

プレキャストブロック橋の設計法 に関する共同研究報告書(Ⅲ)

平成 6 年 3 月

建設省土木研究所
構造橋梁部橋梁研究室
(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会

Copyright ©1994 by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, 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。

プレキャストブロック橋の設計法 に関する共同研究報告書(Ⅲ)

建	設	省	土	木	研	究	所	
	構造橋梁部				部	長	藤 原	稔
	構造橋梁部	橋梁研究室			室	長	西 川	和 廣
					主任研究員		神 田	昌 幸
					研 究 員		内 田	賢 一
							淵 上	優 子
					部外研究員		清 水	俊 一
(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会								
							宮 地	清
							中 條	友 義
							南 川	光 一
							深 山	清 六
							野 村	貞 広
							中 村	一 樹
							熊 谷	紳 一 郎
							渡 辺	浩 良
							井 筒	浩 二

要 旨

プレキャストブロック橋では、優れた施工管理が期待できるため、コンクリートの品質も向上する。また、労働力が不足する中で、施工の機械化が促進され、施工期間の短縮も期待でき、今後の適用の増大が考えられる。しかし、この形式のコンクリート橋については、継目部の設計法等について不明確な点が残されている。

本研究では、プレキャストブロック橋の合理的な設計法の整備を目的として、鋼製接合キーを配置した継目部の純ねじり実験を行い、そのねじり伝達機構を検討した。本報告書は、その結果をとりまとめたものである。

キーワード：プレキャスト，ブロック，継目部，ねじり，接合キー

目 次

1. まえがき	1
2. 研究目的	2
3. プレキャストブロック橋の継目部の純ねじり強度に関する実験	3
3.1 実験方法	3
3.1.1 供試体	3
3.1.2 載荷方法および計測方法	12
3.2 実験結果	18
3.2.1 主ひずみ分布、ひびわれ発生状況および破壊形態	18
3.2.2 プレストレスの効果	27
3.2.3 接着剤の効果	39
3.2.4 軸方向鉄筋の効果	41
3.2.5 接合キーの効果	45
3.2.6 プレストレス偏心の影響	51
3.3 考察	52
3.4 まとめ	55
4. あとがき	56
付録-1 実験データ (ひびわれ形状図、ひびわれ発生点のモデル化、 ずれ量、鉄筋のひずみ、主ひずみ分布、写真(載荷後))	57
付録-2 供用橋の継目部せん断試験	133

1. まえがき

建設業界における慢性的な労働力不足が問題となっているなか、施工の省力化に向けて機械化等を含む種々の施工法が検討・採用されている。そのなかの有効な工法の一つとしてプレキャストブロック工法が注目を集め、施工実績も増加している。本工法は、部材を運搬可能なブロックに分割して工場または製作ヤードで製作し、現場に搬入した後、接合キーおよび接着剤によって接合し、プレストレスを導入することによって一体化を図る工法である。本工法を採用することによって、下部工の竣工を待たずに上部工部材の製作が可能となり、施工の省力化および工期の短縮が期待される。また、部材を工場で作成することが可能なため、優れた品質管理が期待できることや高強度コンクリートが使用できること等省力化以外にも有利な点が多い。しかし、プレキャストブロック工法を道路橋に適用する場合、その設計・施工についての細目を規定した基準が十分に整備されていないのが現状であり、それを望む声が高まっていた。本共同研究は、こうした点を考慮して、建設省土木研究所と(財)プレストレスト・コンクリート建設業協会が共同で、プレキャストブロック橋の設計法の整備を目的として平成3年度より3年計画で実施したものである。

平成3年度は、プレキャストブロック工法による施工実績の8割程度を占めているTげた橋を対象に、鋼製接合キーを用いた場合の継目部のせん断耐力、プレストレスの効果および接着剤の影響等について純せん断実験を行い、継目部のせん断伝達機構を明らかにした。この成果は、『プレキャストブロック工法によるプレストレストコンクリートTげた道路橋設計施工指針』(財)日本道路協会、平成4年10月)に取り入れられている。また、平成4年度は、今後増加が予想される箱げた橋を対象として、3種類のコンクリート製接合キーについて、継目部のせん断耐力、プレストレスの効果および接着剤の影響を考慮してせん断力を卓越させた曲げせん断実験を行い、継目部のせん断伝達機構を明らかにしてきた。これら2年間の成果は、『コンクリート道路橋設計便覧』(財)日本道路協会、平成6年2月)の改訂に反映されている。

平成5年度の研究では、都市部等において架橋地点が限定されることにより斜角の小さい橋梁が増加していること、景観を重視した設計事例が増加し構造物の複雑化が進みねじりの影響が無視できなくなっていること等から、鋼製接合キーを有する部材のねじり伝達機構およびねじり耐力を明らかにすることを目的として、プレキャストブロック供試体の純ねじり実験を行った。本報告書は、その結果をとりまとめたものである。

2. 研究目的

プレキャストブロック工法は比較的古くから採用されており、世界的に見ると1950年にヨーロッパのマルヌ川に架設されたエスプレイ橋が最初である。日本では、1966年に完成した目黒架道橋が最初であり、その後、数々の長大橋がプレキャストブロック工法によって架設されるが、場所打ちカンティレバー工法採用が増加して全盛を迎えるにしたがって、プレキャストブロック橋の施工は減少し、海峡部や急速施工の必要がある場合、あるいは、けた製作ヤードが取れないポストテンションTげた橋等の特殊な場合に限定されるようになった。しかし、近年の労働力不足や社会資本整備の急速化の要請等により再び脚光を浴びつつある。

このように、近年注目されているプレキャストブロック工法ではあるが、継目部の力の伝達機構、特にねじりに関するデータは十分ではないのが現状である。『道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート橋編』（(株)日本道路協会、平成6年2月：以下『道示』という）の「15.2 プレキャストブロックの継目部」の解説によれば、「ねじりモーメントが作用するプレキャストブロックの継目部には、曲げモーメントおよびせん断力に対するPC鋼材のほかにねじりモーメントに対する軸方向PC鋼材を配置」するように規定されている。しかしこれは、ねじりモーメントに対する軸方向鉄筋をPC鋼材で代用したものであり、プレストレスの影響は考慮されていない。また、「2.4 ねじりモーメントが作用する部材」の解説によると、「プレストレストコンクリート部材の場合には、ひびわれが発生するねじりモーメントは、プレストレスの効果により鉄筋コンクリート部材よりかなり大きな値となる。しかし、ひびわれ発生後におけるプレストレスの効果