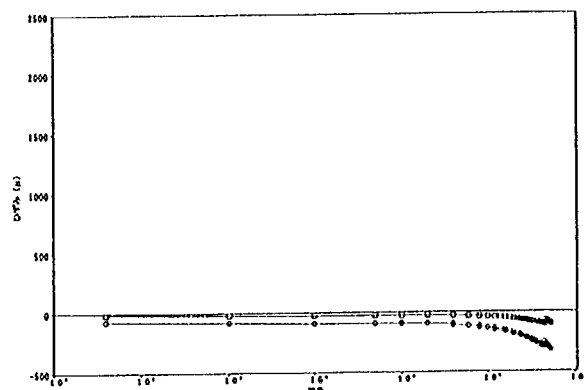
PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(下側BB1)



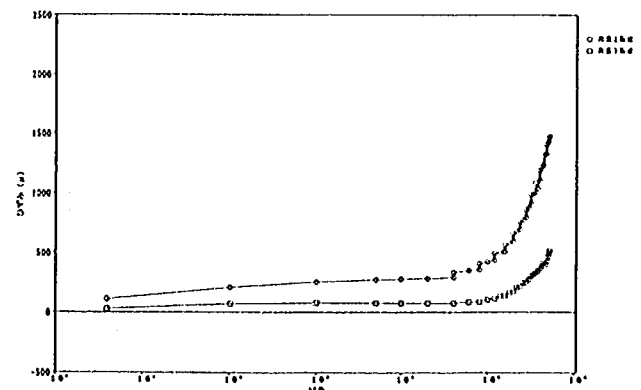
PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(上側TB2)



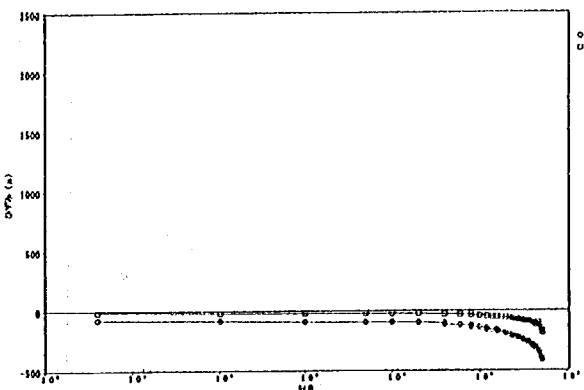
PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(下側BB2)



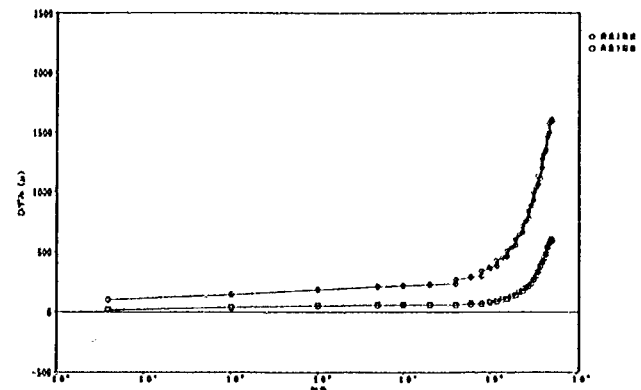
PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(上側TB3)



PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(下側BB3)

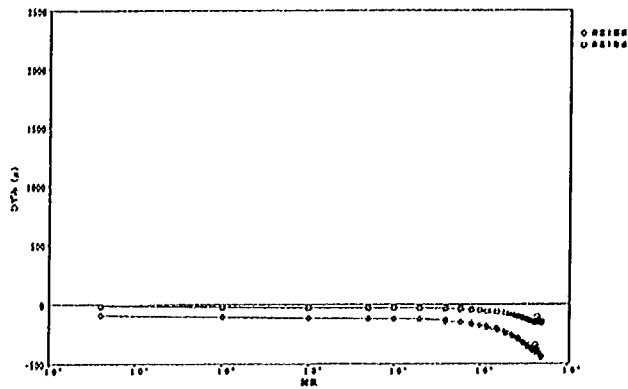


PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(上側TB4)



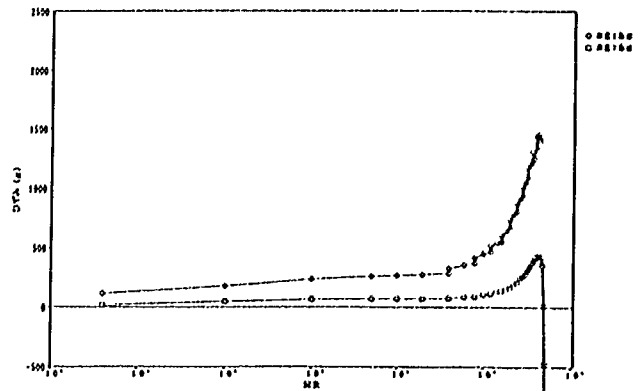
PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(下側BB4)

上側鉄筋

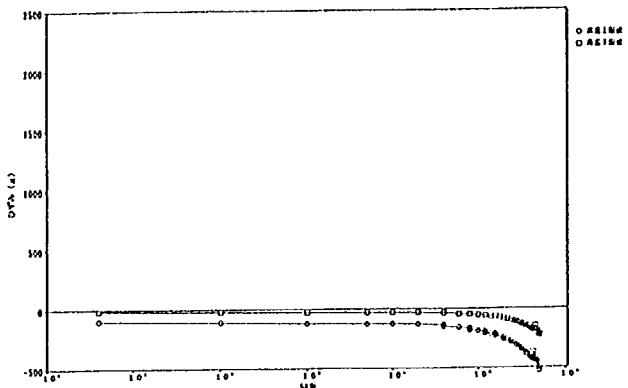


PRC-2鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側TB5)

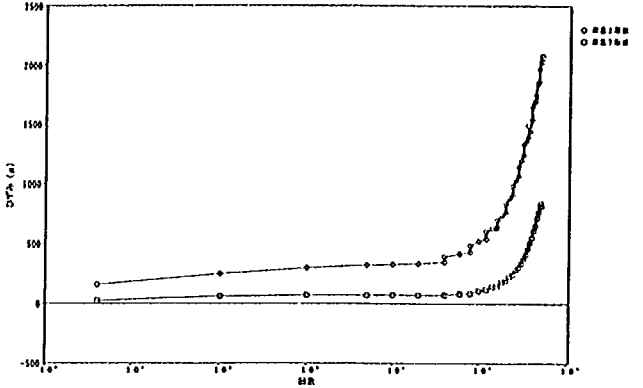
下側鉄筋



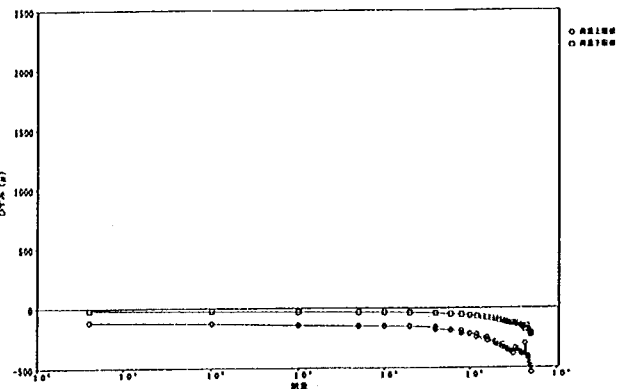
PRC-2鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側TB5)



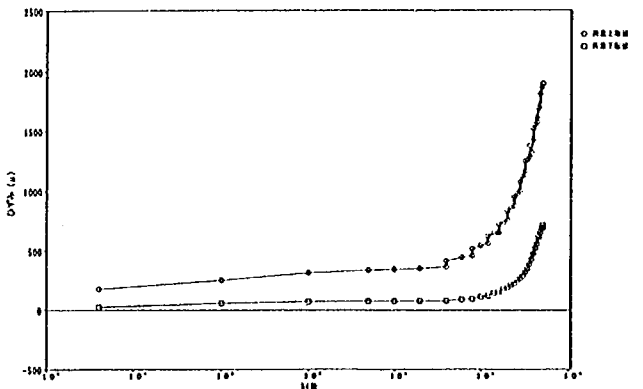
PRC-2鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側TB6)



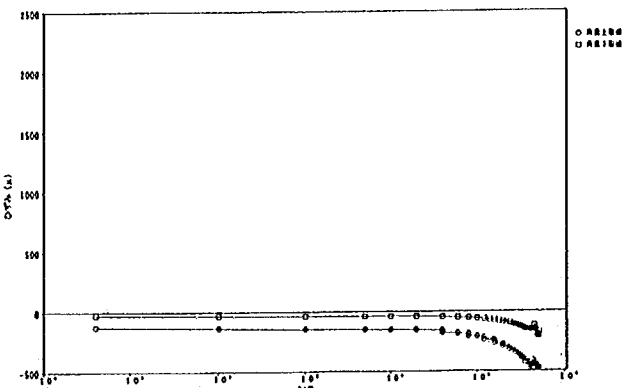
PRC-2鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側TB6)



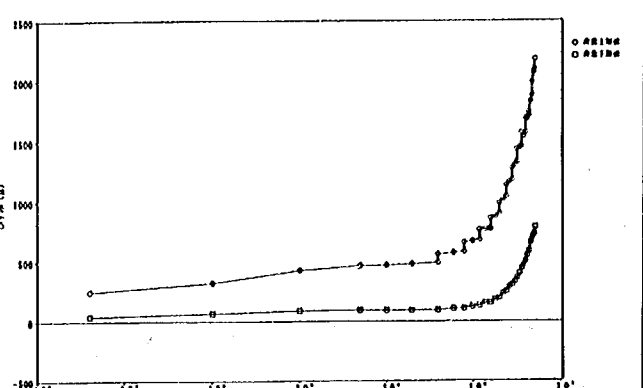
PRC-2鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側TB7)



PRC-2鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側TB7)

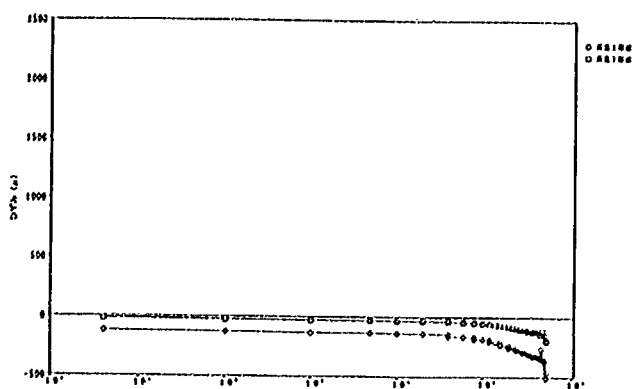


PRC-2鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (上側TB8)



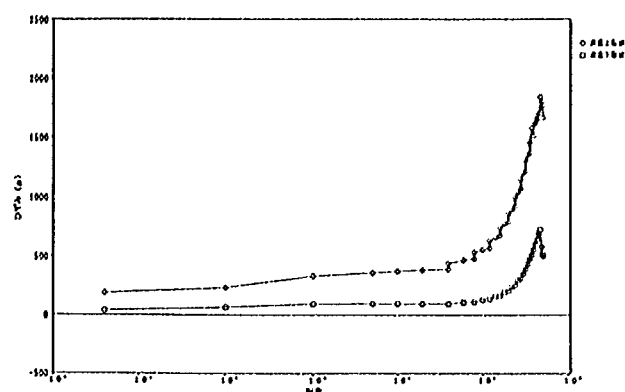
PRC-2鋼鉄体の静的 (静的データ) : 主鉄筋ひずみ (下側TB8)

上側鉄筋

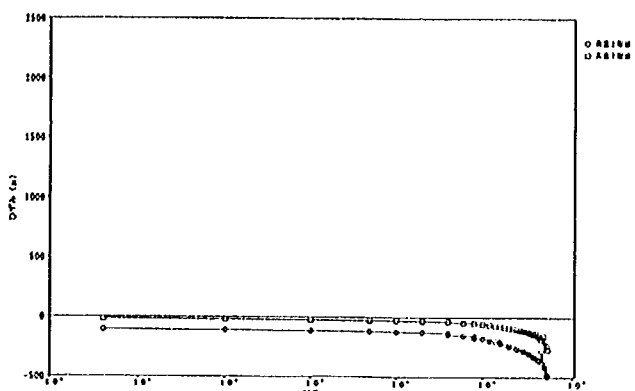


PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(上側TB9)

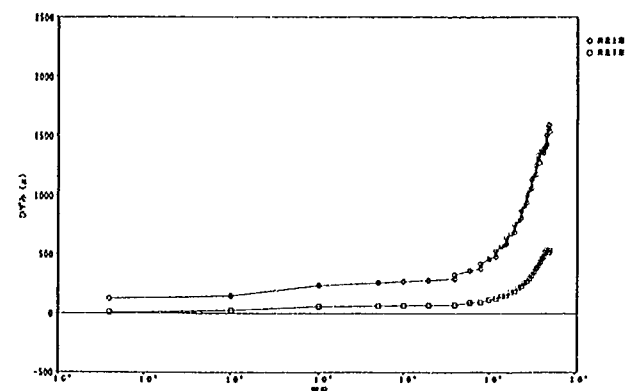
下側鉄筋



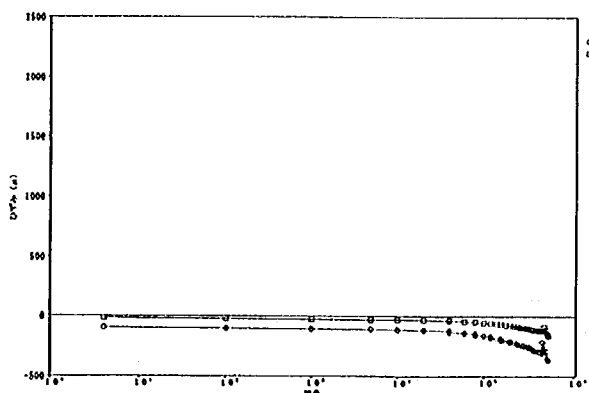
PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(下側BB9)



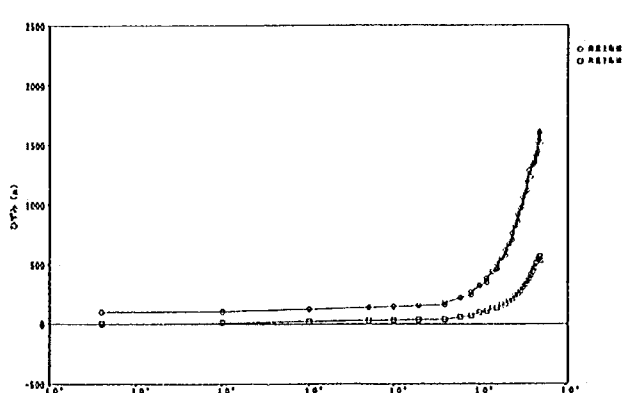
PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(上側TB10)



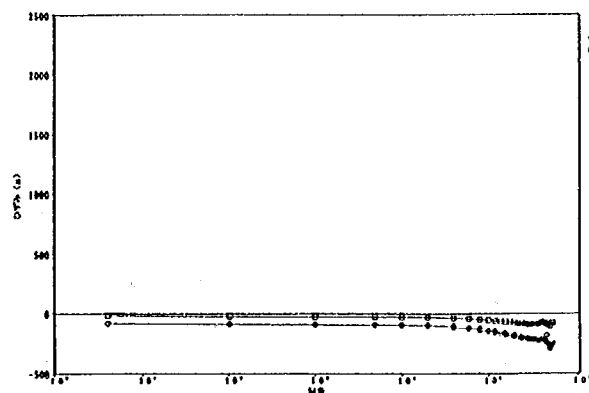
PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(下側BB10)



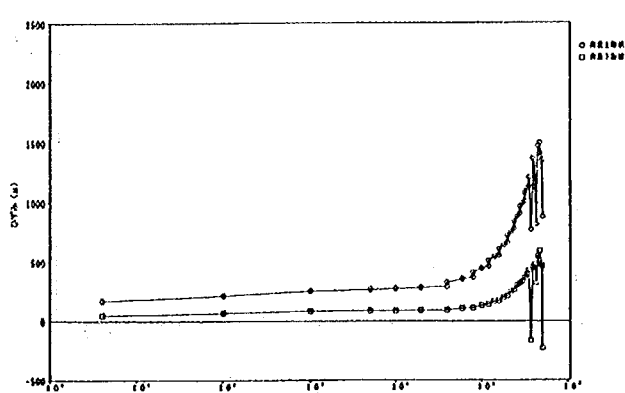
PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(上側TB11)



PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(下側BB11)

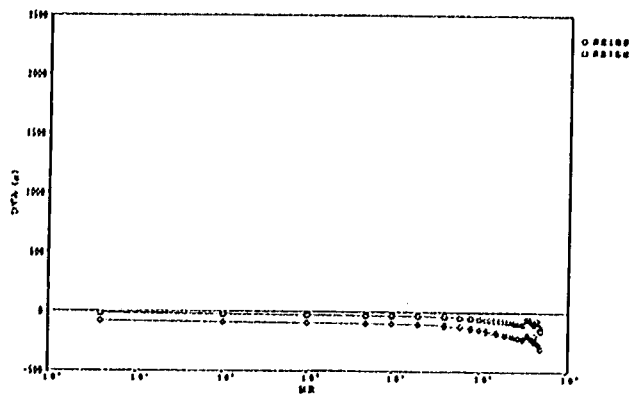


PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(上側TB12)



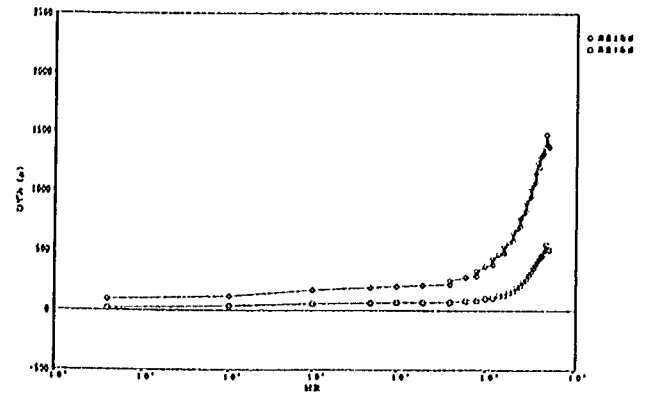
PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(下側BB12)

上側鉄筋

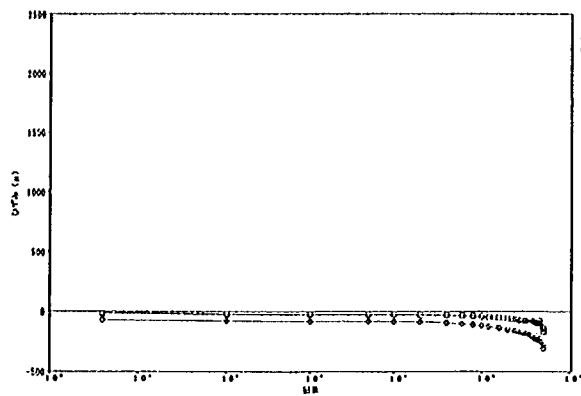


PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(上鉄TDB13)

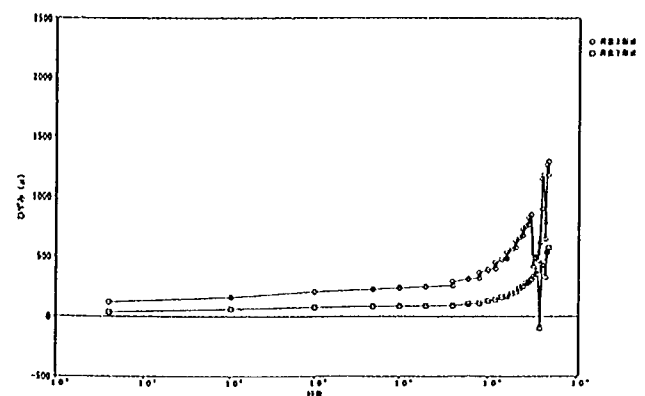
下側鉄筋



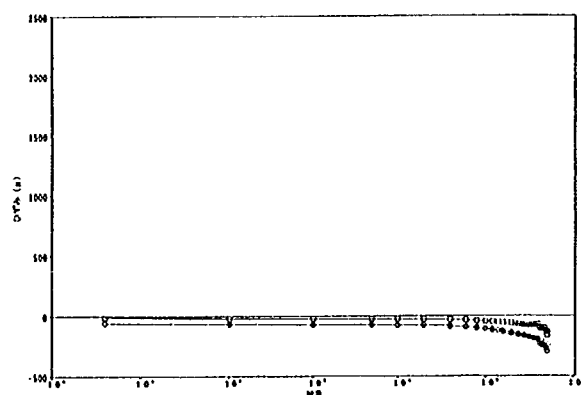
PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(下鉄TDB13)



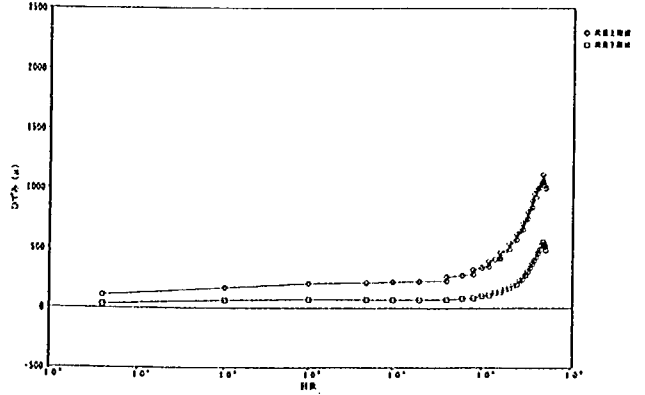
PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(上鉄TDB14)



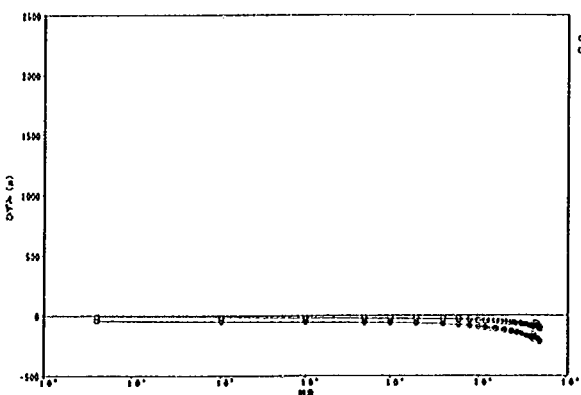
PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(下鉄TDB14)



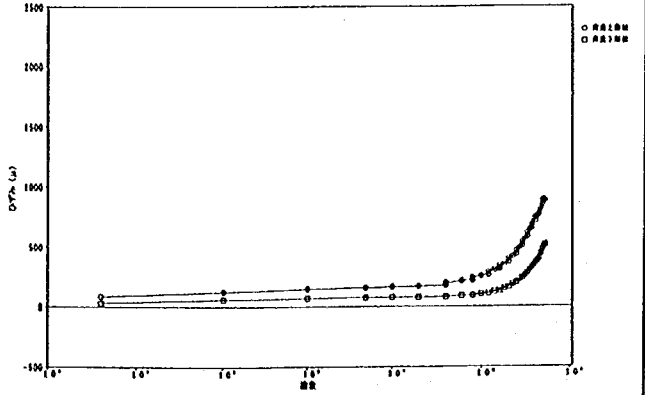
PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(上鉄TDB15)



PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(下鉄TDB15)

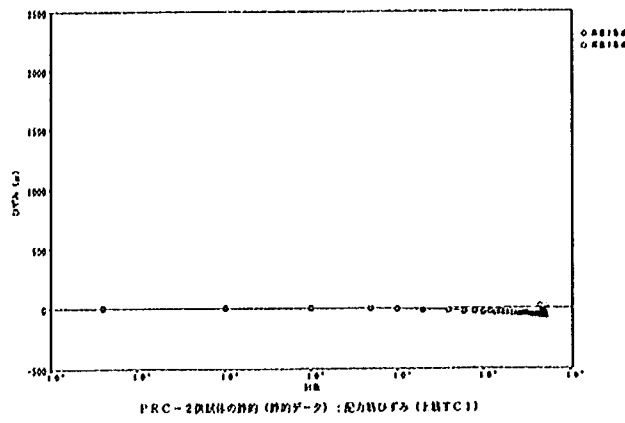


PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(上鉄TDB16)

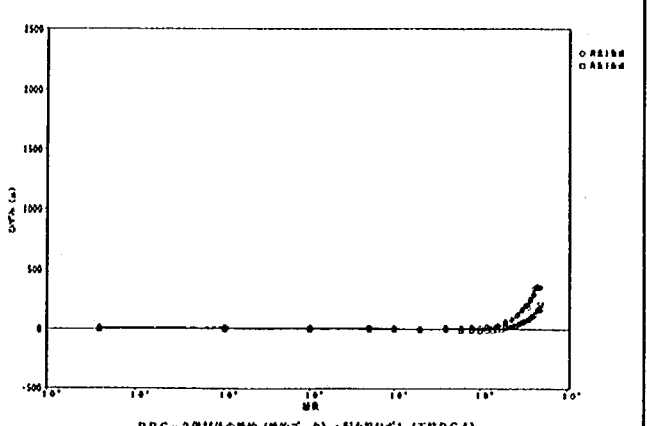
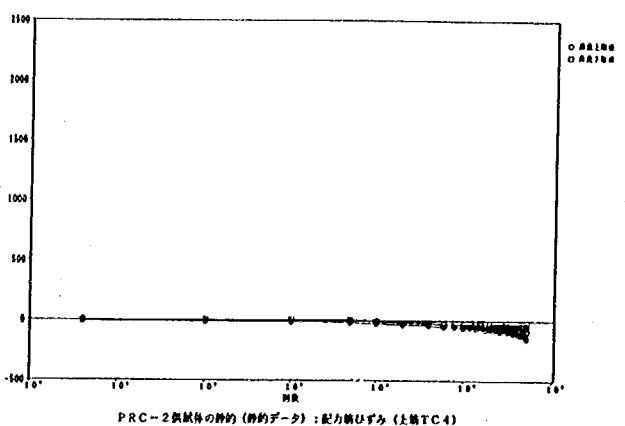
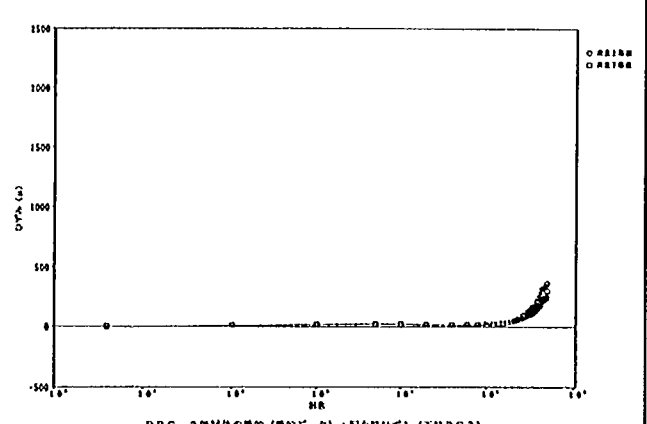
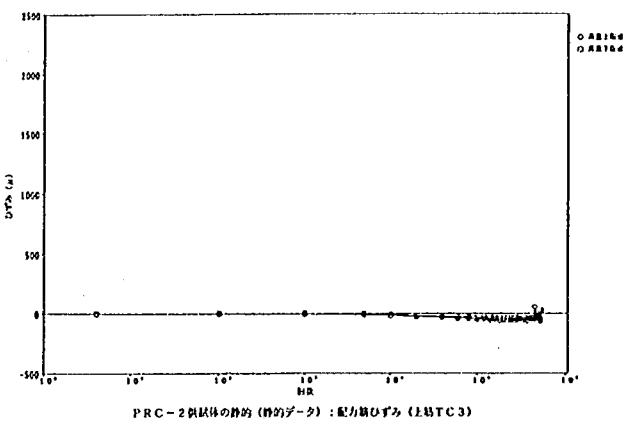
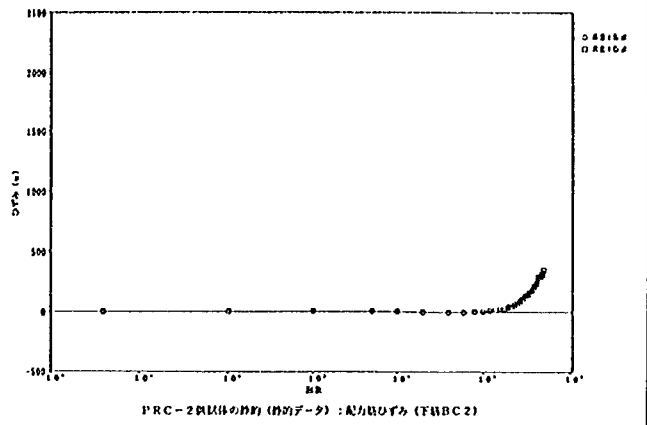
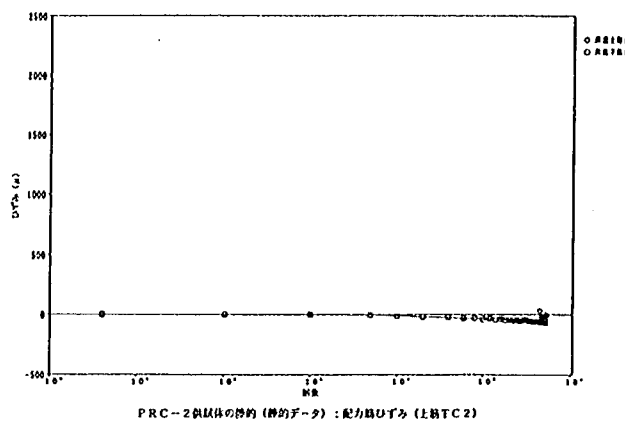
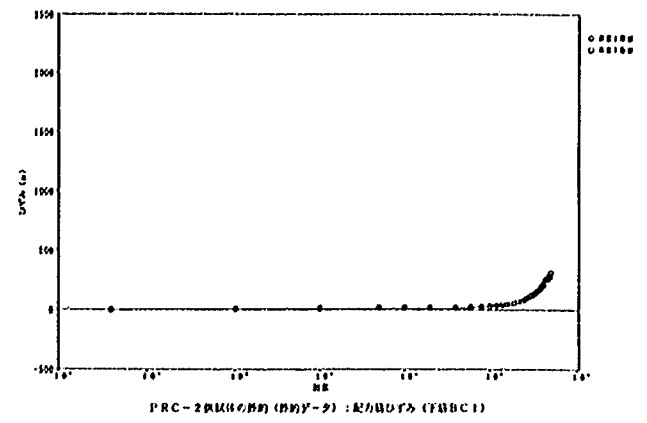


PRC-2鉄筋体の静的(静的データ):主鉄筋ひずみ(下鉄TDB16)

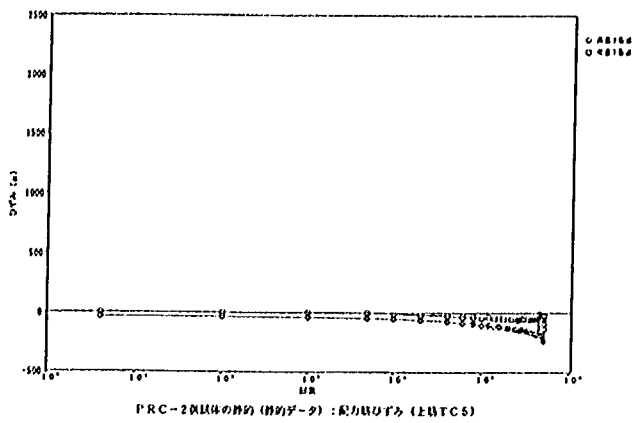
上側鉄筋



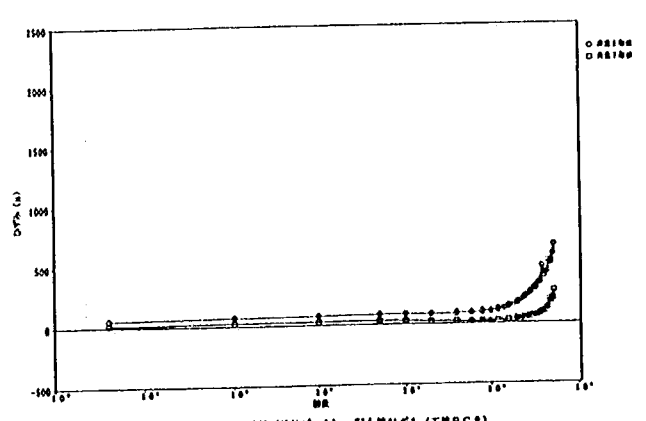
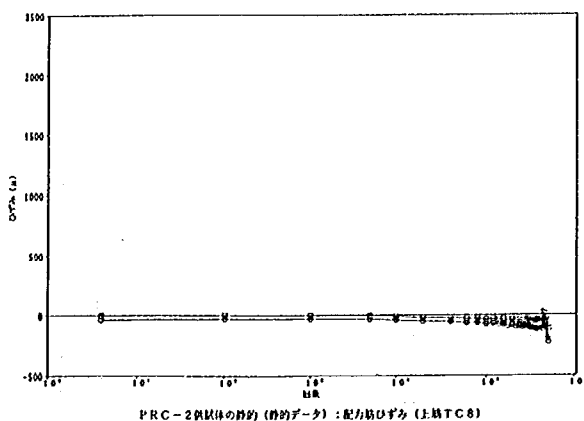
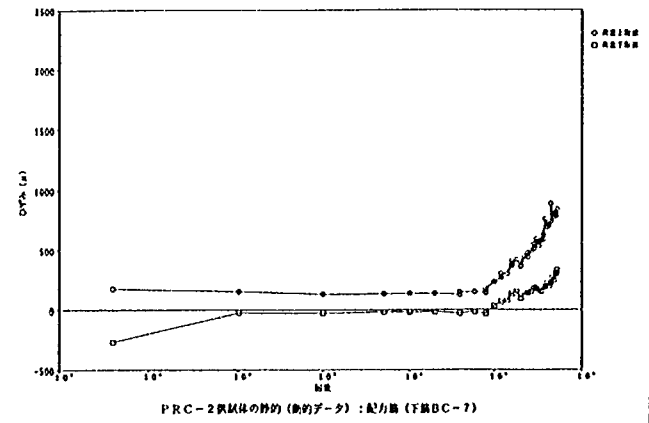
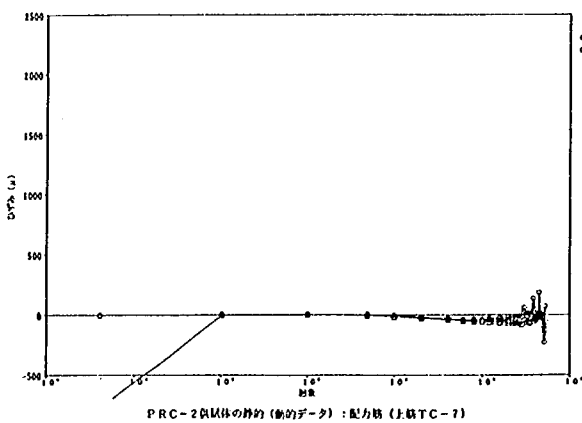
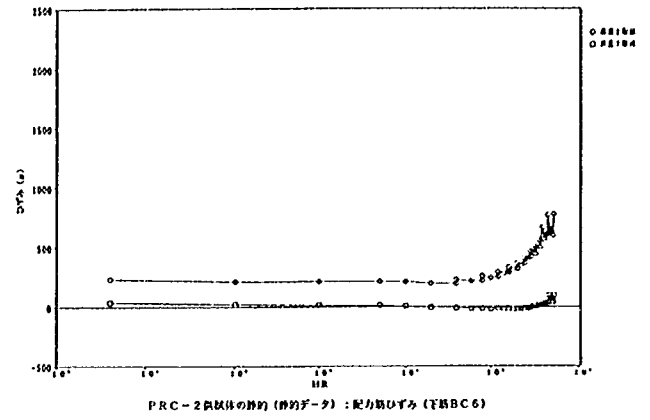
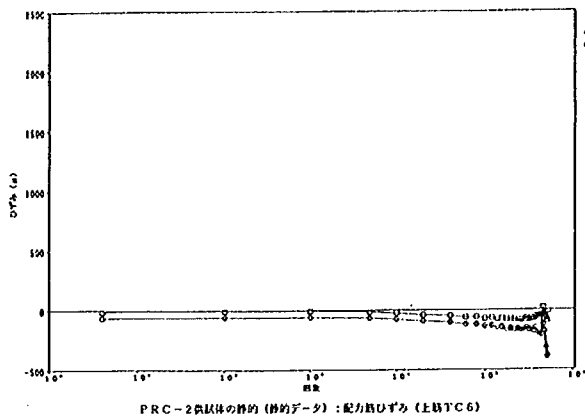
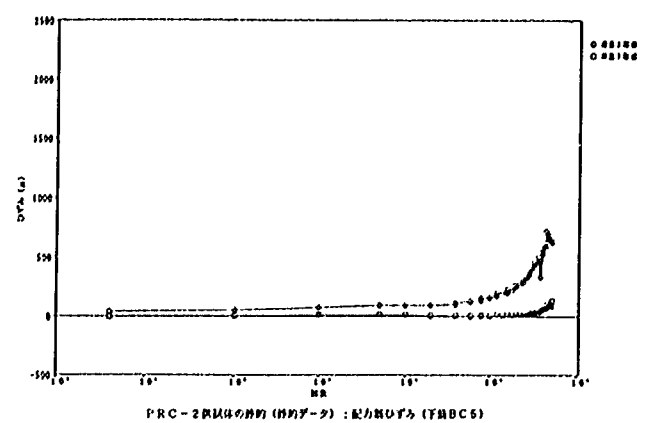
下側鉄筋



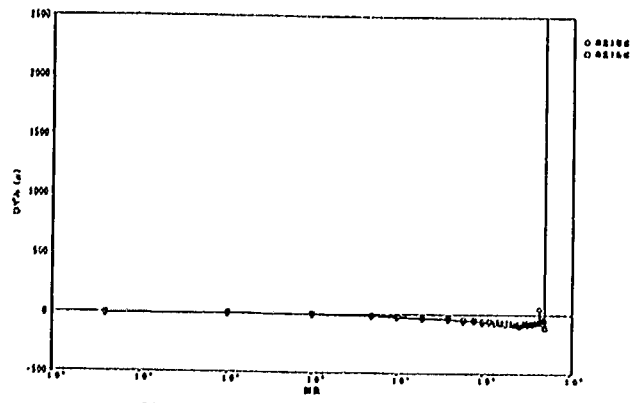
上側鉄筋



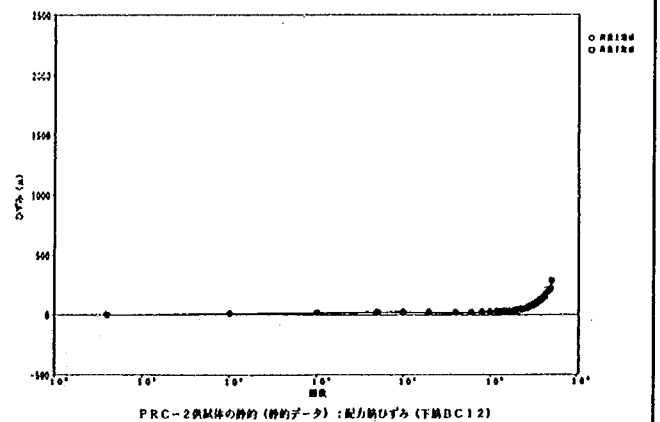
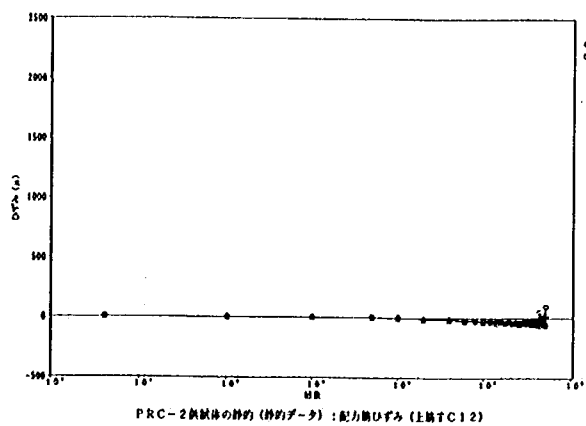
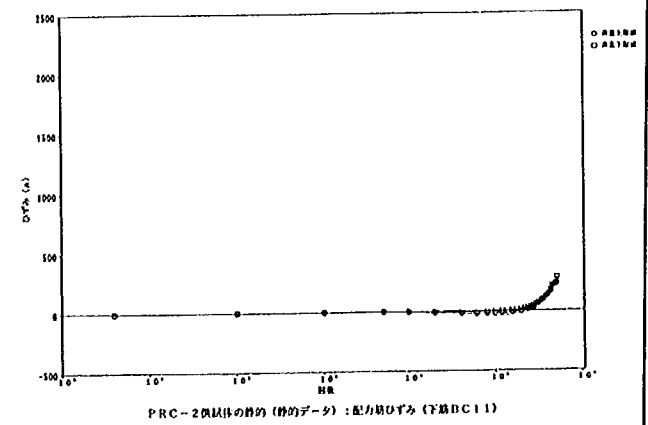
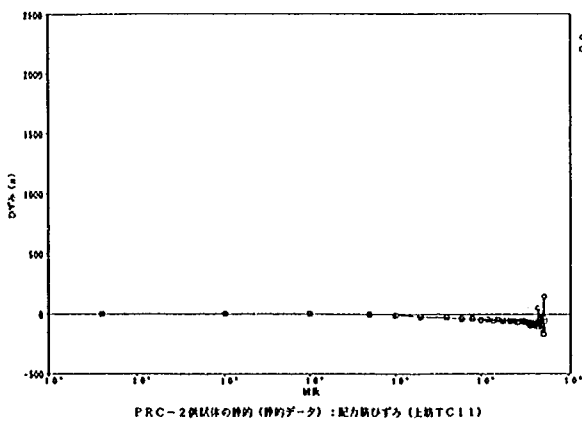
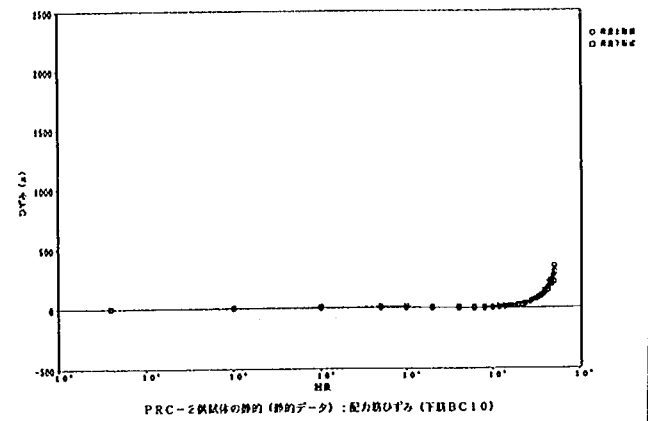
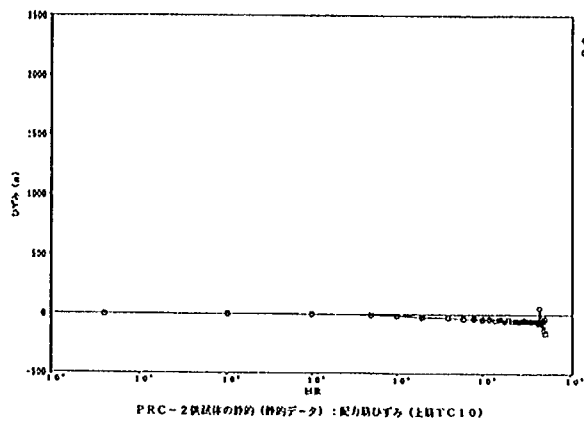
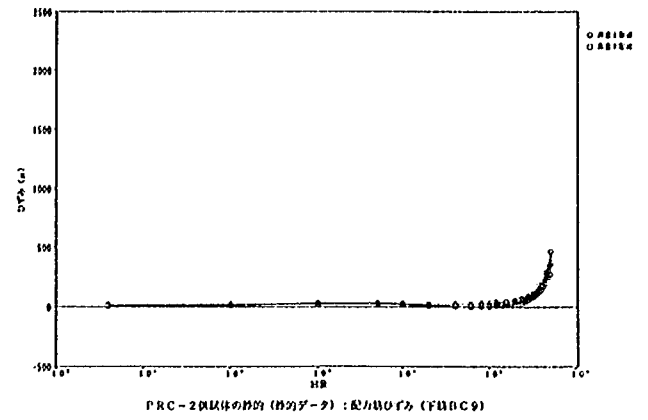
下側鉄筋



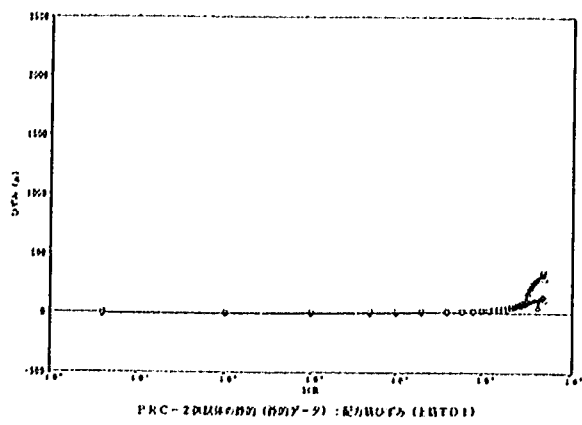
上側鉄筋



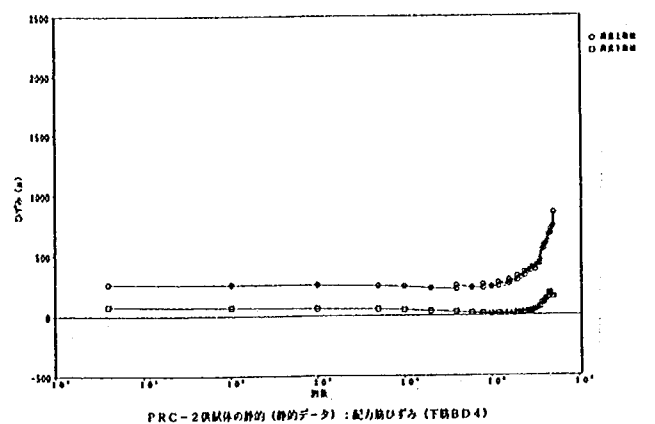
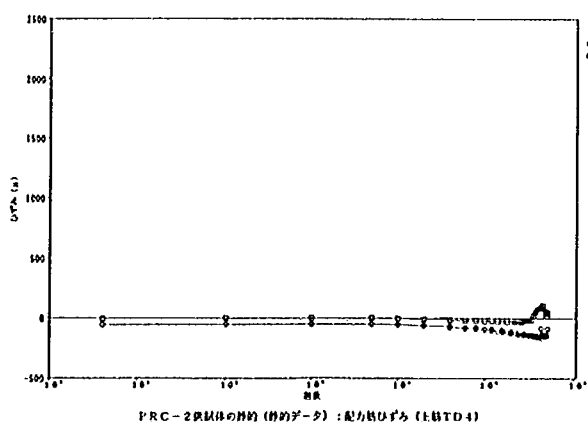
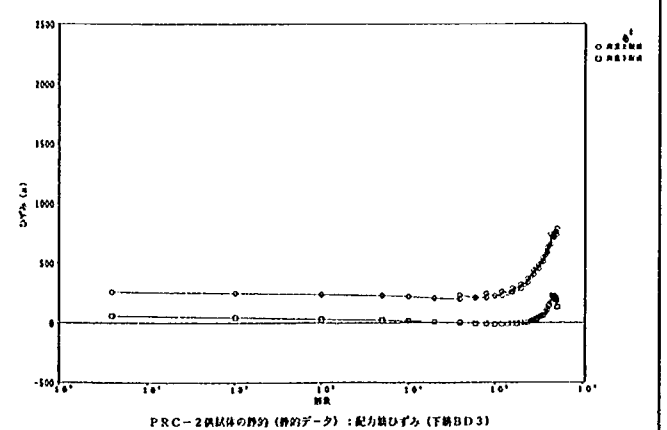
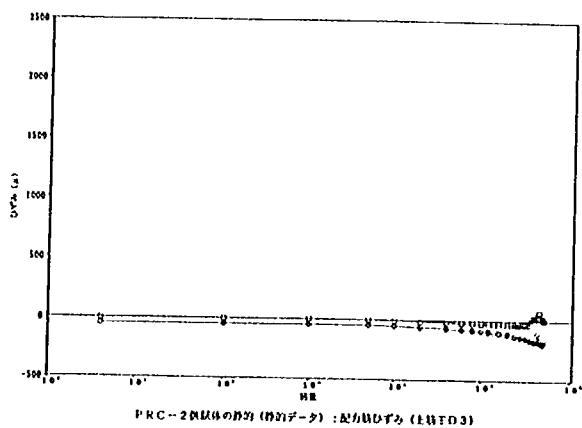
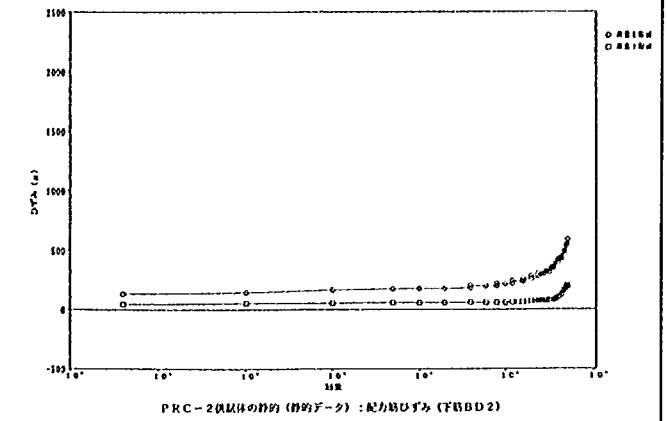
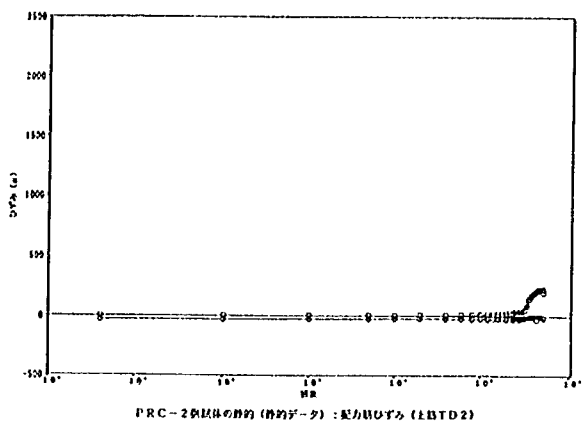
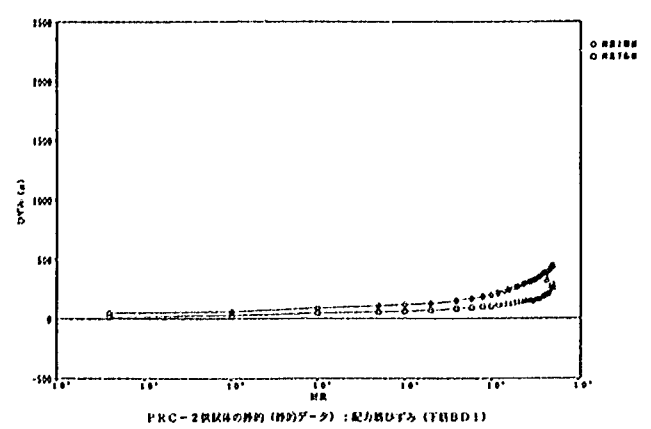
下側鉄筋



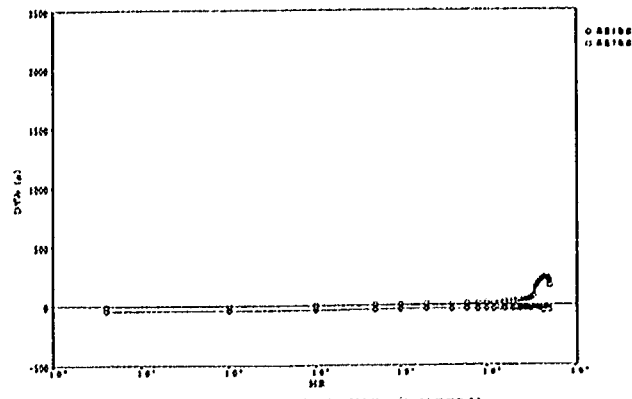
上側鉄筋



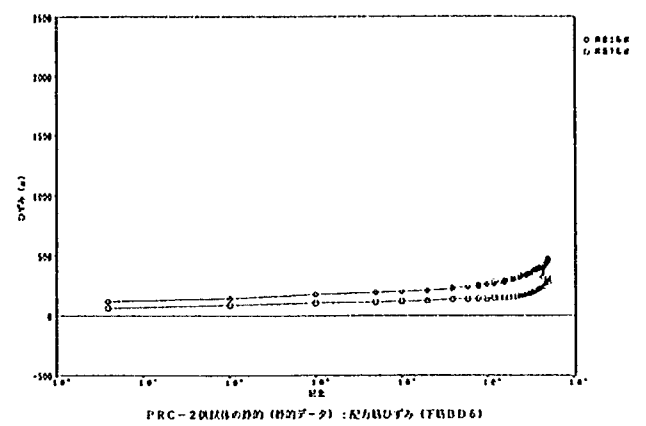
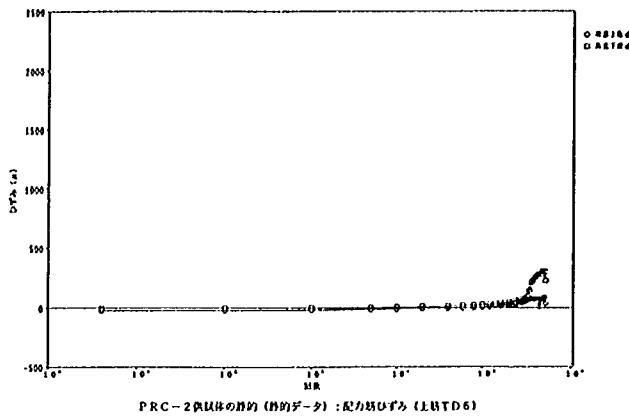
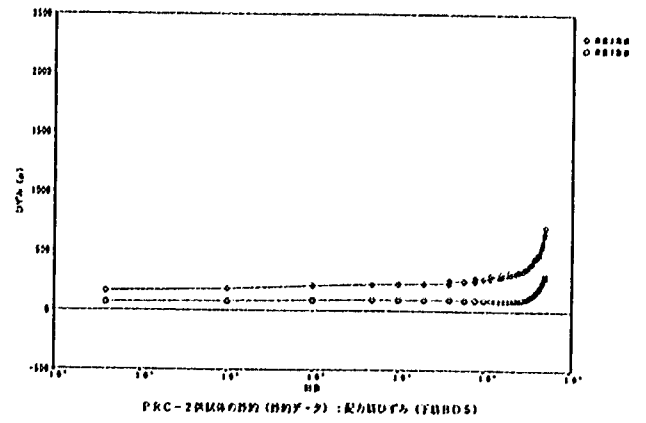
下側鉄筋



上側鉄筋



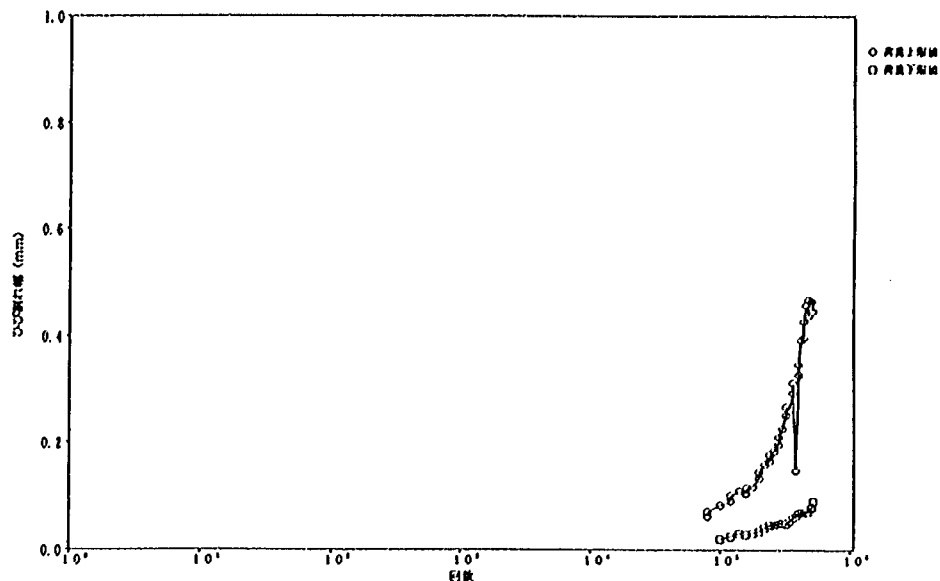
下側鉄筋



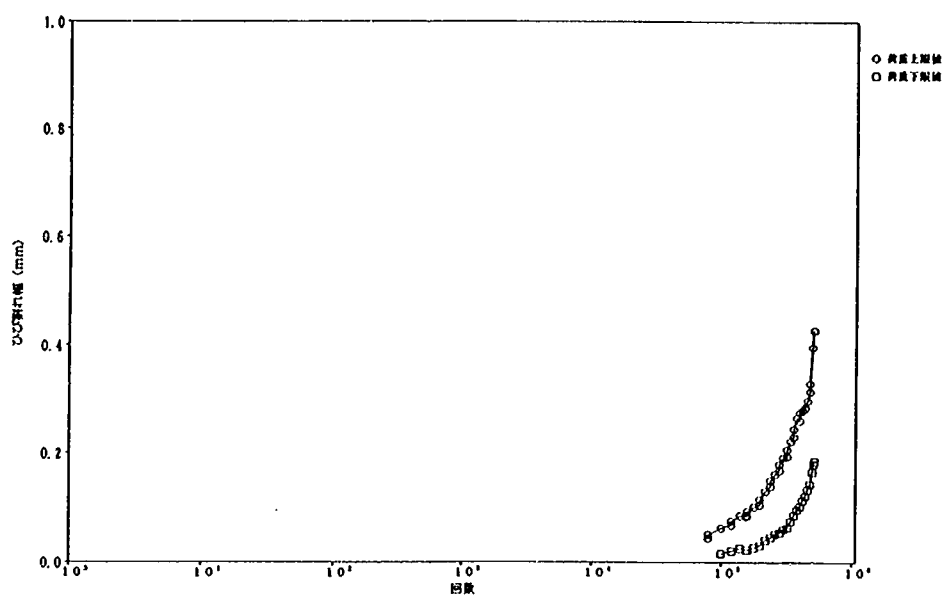


## 5) 載荷回数とクラック幅との関係

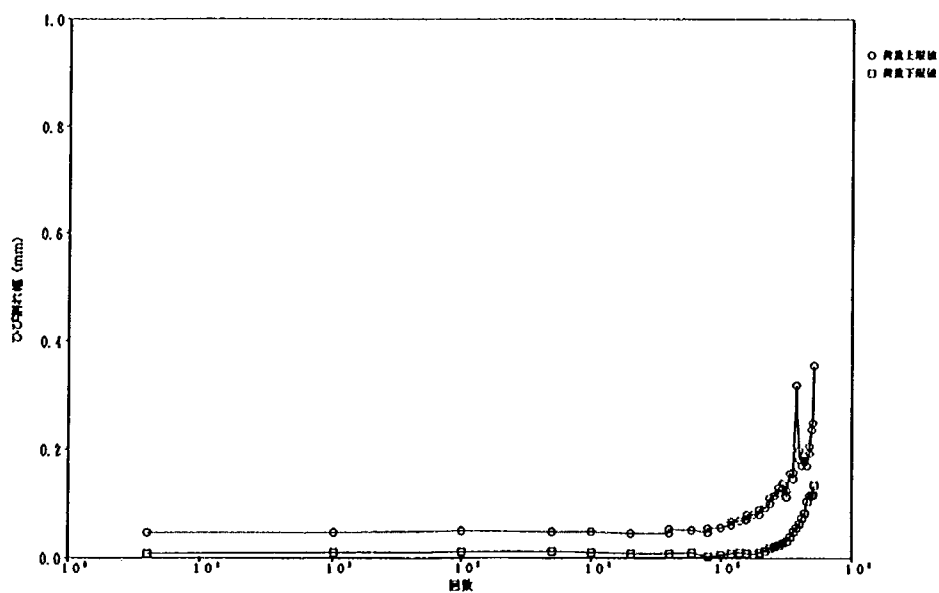




PRC-2 供試体の静的（静的データ）：ひび割れ幅（P1-1）



PRC-2 供試体の静的（静的データ）：ひび割れ幅（P1-2）

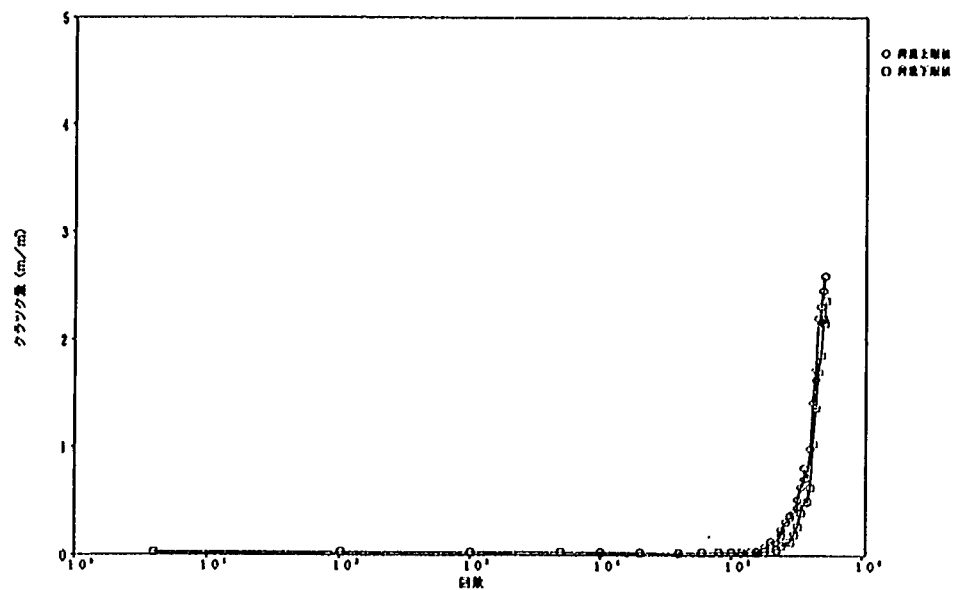


PRC-2 供試体の静的（動的データ）：ひび割れ幅（P1-3）

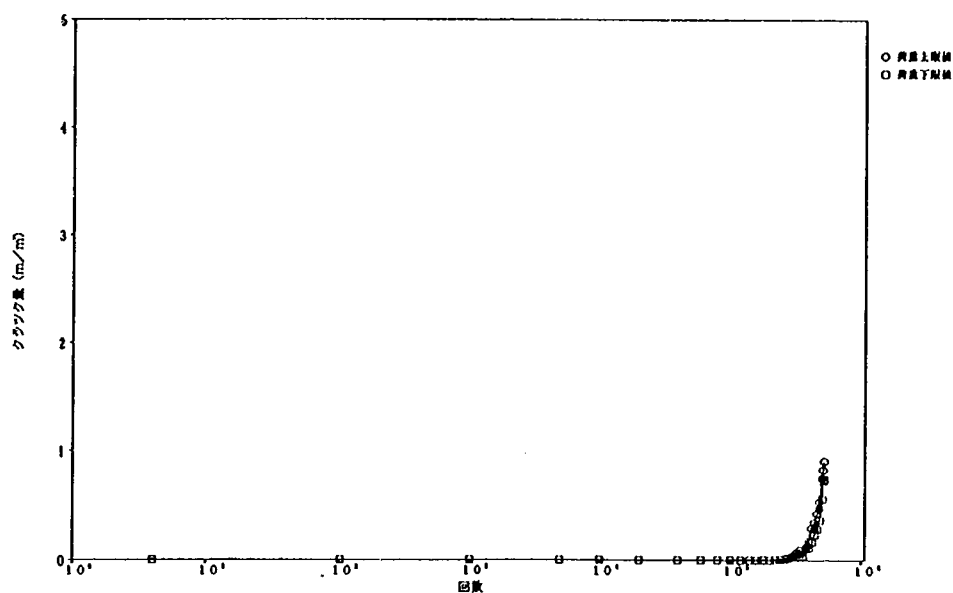


## 6) 載荷回数とひび割れ密度との関係

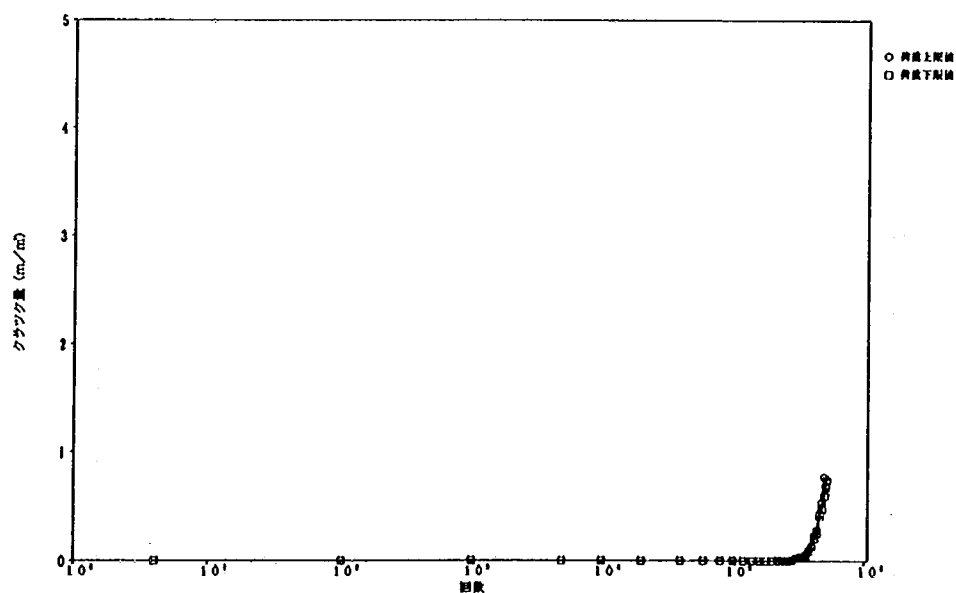




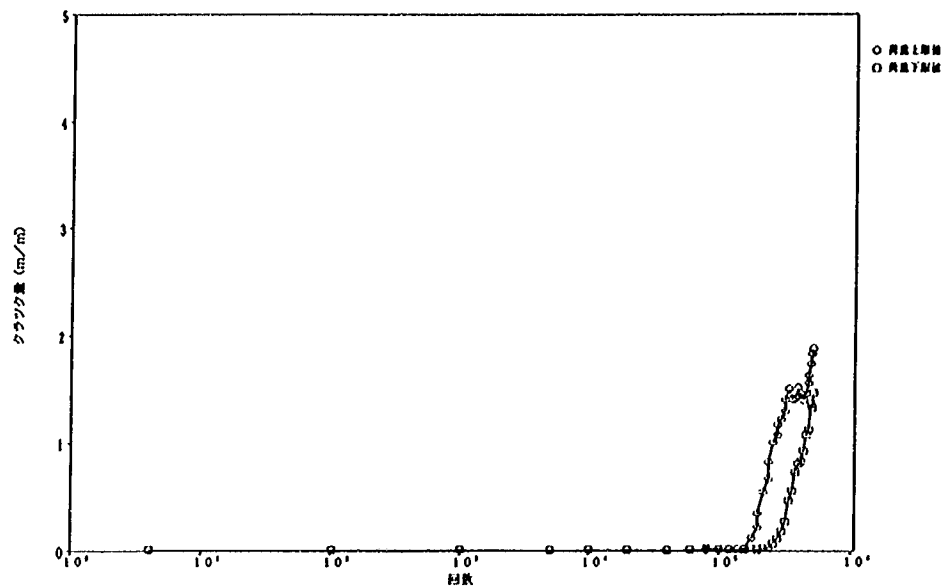
PRC 2 供試体のクラック量：X方向（0.0-0.1mm）



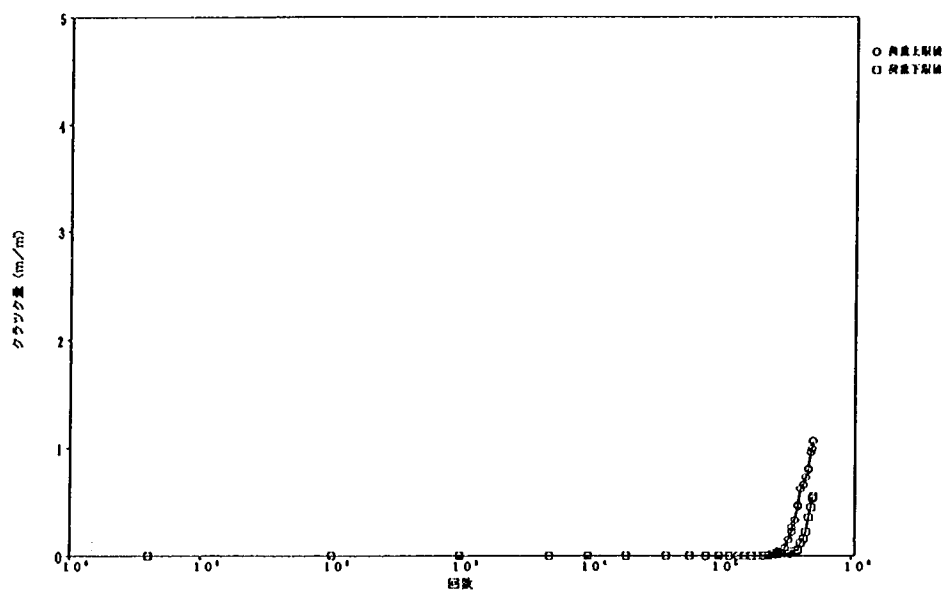
PRC 2 供試体のクラック量：X方向（0.1-0.2mm）



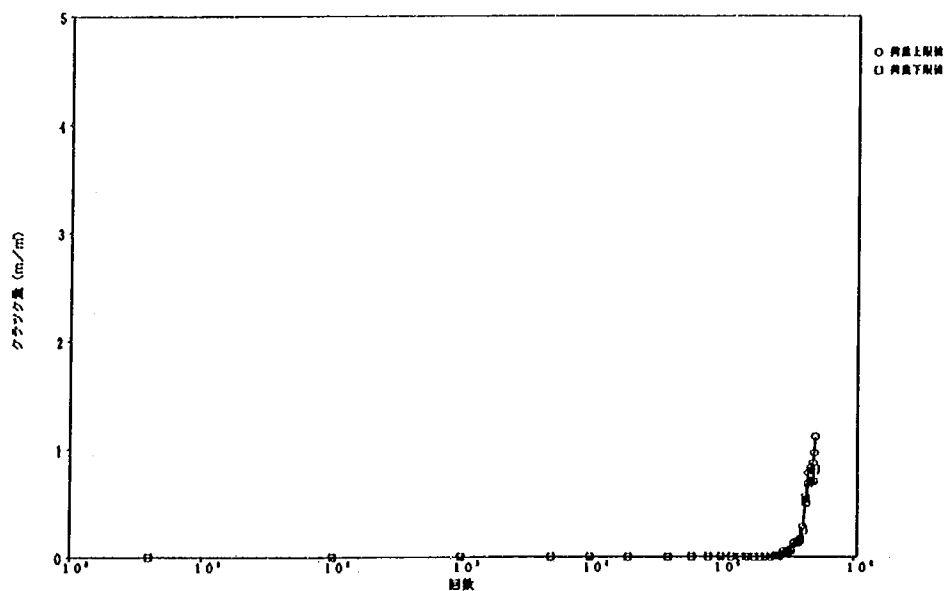
PRC 2 供試体のクラック量：X方向（0.2mm以上）



PRC 2 供試体のクラック量：Y方向 (0. 0-0. 1mm)



PRC 2 供試体のクラック量：Y方向 (0. 1-0. 2mm)



PRC 2 供試体のクラック量：Y方向 (0. 2mm以上)

## 7) CCDカメラによる床版下面ひび割れ状況の時系列変化



計測ID: FIC011

測定時刻 1991/ 1/11 19:18:41

測定: 1 回

質量: 0.00 tgf

破砕回数: 0 回

★クラック

| 密度        | (g)     |         |
|-----------|---------|---------|
| 密度        | X (g/g) | Y (g/g) |
| ～0.1mm    | 0.02    | 0.01    |
| 0.1～0.2mm | 0.00    | 0.00    |
| 0.2～mm    | 0.00    | 0.00    |
| 小計        | 0.02    | 0.01    |
| 合計        | 0.02    | 0.01    |

----- : ～0.1mm  
----- : 0.1～0.2mm  
----- : 0.2～mm

計測ID: FIC011

測定時刻 1991/ 1/11 19:58:41

測定: 1 回

質量: 10.23 tgf

破砕回数: 101 回

★クラック

| 密度        | 0       |         |
|-----------|---------|---------|
| 密度        | X (g/g) | Y (g/g) |
| ～0.1mm    | 0.03    | 0.01    |
| 0.1～0.2mm | 0.00    | 0.00    |
| 0.2～mm    | 0.00    | 0.00    |
| 小計        | 0.03    | 0.01    |
| 合計        | 0.03    | 0.01    |

----- : ～0.1mm  
----- : 0.1～0.2mm  
----- : 0.2～mm

計測ID: FIC011

測定時刻 1991/ 1/11 21:55:10

測定: 11 回

質量: 10.10 tgf

破砕回数: 10000 回

★クラック

| 密度        | 0       |         |
|-----------|---------|---------|
| 密度        | X (g/g) | Y (g/g) |
| ～0.1mm    | 0.03    | 0.02    |
| 0.1～0.2mm | 0.00    | 0.00    |
| 0.2～mm    | 0.00    | 0.00    |
| 小計        | 0.03    | 0.02    |
| 合計        | 0.03    | 0.02    |

----- : ～0.1mm  
----- : 0.1～0.2mm  
----- : 0.2～mm

測定ID: PC011

測定時刻 1999/1/27 17:03:00

測定: 11 回

経度: 10.07 tonf

観測回数: 0000 回

★クラック

測定

0

| 密度        | X (m/m) | Y (m/m) |
|-----------|---------|---------|
| 0.1~0.2mm | 0.02    | 0.02    |
| 0.2~0.3mm | 0.00    | 0.00    |
| 0.3~0.5mm | 0.00    | 0.00    |
| 合計        | 0.02    | 0.02    |

0.1~0.2mm  
0.2~0.3mm  
0.3~0.5mm

測定ID: PC011

測定時刻 1999/1/27 17:03:10

測定: 11 回

経度: 10.07 tonf

観測回数: 0000 回

★クラック

測定

0

| 密度        | X (m/m) | Y (m/m) |
|-----------|---------|---------|
| 0.1~0.2mm | 0.02    | 0.02    |
| 0.2~0.3mm | 0.00    | 0.00    |
| 0.3~0.5mm | 0.00    | 0.00    |
| 合計        | 0.02    | 0.02    |

0.1~0.2mm  
0.2~0.3mm  
0.3~0.5mm

測定ID: PC011

測定時刻 1999/1/27 17:03:13

測定: 11 回

経度: 10.07 tonf

観測回数: 0000 回

★クラック

測定

0

| 密度        | X (m/m) | Y (m/m) |
|-----------|---------|---------|
| 0.1~0.2mm | 0.02    | 0.02    |
| 0.2~0.3mm | 0.00    | 0.00    |
| 0.3~0.5mm | 0.00    | 0.00    |
| 合計        | 0.02    | 0.02    |

0.1~0.2mm  
0.2~0.3mm  
0.3~0.5mm

計測ID: JIC111

測定時刻 1999/ 1/13 10:10:11

測定: 11 回

質量: 10.10 (mg)

検出回数: 10000 回

★クラック

濃度 0

| 濃度        | I (a/a1) | Y (a/a1) |
|-----------|----------|----------|
| ～0.1mm    | 0.01     | 0.01     |
| 0.1～0.1mm | 0.01     | 0.01     |
| 0.1～mm    | 0.01     | 0.01     |
| 小計        | 0.01     | 0.01     |
| 合計        | 0.01     | 0.01     |

-----: ～0.1mm  
-----: 0.1～0.1mm  
-----: 0.1～mm

計測ID: JIC111

測定時刻 1999/ 1/13 11:11:11

測定: 11 回

質量: 10.10 (mg)

検出回数: 10000 回

★クラック

濃度 0

| 濃度        | I (a/a1) | Y (a/a1) |
|-----------|----------|----------|
| ～0.1mm    | 0.01     | 0.01     |
| 0.1～0.1mm | 0.01     | 0.01     |
| 0.1～mm    | 0.01     | 0.01     |
| 小計        | 0.01     | 0.01     |
| 合計        | 0.01     | 0.01     |

-----: ～0.1mm  
-----: 0.1～0.1mm  
-----: 0.1～mm

計測ID: JIC111

測定時刻 1999/ 1/13 11:11:11

測定: 11 回

質量: 10.10 (mg)

検出回数: 10000 回

★クラック

濃度 0

| 濃度        | I (a/a1) | Y (a/a1) |
|-----------|----------|----------|
| ～0.1mm    | 0.01     | 0.01     |
| 0.1～0.1mm | 0.01     | 0.01     |
| 0.1～mm    | 0.01     | 0.01     |
| 小計        | 0.01     | 0.01     |
| 合計        | 0.01     | 0.01     |

-----: ～0.1mm  
-----: 0.1～0.1mm  
-----: 0.1～mm

START D: FIC111

測定時刻 1991/ 1/15 10:05:01

測定: 10 回

評価: 10.00 test

観測回数: 110011 回

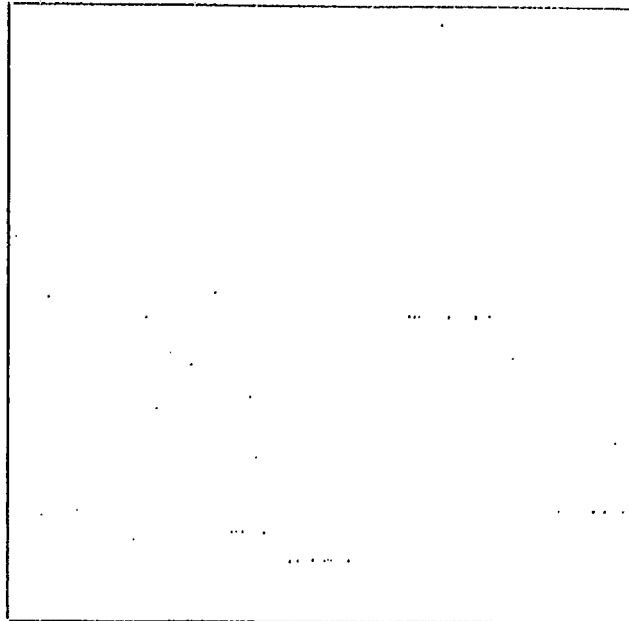
★クラック

濃度

0

| 濃度        | X (a/m) | Y (a/m) |
|-----------|---------|---------|
| 〜0.1mm    | 0.00    | 0.00    |
| 0.1〜0.2mm | 0.00    | 0.00    |
| 0.2〜0.3mm | 0.00    | 0.00    |
| 小計        | 0.00    | 0.00    |
| 合計        | 0.00    | 0.00    |

----- : 0.1〜0.2mm  
----- : 0.2〜0.3mm



START D: FIC111

測定時刻 1991/ 1/15 10:11:51

測定: 10 回

評価: 12.00 test

観測回数: 110012 回

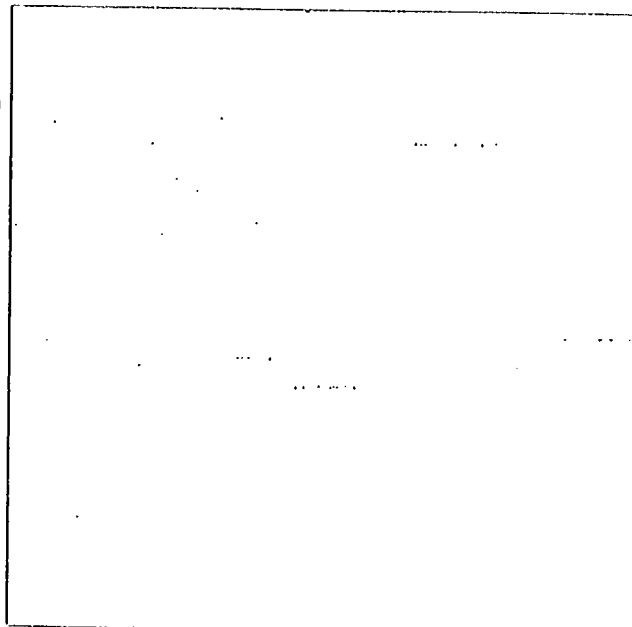
★クラック

濃度

0

| 濃度        | X (a/m) | Y (a/m) |
|-----------|---------|---------|
| 〜0.1mm    | 0.00    | 0.00    |
| 0.1〜0.2mm | 0.00    | 0.00    |
| 0.2〜0.3mm | 0.00    | 0.00    |
| 小計        | 0.00    | 0.00    |
| 合計        | 0.00    | 0.00    |

----- : 0.1〜0.2mm  
----- : 0.2〜0.3mm



START D: FIC111

測定時刻 1991/ 1/16 00:07:50

測定: 10 回

評価: 21.00 test

観測回数: 110013 回

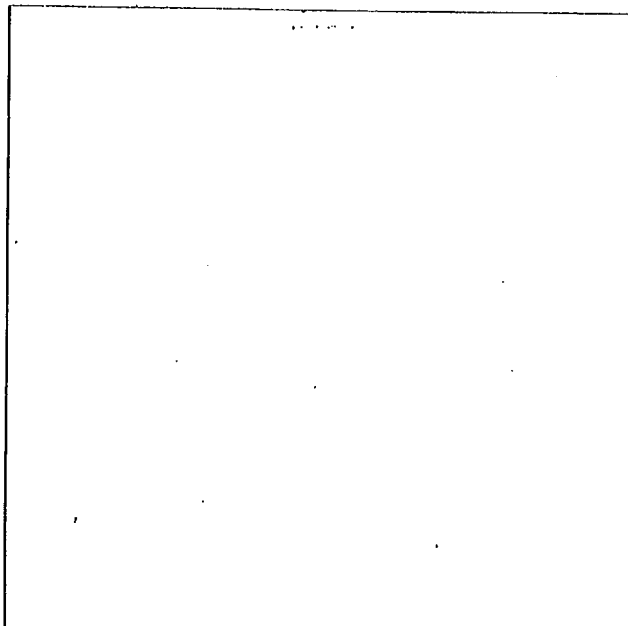
★クラック

濃度

0

| 濃度        | X (a/m) | Y (a/m) |
|-----------|---------|---------|
| 〜0.1mm    | 0.00    | 0.00    |
| 0.1〜0.2mm | 0.00    | 0.00    |
| 0.2〜0.3mm | 0.00    | 0.00    |
| 小計        | 0.00    | 0.00    |
| 合計        | 0.00    | 0.00    |

----- : 0.1〜0.2mm  
----- : 0.2〜0.3mm



計測ID: 710111

測定時刻: 1999/ 1/10 10:55:10

測定: 30 回

秤量: 10.10 100g

検出回数: 10000 回

★クラック

| 濃度        | 0        |          |
|-----------|----------|----------|
| 密度        | X (g/ml) | Y (g/ml) |
| ～0.100    | 0.00     | 0.00     |
| 0.1～0.200 | 0.00     | 0.00     |
| 0.2～      | 0.00     | 0.00     |
| 小計        | 0.00     | 0.00     |
| 合計        | 0.00     | 0.00     |

----- : ～0.100  
----- : 0.1～0.200  
----- : 0.2～

計測ID: 710111

測定時刻: 1999/ 1/10 10:56:50

測定: 35 回

秤量: 10.10 100g

検出回数: 10000 回

★クラック

| 濃度        | 0        |          |
|-----------|----------|----------|
| 密度        | X (g/ml) | Y (g/ml) |
| ～0.100    | 0.00     | 0.00     |
| 0.1～0.200 | 0.00     | 0.00     |
| 0.2～      | 0.00     | 0.00     |
| 小計        | 0.00     | 0.00     |
| 合計        | 0.00     | 0.00     |

----- : ～0.100  
----- : 0.1～0.200  
----- : 0.2～

計測ID: 710111

測定時刻: 1999/ 1/10 10:58:20

測定: 30 回

秤量: 10.10 100g

検出回数: 10000 回

★クラック

| 濃度        | 0        |          |
|-----------|----------|----------|
| 密度        | X (g/ml) | Y (g/ml) |
| ～0.100    | 0.00     | 0.00     |
| 0.1～0.200 | 0.00     | 0.00     |
| 0.2～      | 0.00     | 0.00     |
| 小計        | 0.00     | 0.00     |
| 合計        | 0.00     | 0.00     |

----- : 100  
----- : 0.1～0.200  
----- : 0.2～

計測ID: FIC011

測定時刻 1991/ 1/31 10:33:53

測定: 11 回

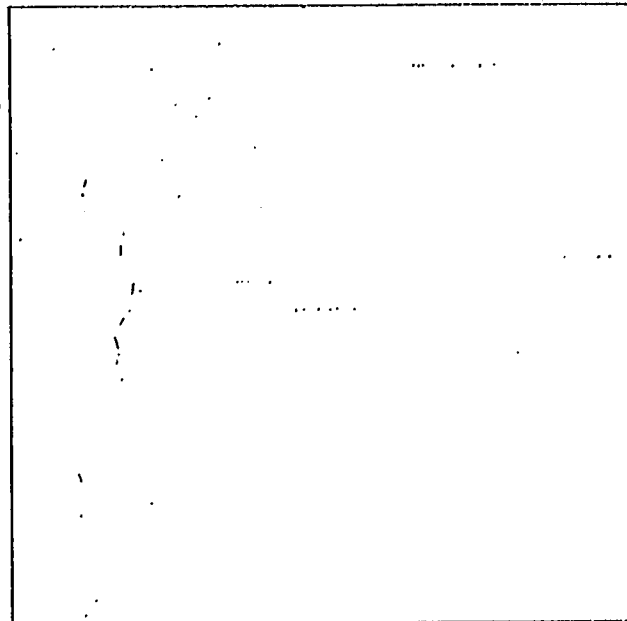
時間: 14.15 sec

観測回数: 100000 回

★クラック

| 密度        |                       |                       |
|-----------|-----------------------|-----------------------|
| 密度        | X (g/m <sup>3</sup> ) | Y (g/m <sup>3</sup> ) |
| ～0.1mm    | 0.00                  | 0.00                  |
| 0.1～0.2mm | 0.00                  | 0.00                  |
| 0.2～mm    | 0.00                  | 0.00                  |
| 小計        | 0.00                  | 0.00                  |
| 合計        | 0.00                  | 0.00                  |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.2mm  
 ----- : 0.2～mm



計測ID: FIC011

測定時刻 1991/ 1/31 10:47:53

測定: 10 回

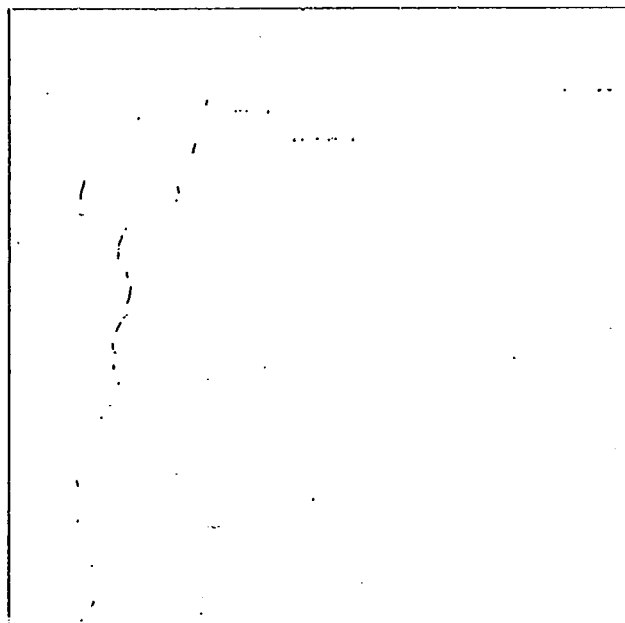
時間: 14.15 sec

観測回数: 100000 回

★クラック

| 密度        |                       |                       |
|-----------|-----------------------|-----------------------|
| 密度        | X (g/m <sup>3</sup> ) | Y (g/m <sup>3</sup> ) |
| ～0.1mm    | 0.00                  | 0.00                  |
| 0.1～0.2mm | 0.00                  | 0.00                  |
| 0.2～mm    | 0.00                  | 0.00                  |
| 小計        | 0.00                  | 0.00                  |
| 合計        | 0.00                  | 0.00                  |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.2mm  
 ----- : 0.2～mm



計測ID: FIC011

測定時刻 1991/ 1/ 1 10:34:49

測定: 11 回

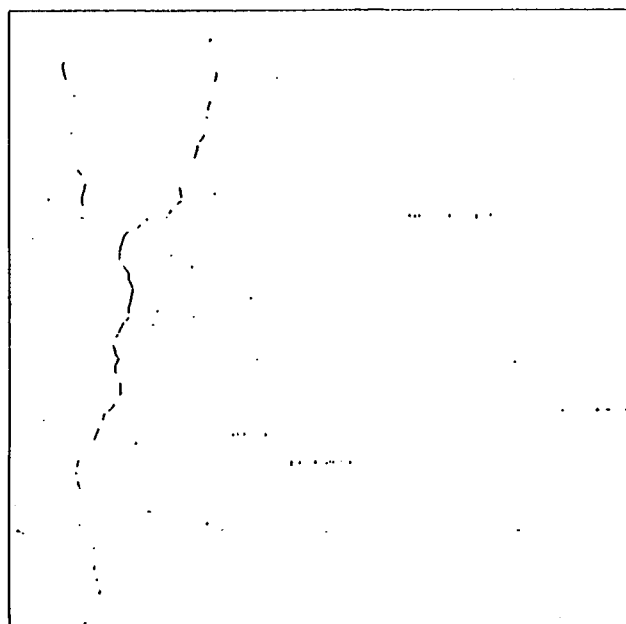
時間: 14.08 sec

観測回数: 100000 回

★クラック

| 密度        |                       |                       |
|-----------|-----------------------|-----------------------|
| 密度        | X (g/m <sup>3</sup> ) | Y (g/m <sup>3</sup> ) |
| ～0.1mm    | 0.00                  | 0.00                  |
| 0.1～0.2mm | 0.00                  | 0.00                  |
| 0.2～mm    | 0.00                  | 0.00                  |
| 小計        | 0.00                  | 0.00                  |
| 合計        | 0.00                  | 0.00                  |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.2mm  
 ----- : 0.2～mm



計測ID: PIC011

測定時刻 1999/12/1 10:07:10

測定: 45 回

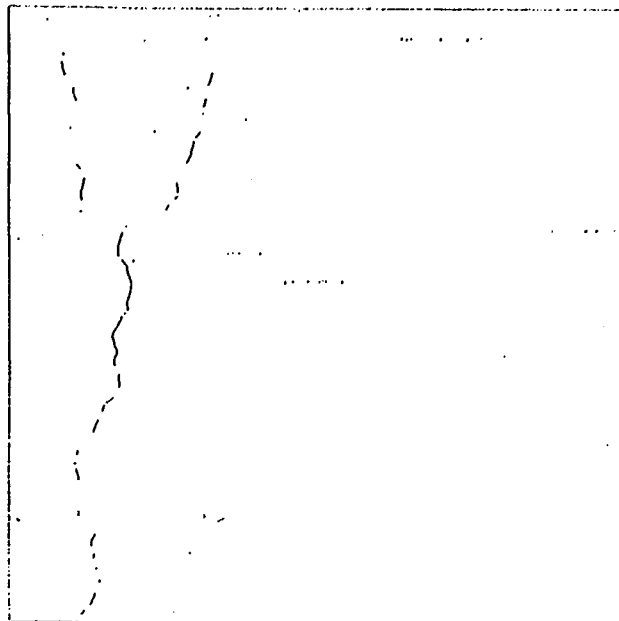
経度: 12.00 100f

観測回数: 100000 回

★クラック

| 密度        | 1999            |
|-----------|-----------------|
| 密度        | X (a/m) Y (a/m) |
| ~0.1mm    | 0.10 0.10       |
| 0.1~0.1mm | 0.01 0.01       |
| 0.1~mm    | 0.00 0.00       |
| 小計        | 0.11 0.11       |
| 合計        | 0.11 0.11       |

--- : ~0.1mm  
--- : 0.1~0.1mm  
--- : 0.1~mm



計測ID: PIC011

測定時刻 1999/12/1 01:12:10

測定: 47 回

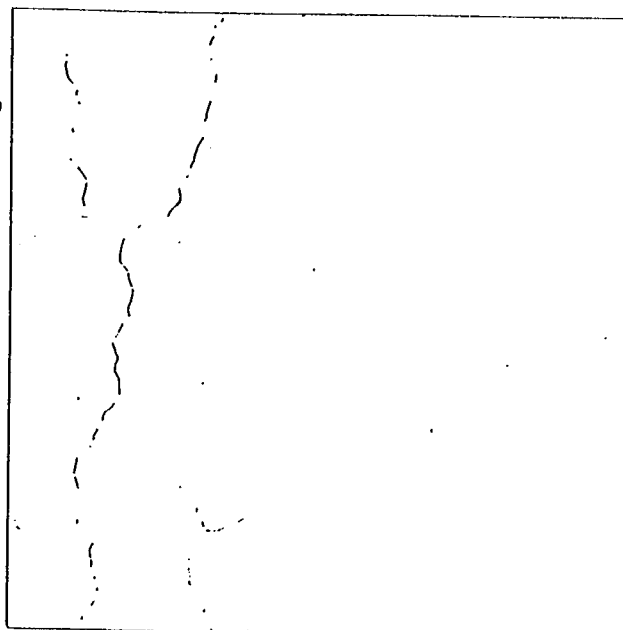
経度: 12.00 100f

観測回数: 100000 回

★クラック

| 密度        | 1999            |
|-----------|-----------------|
| 密度        | X (a/m) Y (a/m) |
| ~0.1mm    | 0.10 1.01       |
| 0.1~0.1mm | 0.02 0.03       |
| 0.1~mm    | 0.00 0.01       |
| 小計        | 0.12 1.05       |
| 合計        | 0.12 1.11       |

--- : ~0.1mm  
--- : 0.1~0.1mm  
--- : 0.1~mm



計測ID: PIC011

測定時刻 1999/12/1 11:11:10

測定: 49 回

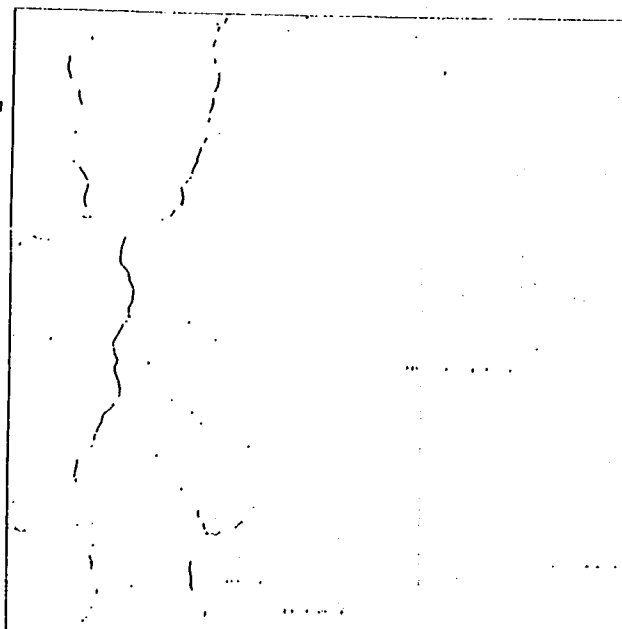
経度: 12.00 100f

観測回数: 100000 回

★クラック

| 密度        | 1999            |
|-----------|-----------------|
| 密度        | X (a/m) Y (a/m) |
| ~0.1mm    | 0.10 1.01       |
| 0.1~0.1mm | 0.02 0.03       |
| 0.1~mm    | 0.01 0.01       |
| 小計        | 0.13 1.12       |
| 合計        | 0.13 1.13       |

--- : ~0.1mm  
--- : 0.1~0.1mm  
--- : 0.1~mm



計測ID: P10111

測定時刻 1991/ 1/ 1 11:11:51

測定: 50 回

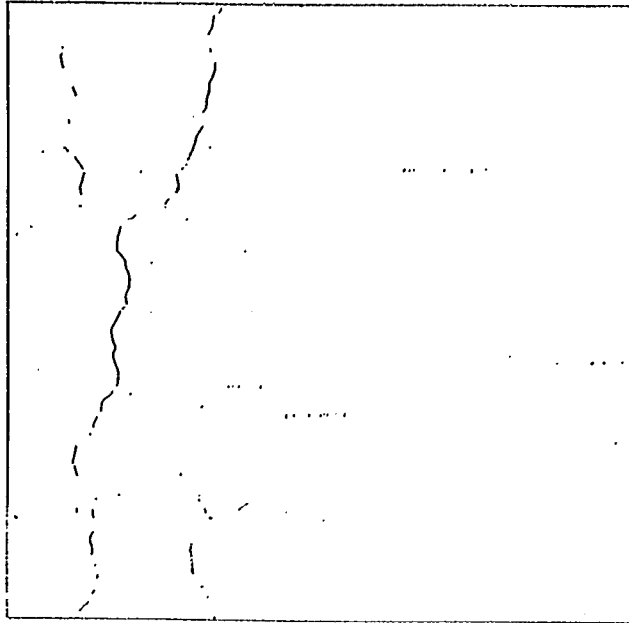
経度: 10.02 1007

緯度: 110.010 回

★クラック

| 濃度        | 3011    |         |
|-----------|---------|---------|
| 濃度        | X (a/m) | Y (a/m) |
| ～0.1mm    | 0.31    | 1.10    |
| 0.1～0.2mm | 0.02    | 0.04    |
| 0.2～0.3mm | 0.03    | 0.01    |
| 小計        | 0.33    | 1.13    |
| 合計        |         | 1.17    |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.2mm  
 ----- : 0.2～0.3mm



計測ID: P10111

測定時刻 1991/ 1/ 1 01:55:18

測定: 51 回

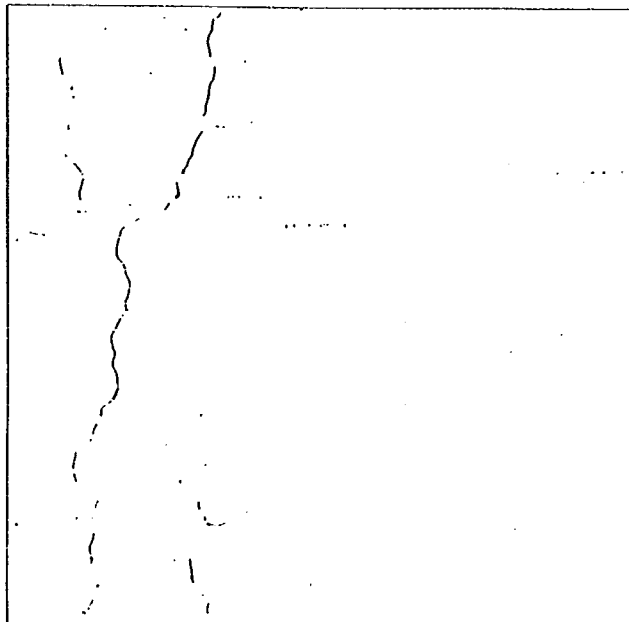
経度: 10.01 1007

緯度: 110.011 回

★クラック

| 濃度        | 3316    |         |
|-----------|---------|---------|
| 濃度        | X (a/m) | Y (a/m) |
| ～0.1mm    | 0.31    | 1.10    |
| 0.1～0.2mm | 0.02    | 0.03    |
| 0.2～0.3mm | 0.02    | 0.03    |
| 小計        | 0.35    | 1.16    |
| 合計        |         | 1.59    |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.2mm  
 ----- : 0.2～0.3mm



計測ID: P10111

測定時刻 1991/ 1/ 1 00:03:37

測定: 55 回

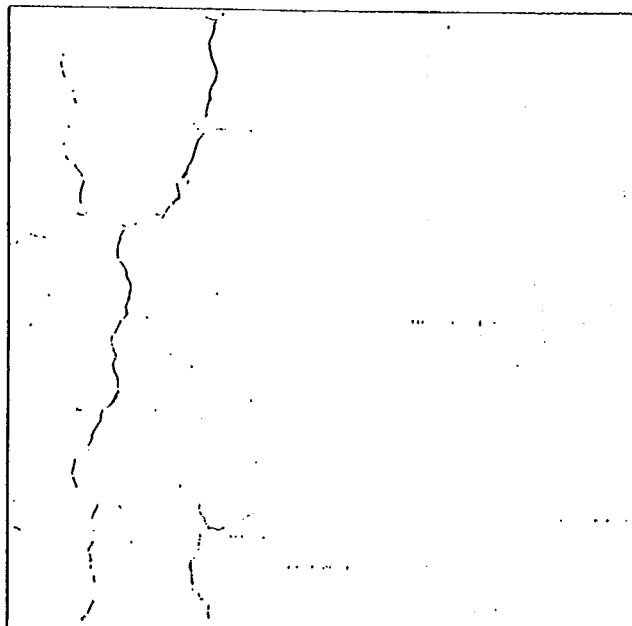
経度: 10.05 1007

緯度: 110.007 回

★クラック

| 濃度        | 1940    |         |
|-----------|---------|---------|
| 濃度        | X (a/m) | Y (a/m) |
| ～0.1mm    | 0.31    | 1.31    |
| 0.1～0.2mm | 0.02    | 0.02    |
| 0.2～0.3mm | 0.03    | 0.05    |
| 小計        | 0.35    | 1.38    |
| 合計        |         | 1.98    |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.2mm  
 ----- : 0.2～0.3mm



測点ID: 20211

測定時刻: 1991/ 1/ 1 01:01:11

測定: 50 50

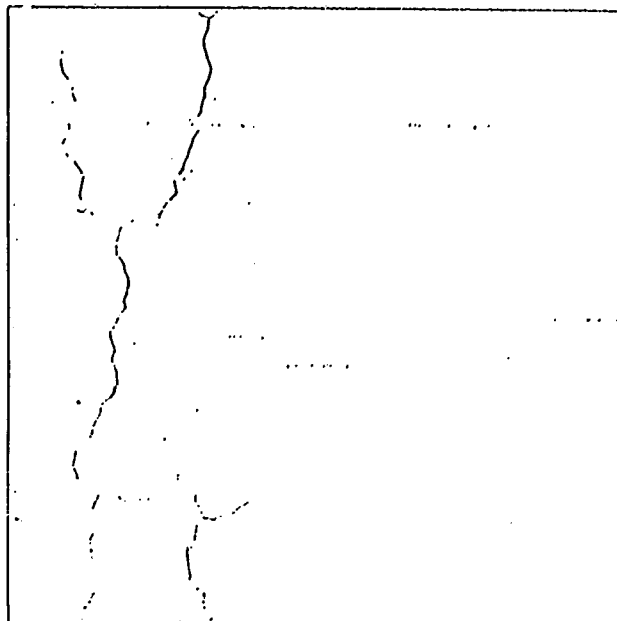
経度: 31.91 test

緯度経度: 310005 54

★クラック

| 濃度       | 19911   |         |
|----------|---------|---------|
| 濃度       | X (a/a) | Y (a/a) |
| 0.1~0.2a | 0.01    | 0.01    |
| 0.1~0.2a | 0.01    | 0.01    |
| 0.1~     | 0.01    | 0.01    |
| 小計       | 0.01    | 1.11    |
| 合計       |         | 1.11    |

0.1~0.2a  
0.1~0.2a  
0.1~



測点ID: 20211

測定時刻: 1991/ 1/ 1 01:01:00

測定: 50 50

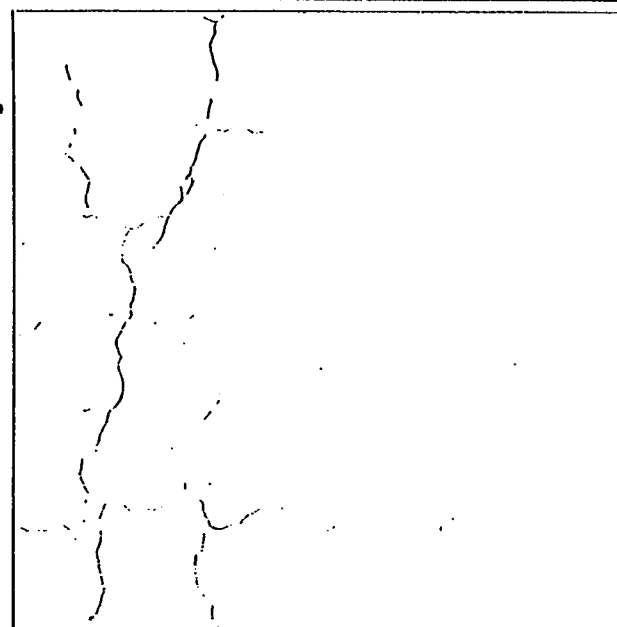
経度: 31.91 test

緯度経度: 310005 54

★クラック

| 濃度       | 19911   |         |
|----------|---------|---------|
| 濃度       | X (a/a) | Y (a/a) |
| 0.1~0.2a | 0.01    | 1.11    |
| 0.1~0.2a | 0.01    | 0.01    |
| 0.1~     | 0.01    | 0.01    |
| 小計       | 0.01    | 1.11    |
| 合計       |         | 1.11    |

0.1~0.2a  
0.1~0.2a  
0.1~



測点ID: 21011

測定時刻: 1991/ 1/ 1 01:01:00

測定: 50 50

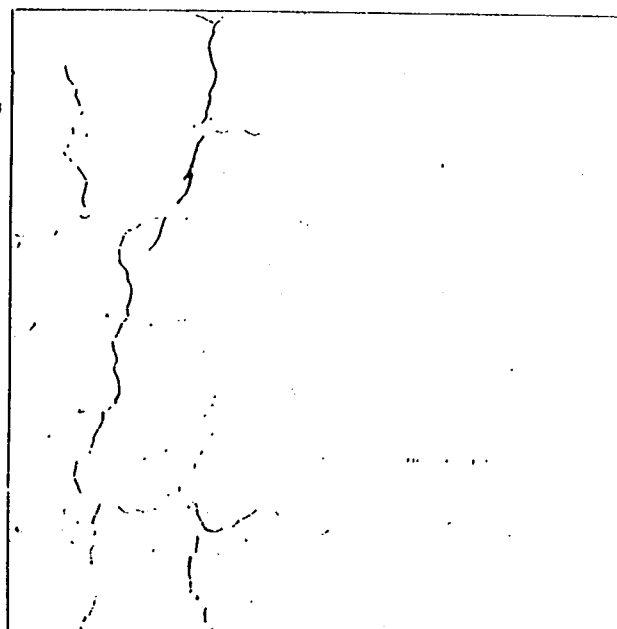
経度: 31.91 test

緯度経度: 310005 54

★クラック

| 濃度       | 19911   |         |
|----------|---------|---------|
| 濃度       | X (a/a) | Y (a/a) |
| 0.1~0.2a | 0.01    | 1.11    |
| 0.1~0.2a | 0.01    | 0.01    |
| 0.1~     | 0.01    | 0.01    |
| 小計       | 0.01    | 1.11    |
| 合計       |         | 1.11    |

0.1~0.2a  
0.1~0.2a  
0.1~



計測ID: PIC011

測定時刻 1991/ 1/ 5 01:10:05

測定: 01 回

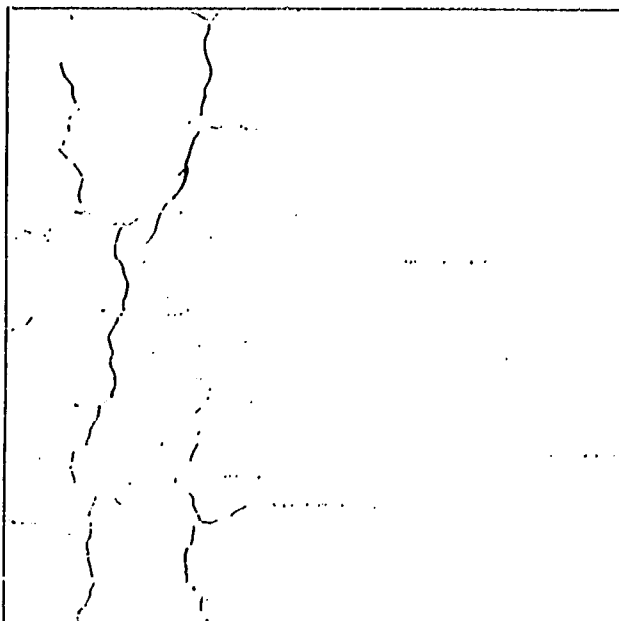
秤量: 33.33 tonf

破砕回数: 330005 回

★クラック

| 測定        | 33311   |         |
|-----------|---------|---------|
| 密度        | X (n/m) | Y (n/m) |
| ～0.1mm    | 0.11    | 1.11    |
| 0.1～0.1mm | 0.11    | 0.11    |
| 0.2～mm    | 0.11    | 0.11    |
| 小計        | 0.11    | 1.11    |
| 合計        |         | 1.11    |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.1mm  
 ----- : 0.1～



計測ID: PIC011

測定時刻 1991/ 1/ 5 10:10:01

測定: 01 回

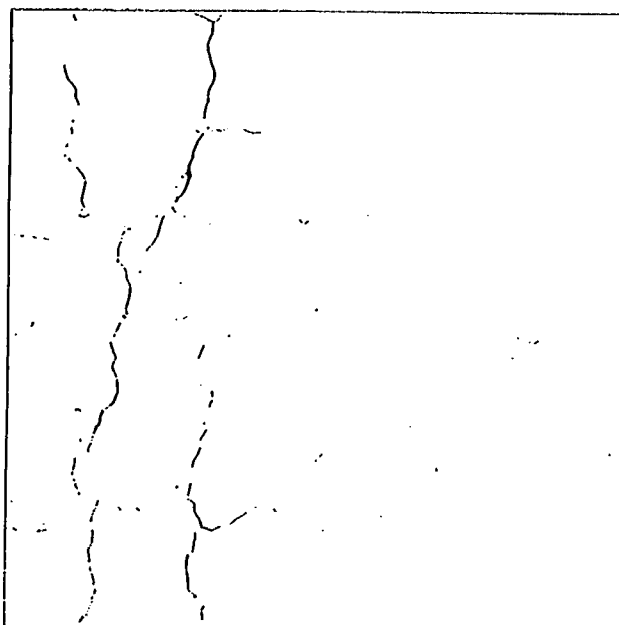
秤量: 33.33 tonf

破砕回数: 330005 回

★クラック

| 測定        | 14611   |         |
|-----------|---------|---------|
| 密度        | X (n/m) | Y (n/m) |
| ～0.1mm    | 0.11    | 1.11    |
| 0.1～0.1mm | 0.11    | 0.11    |
| 0.1～mm    | 0.11    | 0.11    |
| 小計        | 0.11    | 1.11    |
| 合計        |         | 1.11    |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.1mm  
 ----- : 0.1～



計測ID: PIC011

測定時刻 1991/ 1/ 1 01:01:01

測定: 01 回

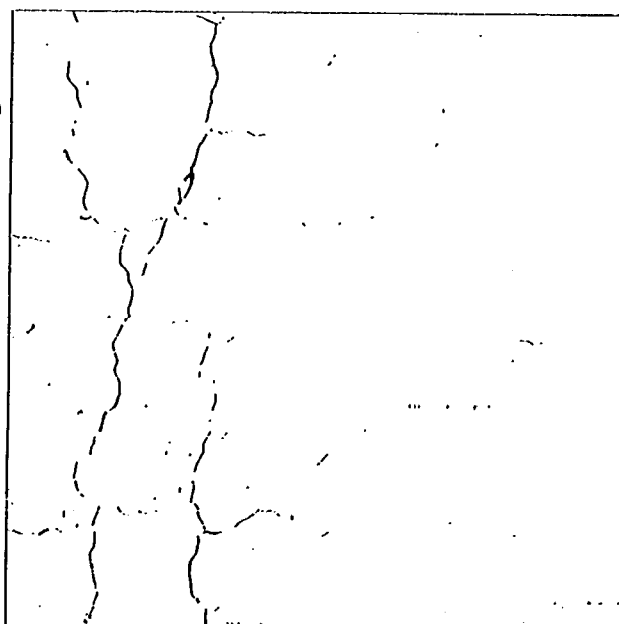
秤量: 33.33 tonf

破砕回数: 330005 回

★クラック

| 測定        | 33361   |         |
|-----------|---------|---------|
| 密度        | X (n/m) | Y (n/m) |
| ～0.1mm    | 0.11    | 1.11    |
| 0.1～0.1mm | 0.11    | 0.11    |
| 0.1～      | 0.11    | 0.11    |
| 小計        | 1.11    | 1.11    |
| 合計        |         | 1.11    |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.1mm  
 ----- : 0.1～



計測ID: PIC010

測定時刻 1991/ 1/ 1 01:10:19

測定: 01 回

経度: 35.05 tosf

観測回数: 100005 回

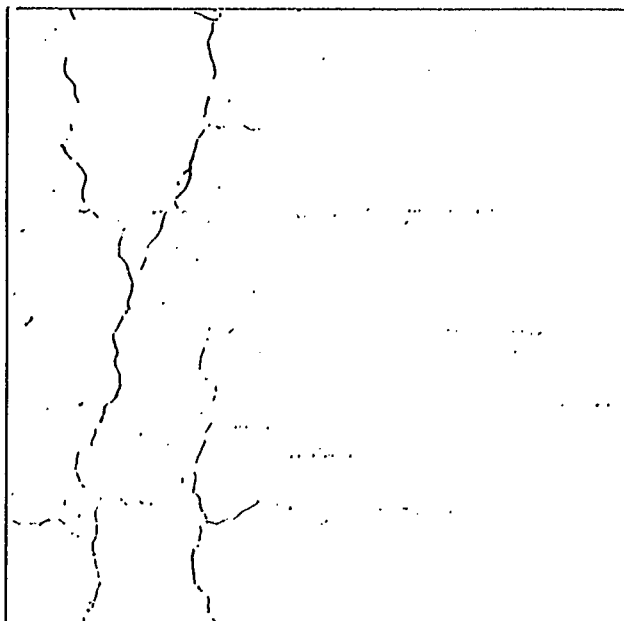
★クラック

濃度

31139

| 濃度        | X (a/m) | Y (a/m) |
|-----------|---------|---------|
| ～0.1mm    | 0.37    | 0.14    |
| 0.1～0.2mm | 0.10    | 0.10    |
| 0.2～      | 0.13    | 0.15    |
| 小計        | 1.10    | 0.39    |
| 合計        |         | 3.17    |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.2mm  
 ----- : 0.2～



計測ID: PIC011

測定時刻 1991/ 1/ 1 01:22:31

測定: 01 回

経度: 35.10 tosf

観測回数: 100005 回

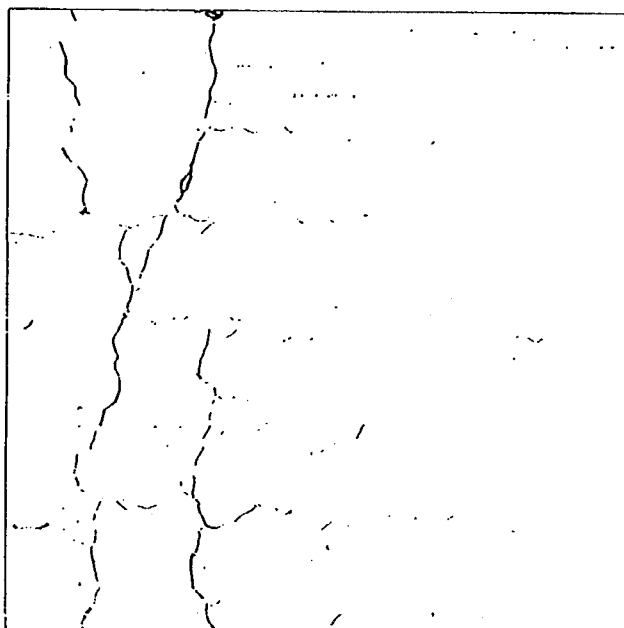
★クラック

濃度

30714

| 濃度        | X (a/m) | Y (a/m) |
|-----------|---------|---------|
| ～0.1mm    | 1.12    | 1.14    |
| 0.1～0.2mm | 0.23    | 0.13    |
| 0.2～      | 0.23    | 0.21    |
| 小計        | 1.58    | 1.48    |
| 合計        |         | 1.31    |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.2mm  
 ----- : 0.2～



計測ID: PIC012

測定時刻 1991/ 1/ 1 02:10:14

測定: 01 回

経度: 35.10 tosf

観測回数: 100005 回

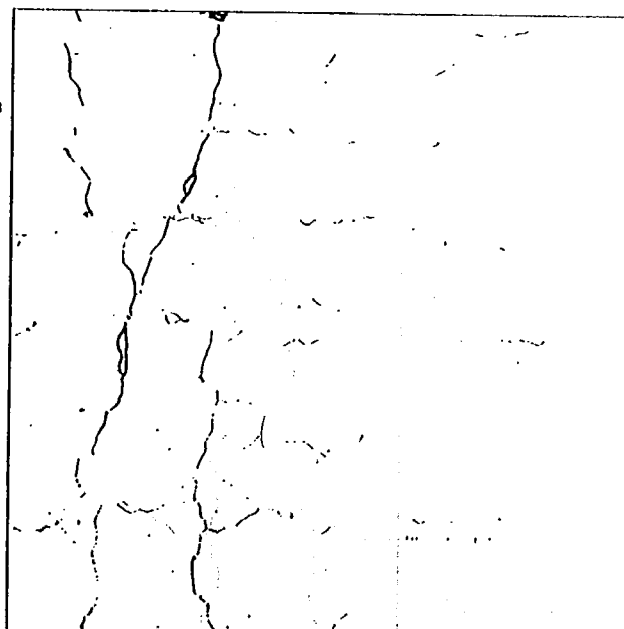
★クラック

濃度

10121

| 濃度        | X (a/m) | Y (a/m) |
|-----------|---------|---------|
| ～0.1mm    | 1.17    | 1.31    |
| 0.1～0.2mm | 0.10    | 0.15    |
| 0.2～      | 0.10    | 0.15    |
| 小計        | 1.37    | 1.61    |
| 合計        |         | 0.95    |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.2mm  
 ----- : 0.2～



計測ID: PR0111

測定時刻 1998/ 1/ 9 01:58:19

測定: 10 回

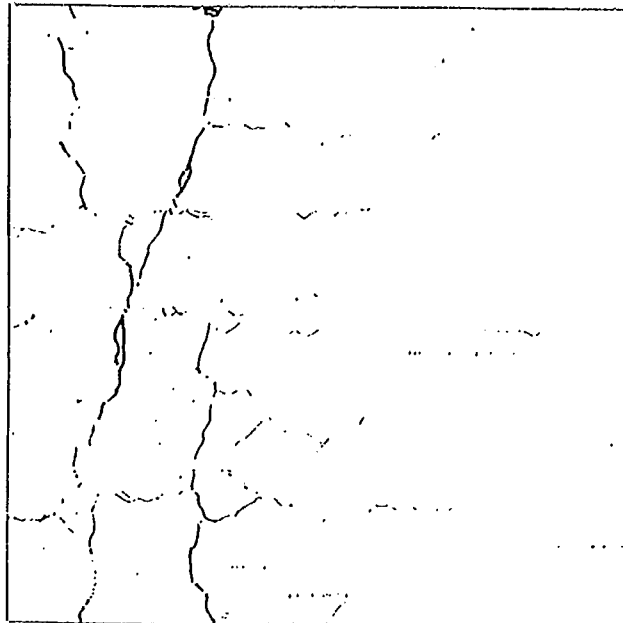
経度: 33.01 100f

破砕回数: 00005 回

★クラック

| 密度        | 03316   |         |
|-----------|---------|---------|
| 密度        | X (n/m) | Y (n/m) |
| ～0.1mm    | 0.01    | 0.01    |
| 0.1～0.2mm | 0.33    | 0.03    |
| 0.2～mm    | 0.33    | 0.33    |
| 小計        | 0.67    | 0.37    |
| 合計        |         | 0.33    |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.2mm  
 ----- : 0.2～mm



計測ID: PR0111

測定時刻 1998/ 1/ 9 01:11:01

測定: 10 回

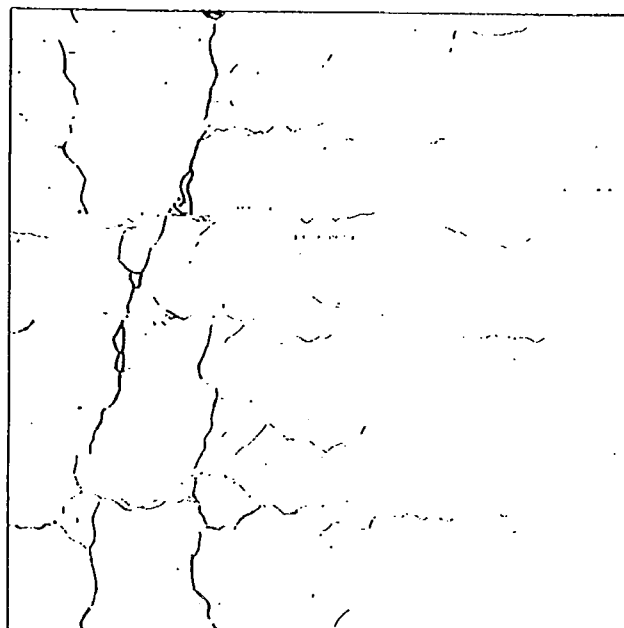
経度: 33.05 100f

破砕回数: 00005 回

★クラック

| 密度        | 1032500 |         |
|-----------|---------|---------|
| 密度        | X (n/m) | Y (n/m) |
| ～0.1mm    | 0.15    | 0.15    |
| 0.1～0.2mm | 0.40    | 0.11    |
| 0.2～mm    | 0.40    | 0.11    |
| 小計        | 0.95    | 0.37    |
| 合計        |         | 0.44    |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.2mm  
 ----- : 0.2～mm



計測ID: PR0111

測定時刻 1998/ 2/10 03:18:03

測定: 10 回

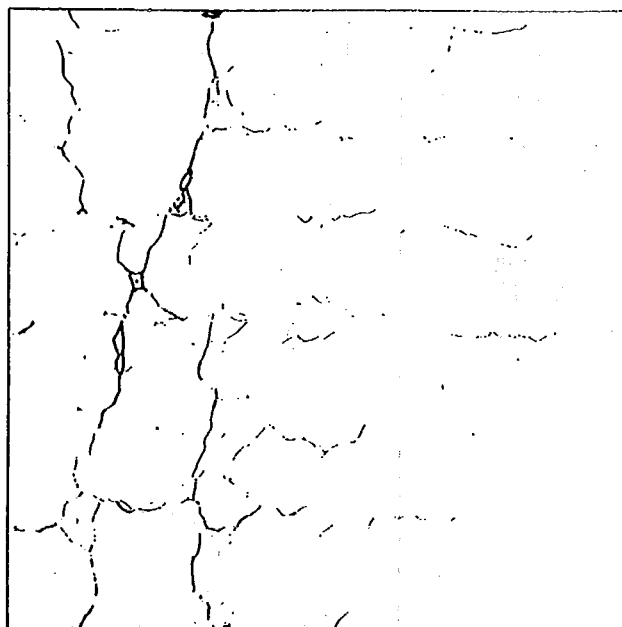
経度: 33.05 100f

破砕回数: 00005 回

★クラック

| 密度        | 1116720 |         |
|-----------|---------|---------|
| 密度        | X (n/m) | Y (n/m) |
| ～0.1mm    | 0.15    | 0.15    |
| 0.1～0.2mm | 0.50    | 0.15    |
| 0.2～mm    | 0.50    | 0.15    |
| 小計        | 1.15    | 0.45    |
| 合計        |         | 0.44    |

----- : ～0.1mm  
 ----- : 0.1～0.2mm  
 ----- : 0.2～mm



測点ID: P0011

測定時刻: 1999/ 1/10 09:35:31

測定: 11 回

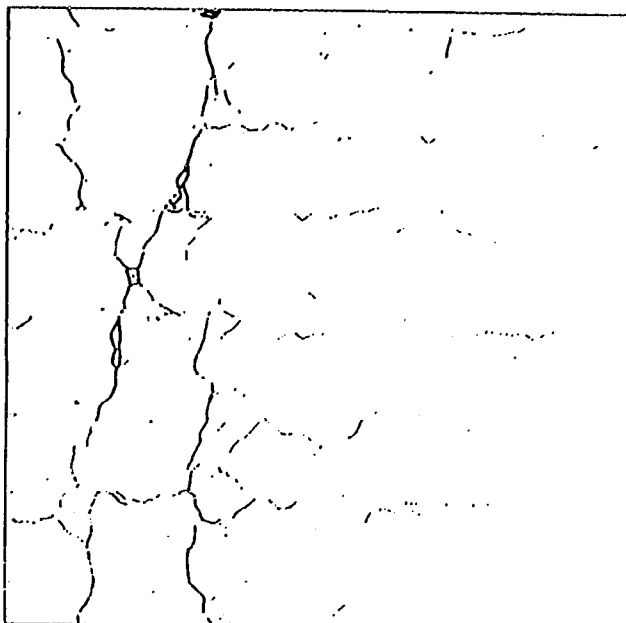
経度: 10.00 1007

観測回数: 110005 回

★クラック

| 密度       | X (m/a) | Y (m/a) |
|----------|---------|---------|
| 密度       | 1.15    | 1.15    |
| ～0.1m    | 0.11    | 0.11    |
| 0.1～0.2m | 0.11    | 0.11    |
| 0.2～0.3m | 0.11    | 0.11    |
| 小計       | 1.15    | 1.15    |
| 合計       |         |         |

----- : ～0.1m  
 ----- : 0.1～0.2m  
 ----- : 0.2～0.3m



測点ID: P0011

測定時刻: 1999/ 1/10 10:57:59

測定: 11 回

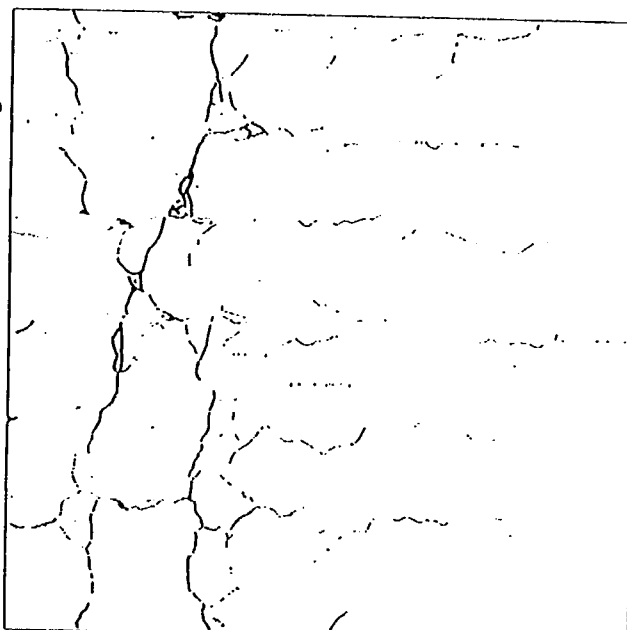
経度: 10.00 1007

観測回数: 500005 回

★クラック

| 密度       | X (m/a) | Y (m/a) |
|----------|---------|---------|
| 密度       | 1.15    | 1.15    |
| ～0.1m    | 0.11    | 0.11    |
| 0.1～0.2m | 0.11    | 0.11    |
| 0.2～0.3m | 0.11    | 0.11    |
| 小計       | 1.15    | 1.15    |
| 合計       |         |         |

----- : ～0.1m  
 ----- : 0.1～0.2m  
 ----- : 0.2～0.3m



測点ID: P0011

測定時刻: 1999/ 1/11 15:43:51

測定: 11 回

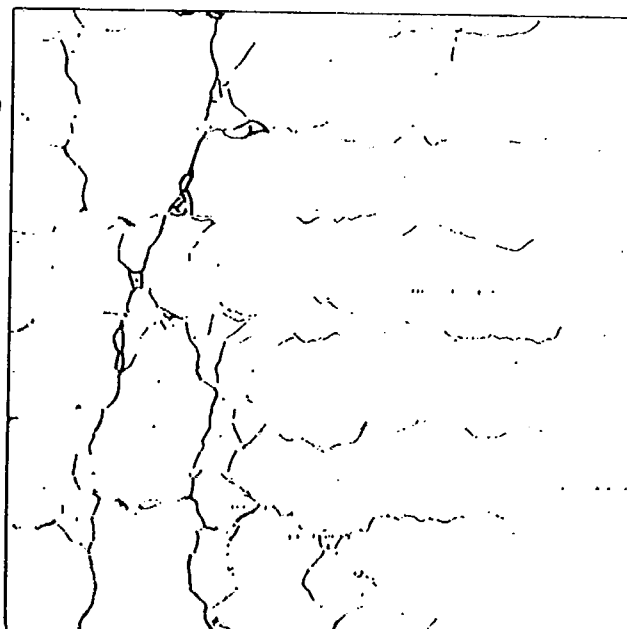
経度: 10.00 1007

観測回数: 510000 回

★クラック

| 密度       | X (m/a) | Y (m/a) |
|----------|---------|---------|
| 密度       | 1.15    | 1.15    |
| ～0.1m    | 0.11    | 0.11    |
| 0.1～0.2m | 0.11    | 0.11    |
| 0.2～0.3m | 0.11    | 0.11    |
| 小計       | 1.15    | 1.15    |
| 合計       |         |         |

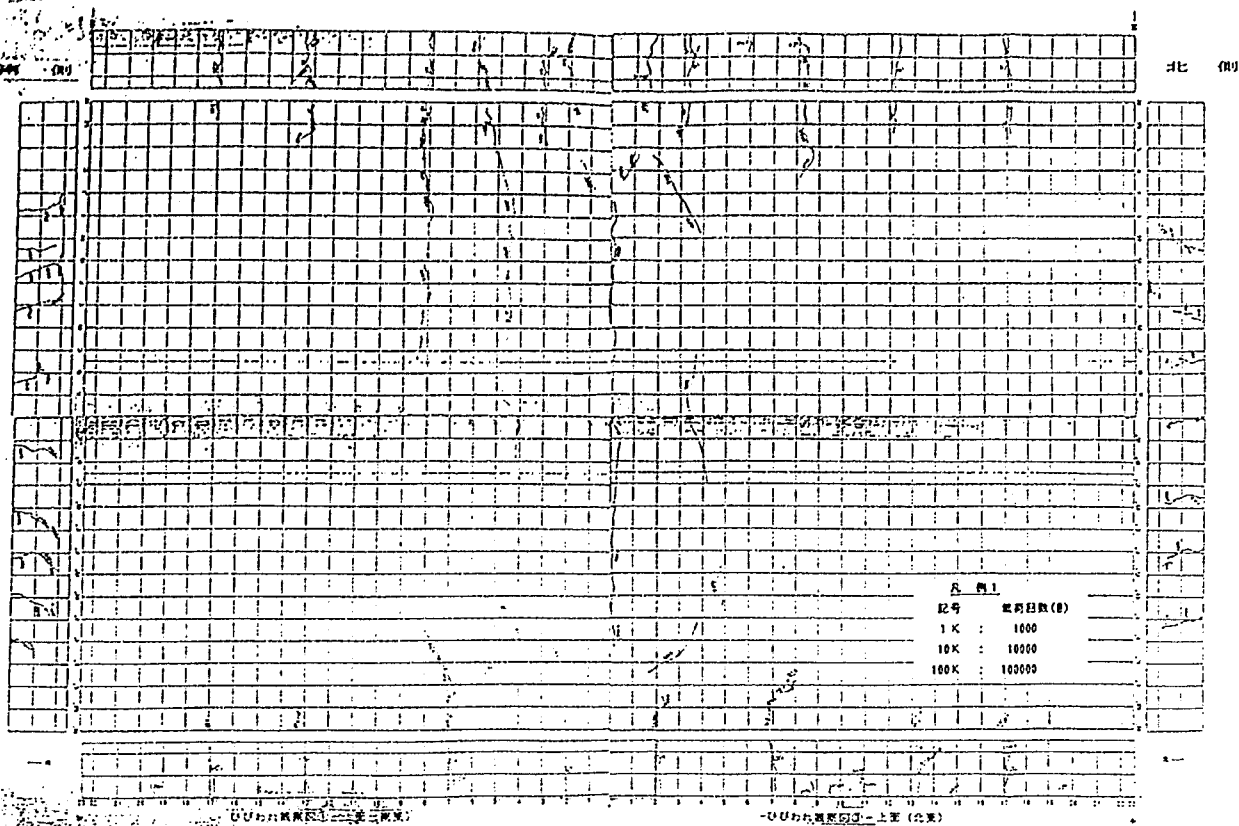
----- : ～0.1m  
 ----- : 0.1～0.2m  
 ----- : 0.2～0.3m



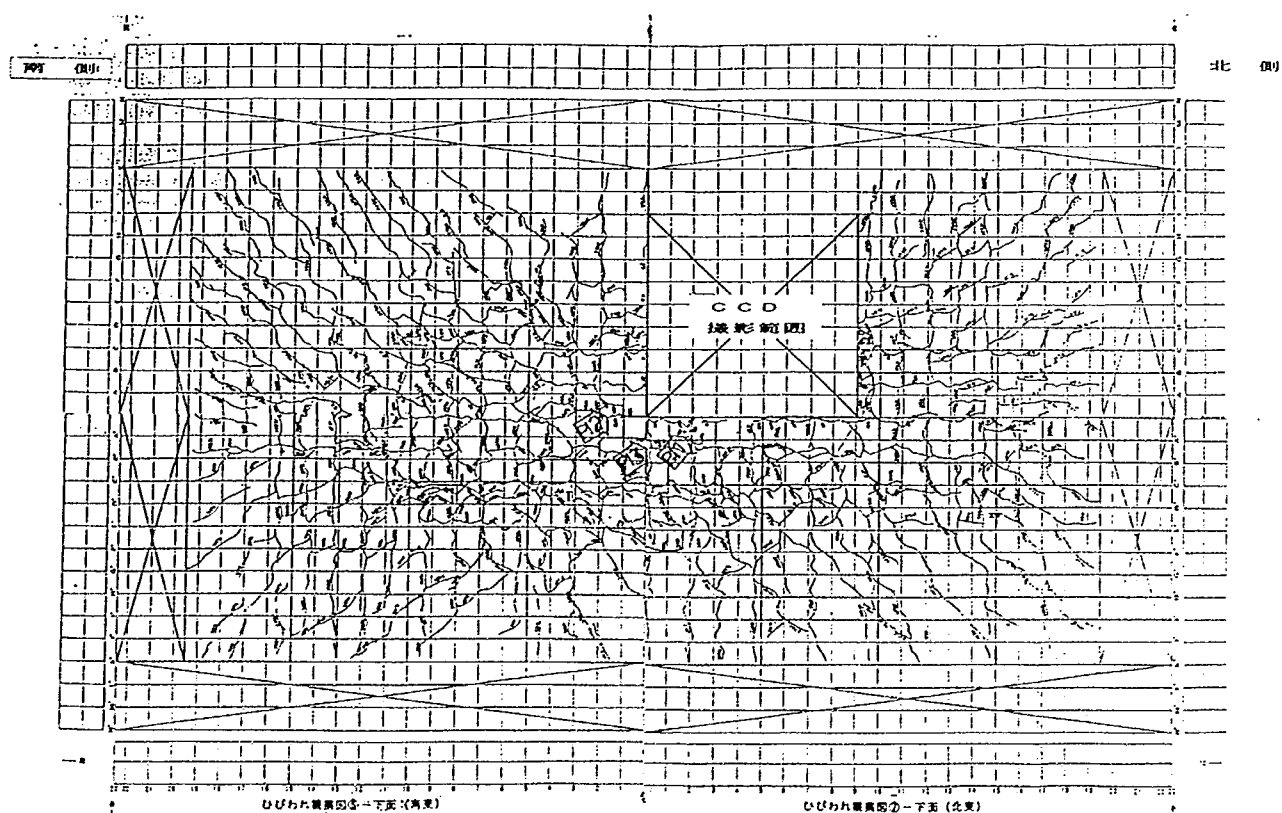


## 8) 最終ひび割れ状況

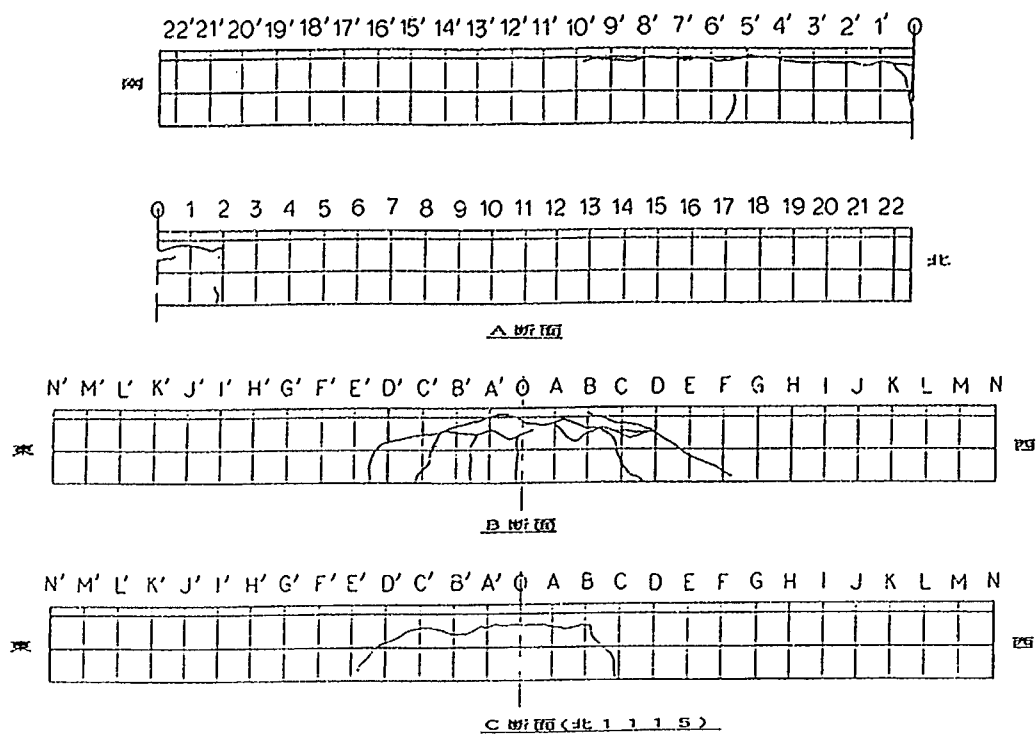




ひび割れ観察図 (PRC-2・上面)



ひび割れ観察図 (PRC-2・下面)

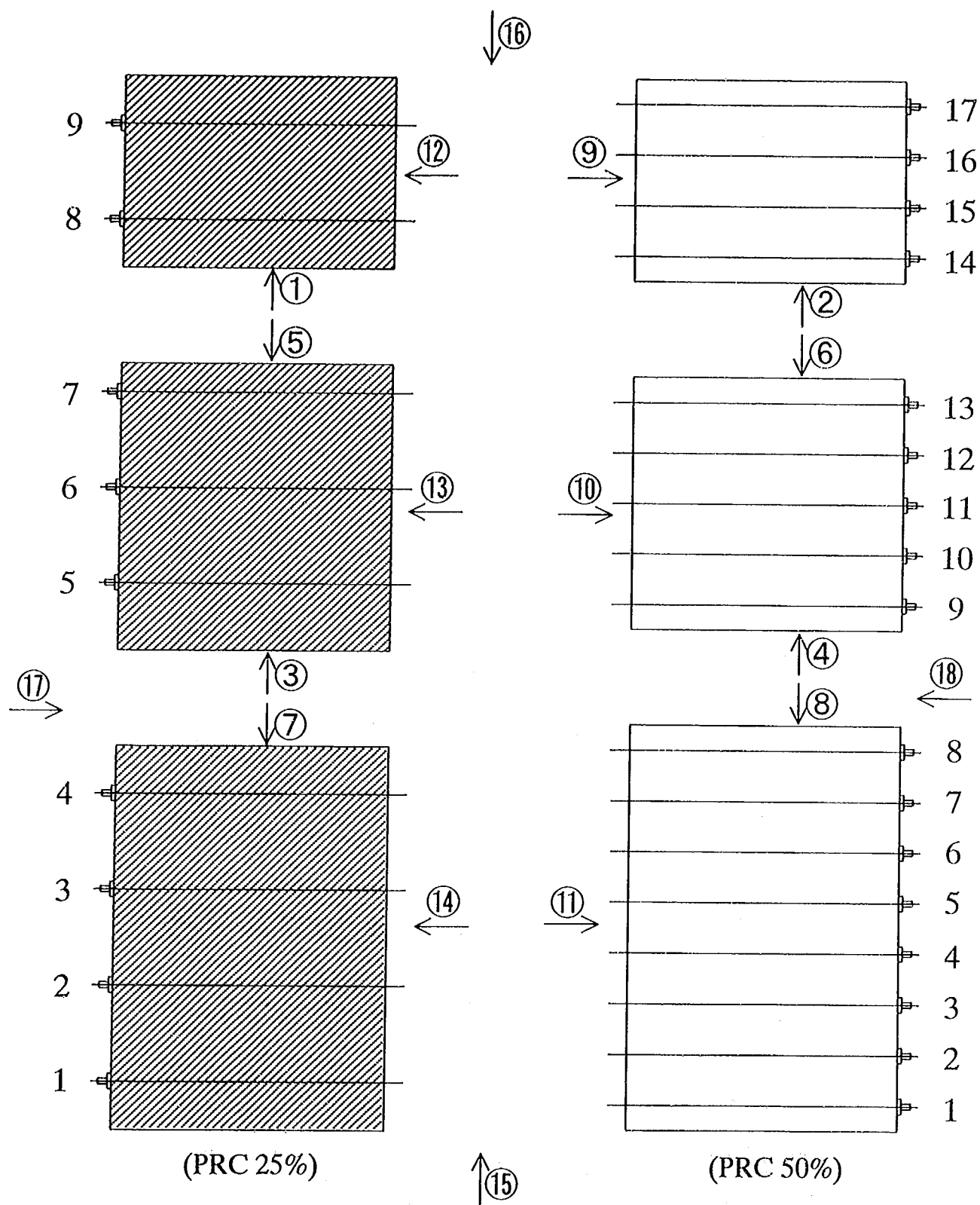


ひび割れ観察図 (PRC-2・内部)

## 9) 実験終了後の切断面写真

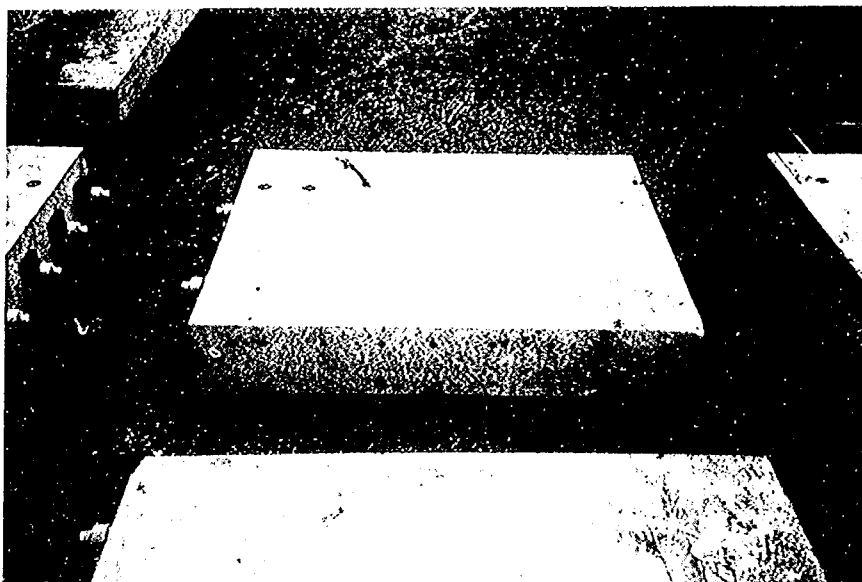


北(シャッター側)

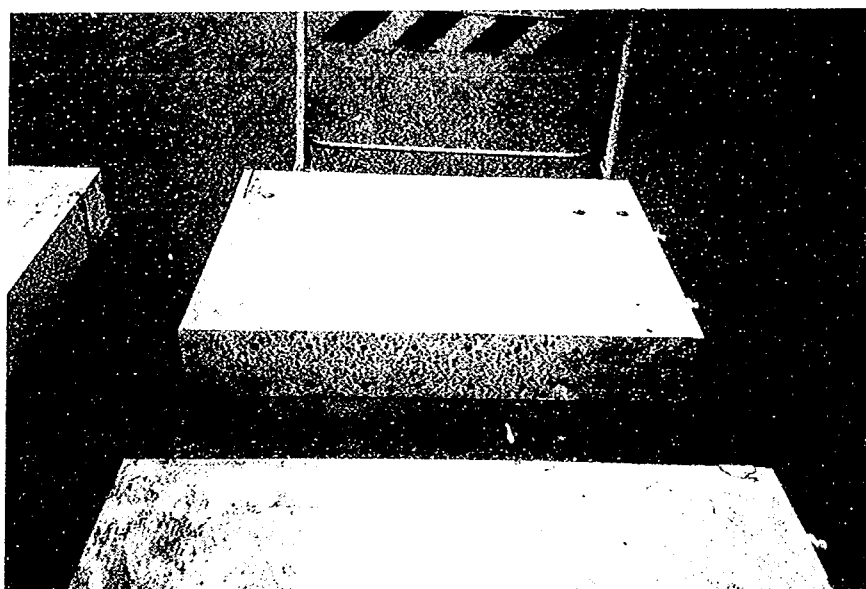


注1)矢印は写真を写した方向

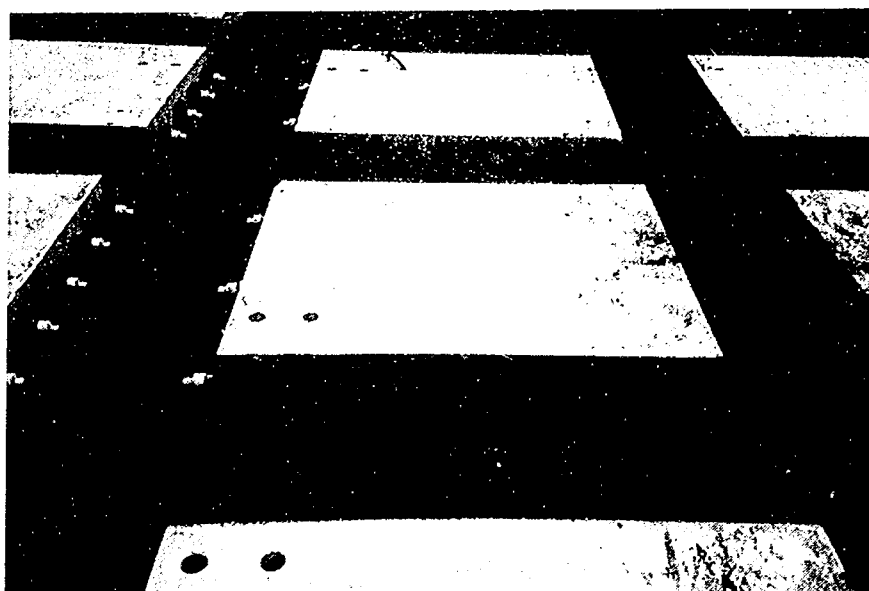
注2)番号は写真裏面の番号と同じ



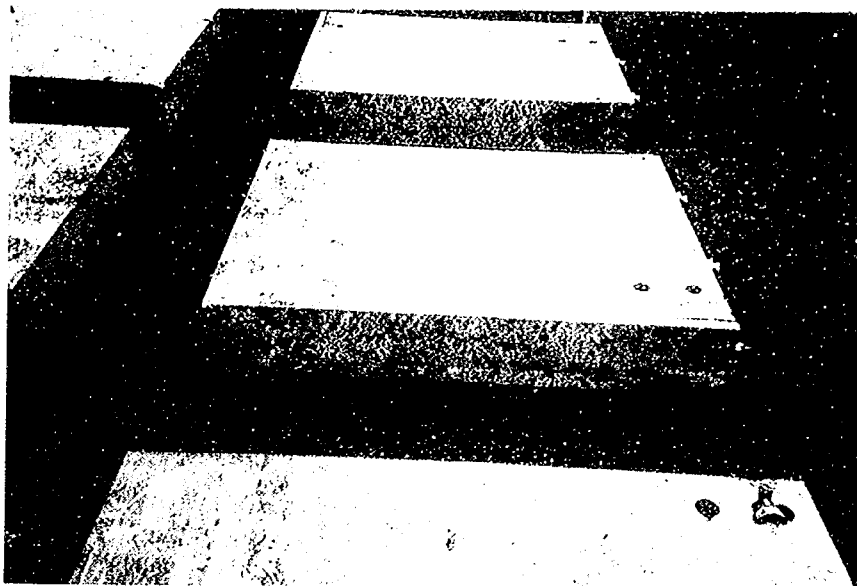
PRC25% ①



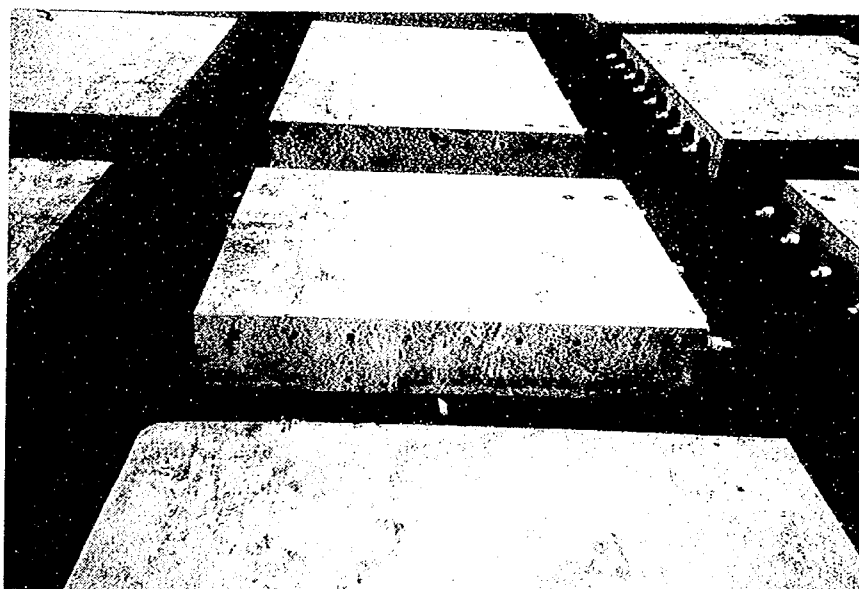
PRC25% ②



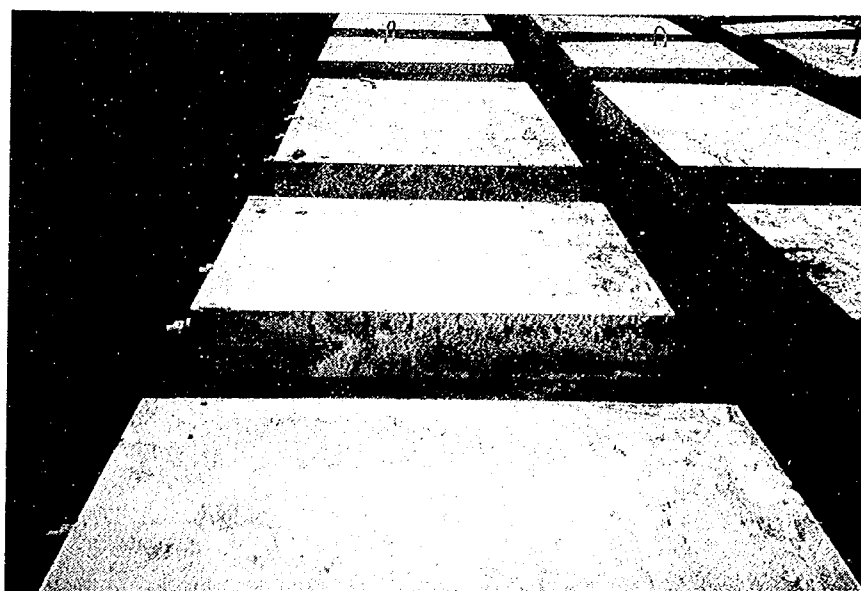
PRC25% ③



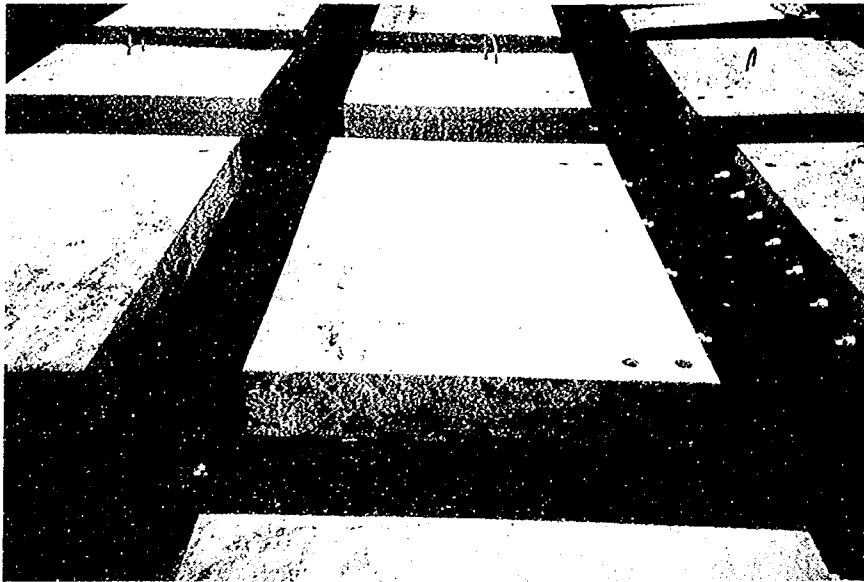
PRC25% ④



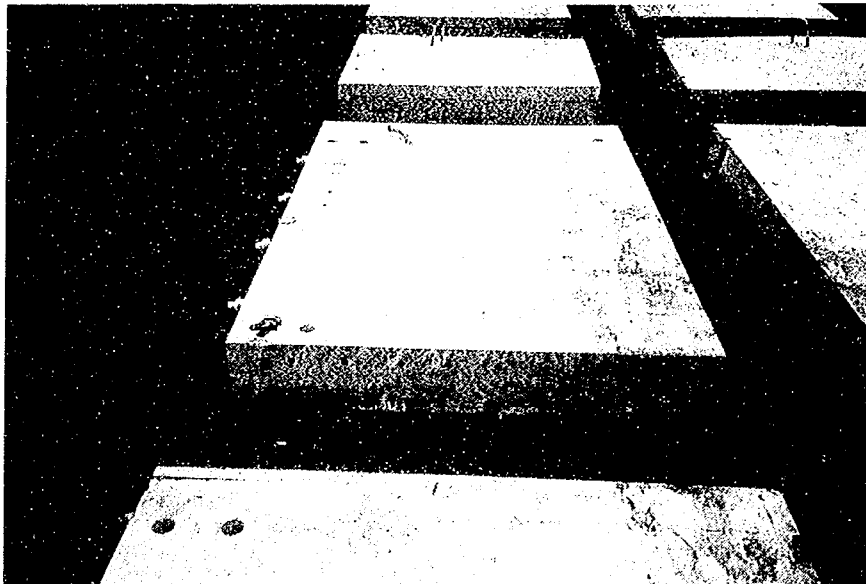
PRC25% ⑤



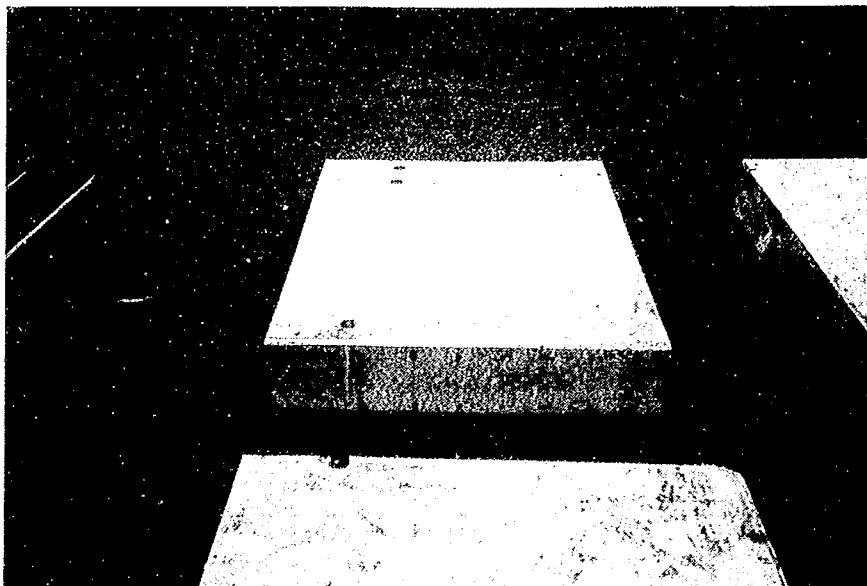
PRC25% ⑥



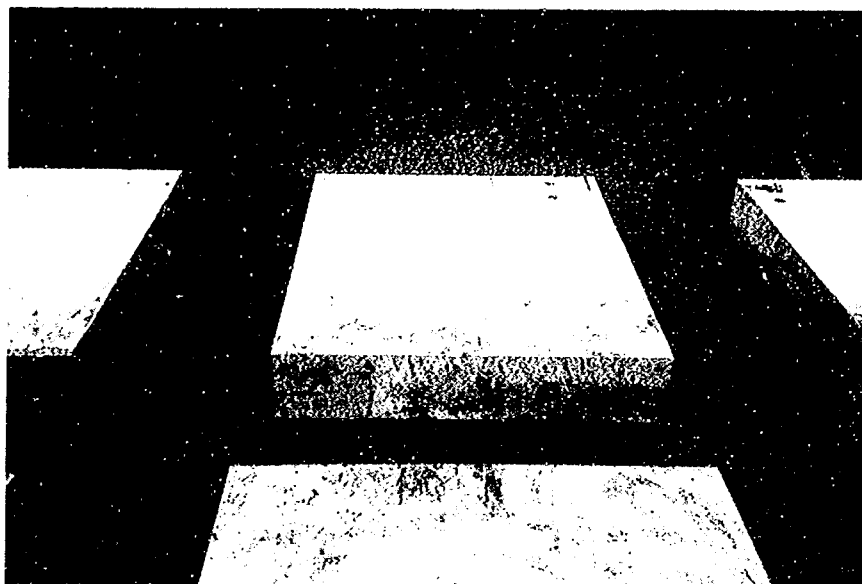
PRC25% ⑦



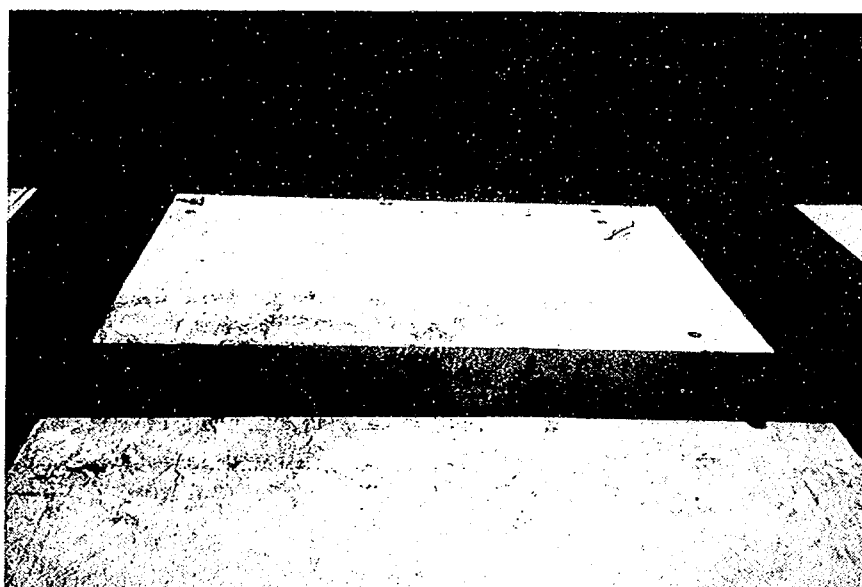
PRC25% ⑧



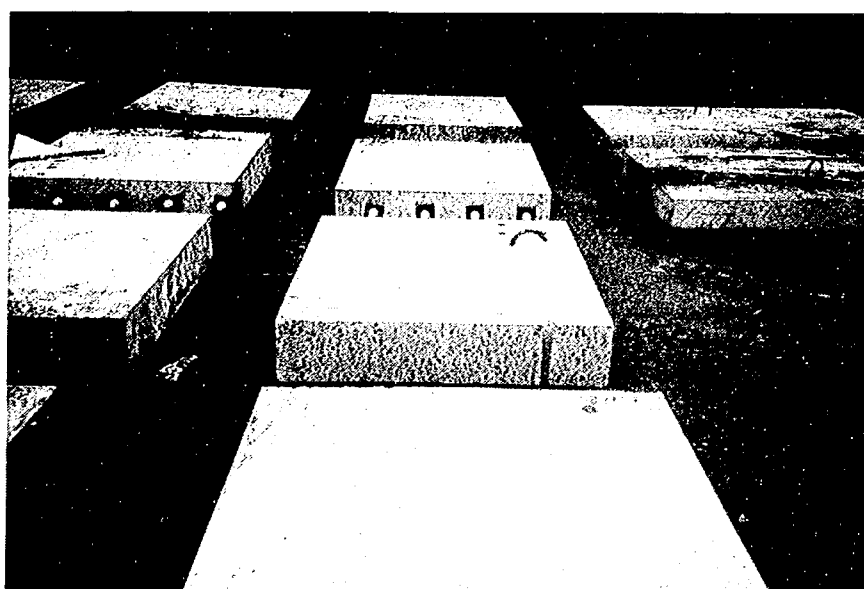
PRC25% ⑨



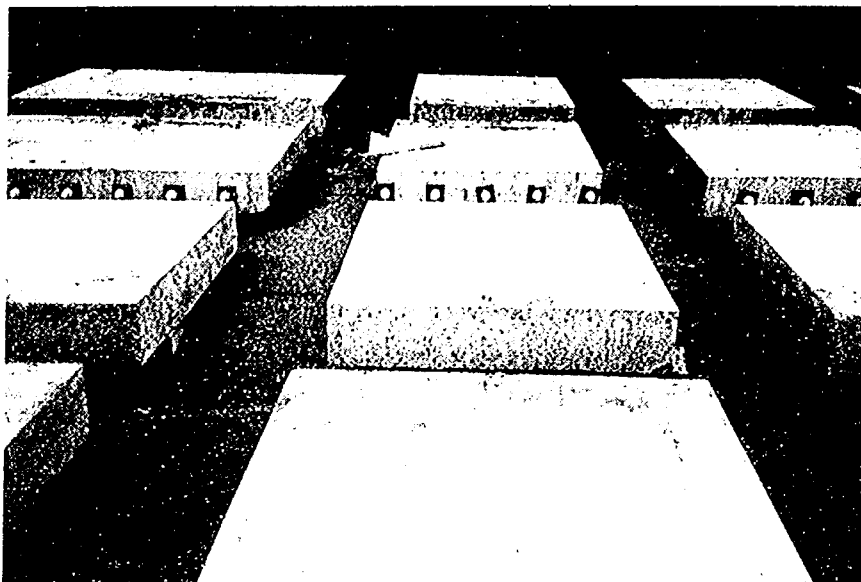
PRC25% ⑩



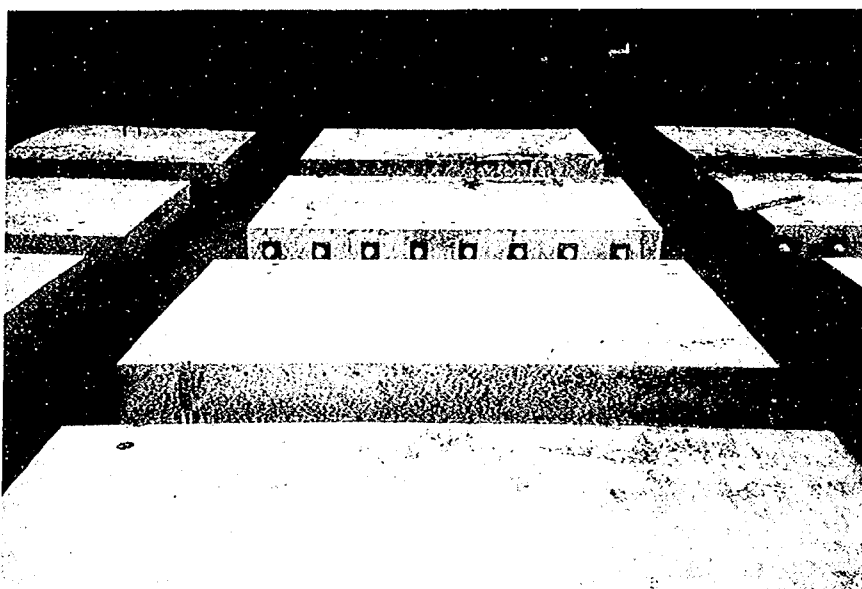
PRC25% ⑪



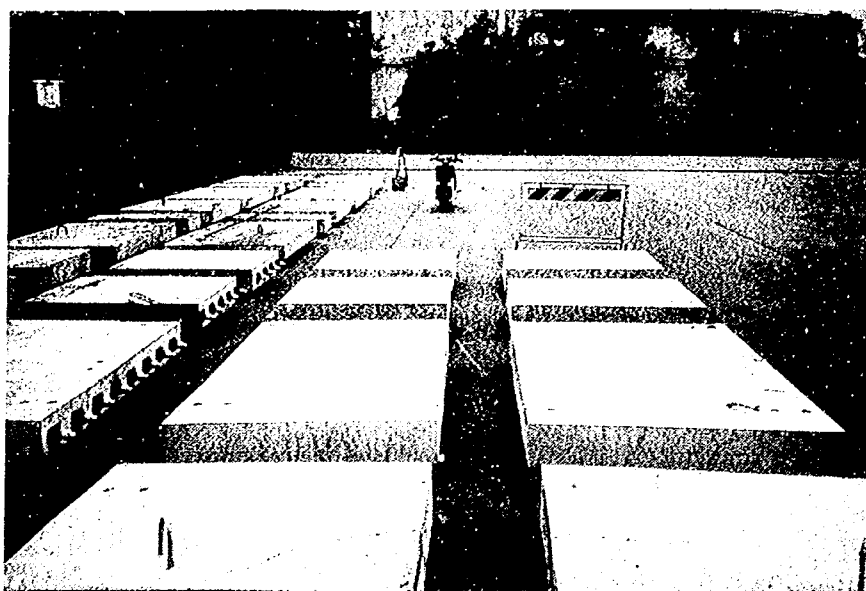
PRC25% ⑫



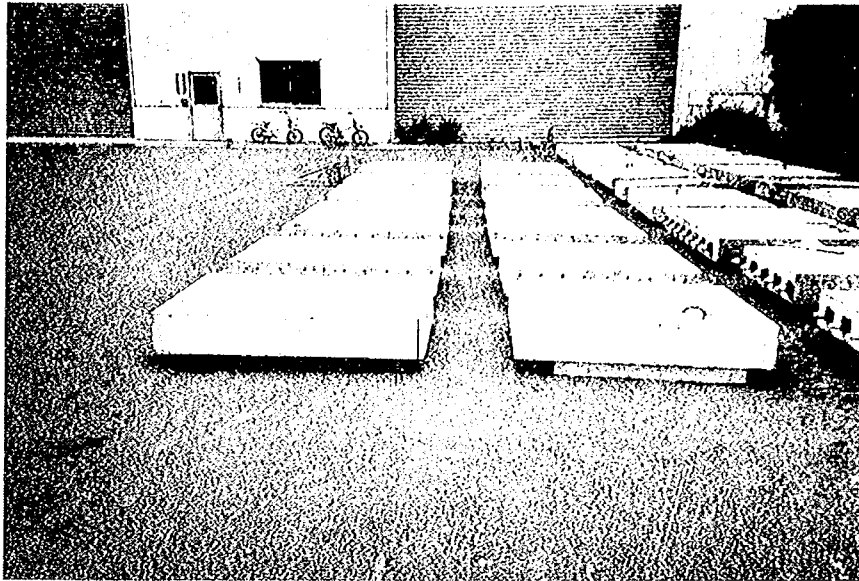
PRC25% ⑬



PRC25% ⑭



PRC25% ⑮



PRC25% ⑩



PRC25% ⑪

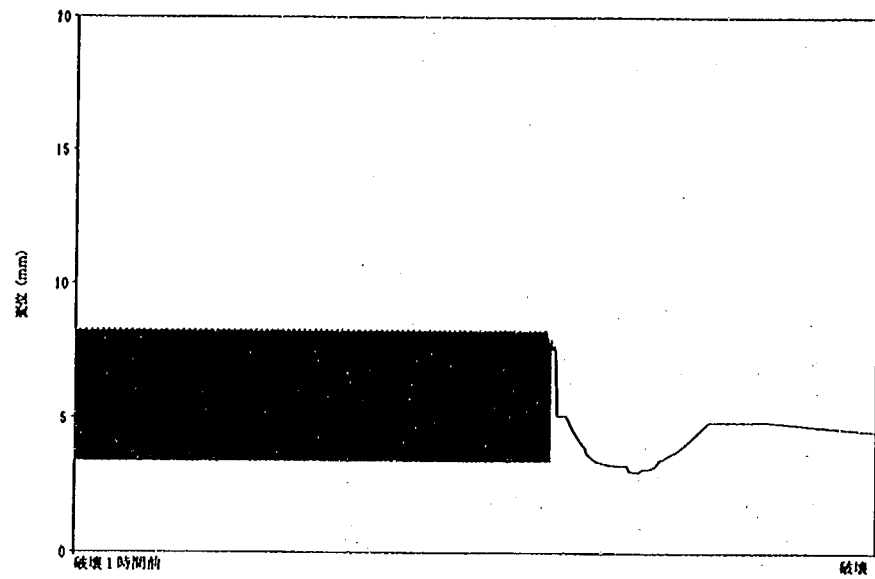


PRC25% ⑫

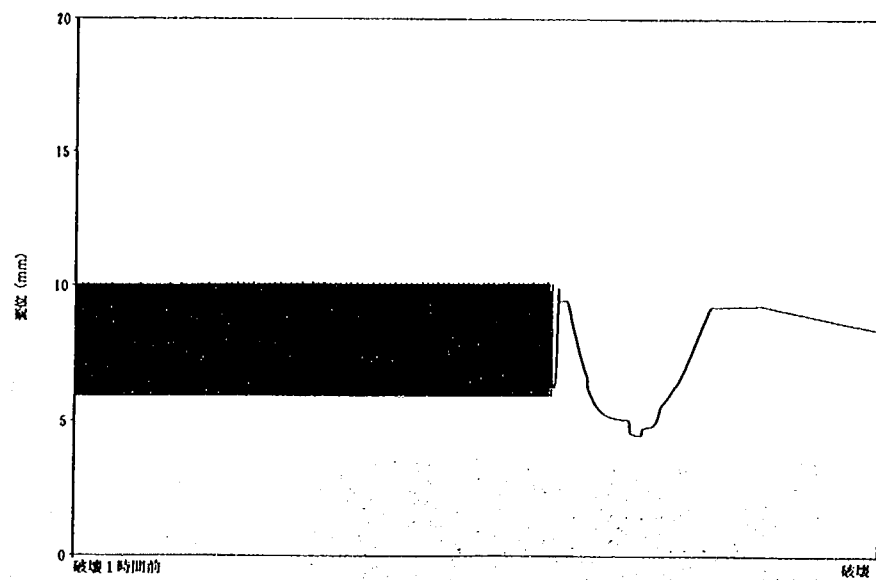


## 10) 破壊前 1 時間挙動

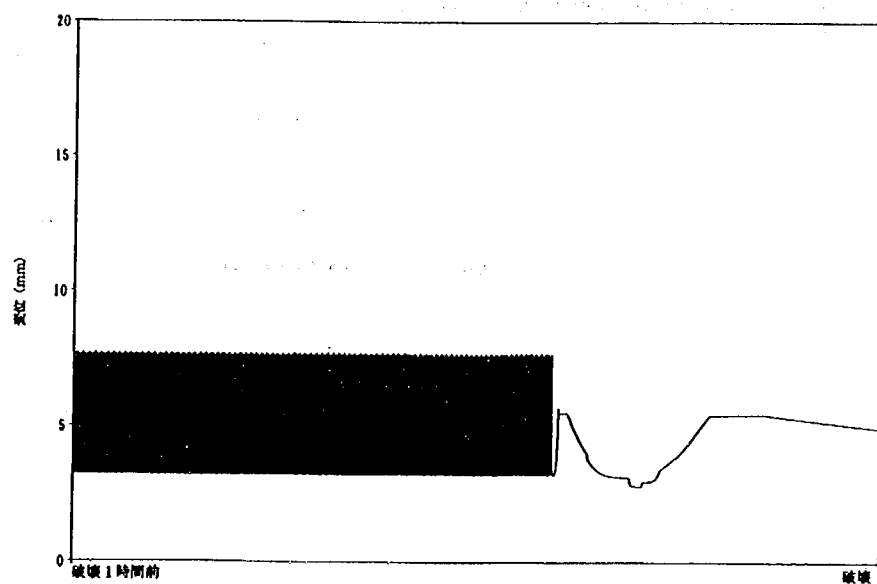




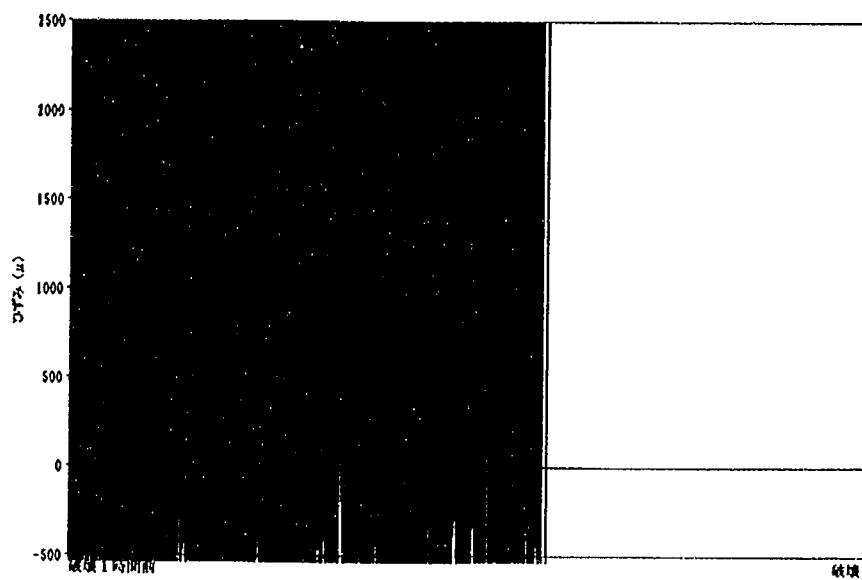
PRC 2 供試体の短期計測：変位 (D-1)



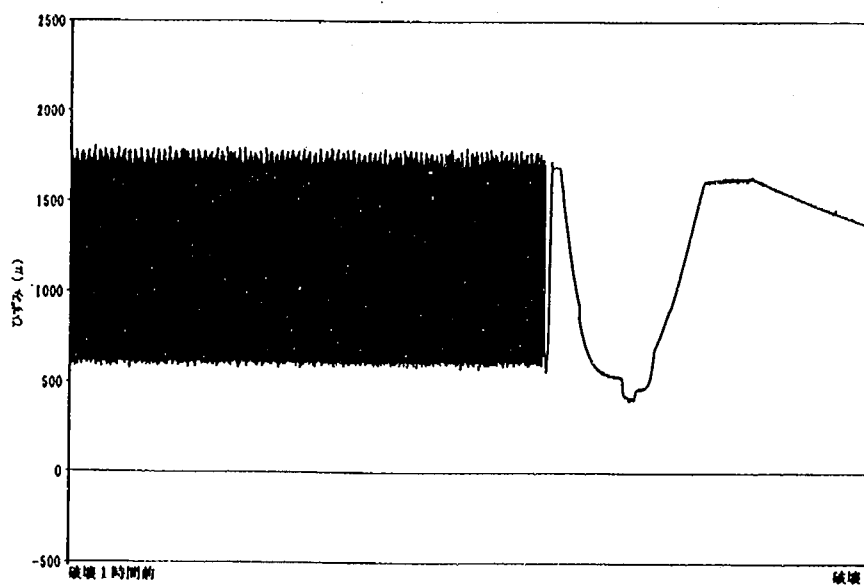
PRC 2 供試体の短期計測：変位 (D-3)



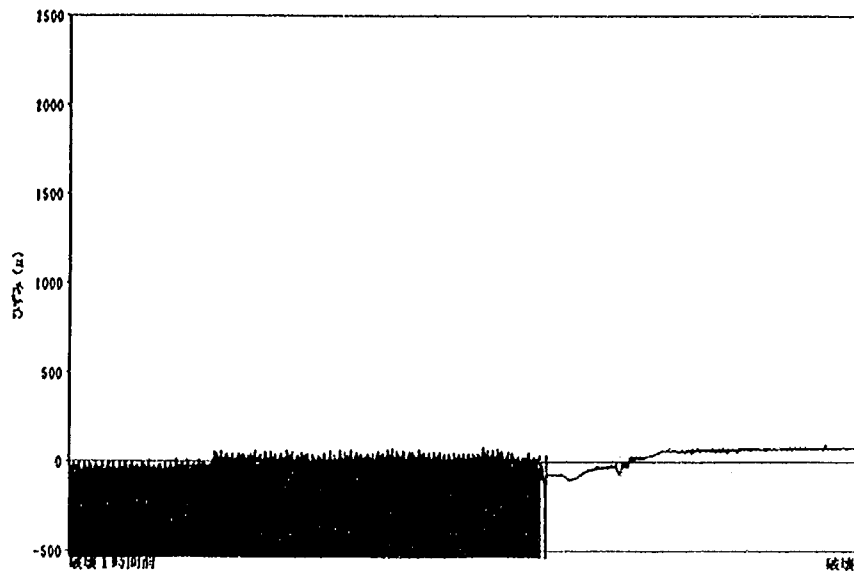
PRC 2 供試体の短期計測：変位 (D-5)



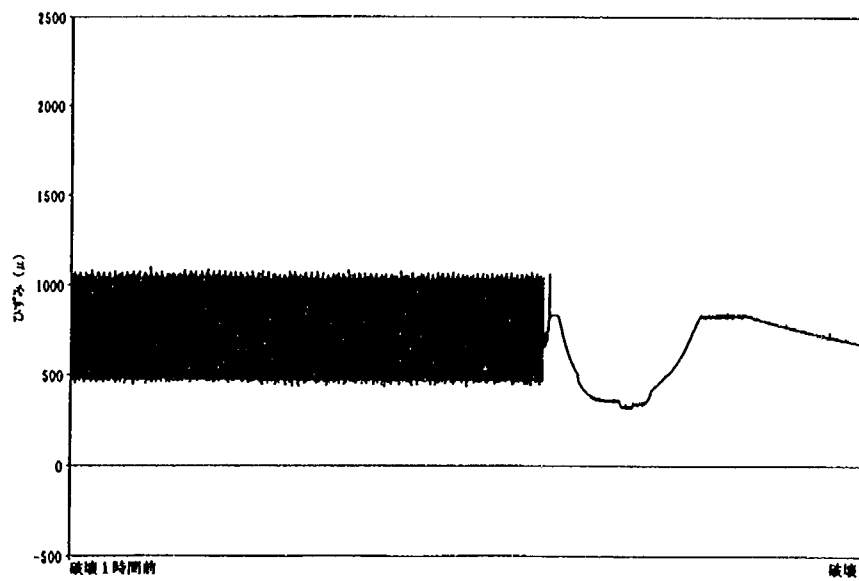
PRC 2 供試体の短期計測：上主鉄筋ひずみ (TA 5)



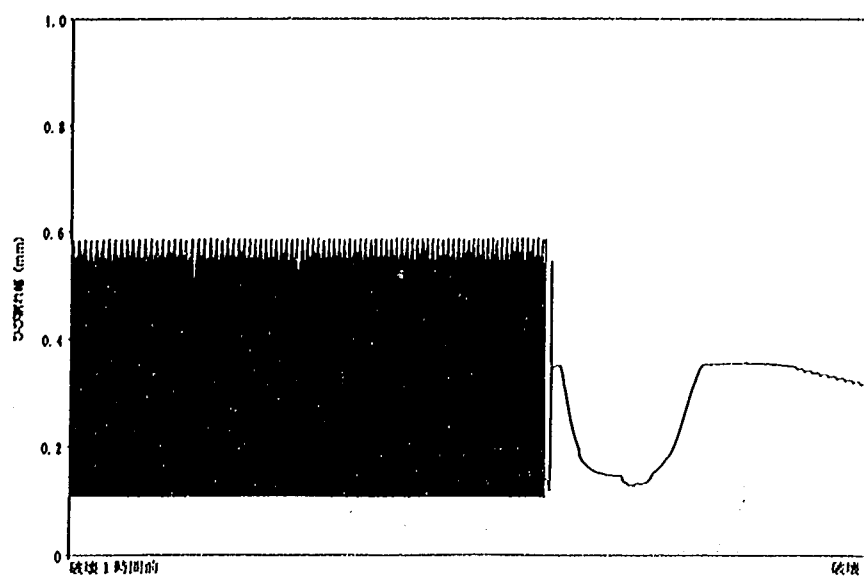
PRC 2 供試体の短期計測：下主鉄筋ひずみ (BA 5)



PRC 2 供試体の短期計測：主配筋ひずみ (TC 7)



PRC 2 供試体の短期計測：下配筋ひずみ (BC 7)



PRC2供試体の短期試験：ひび開き幅 (P13)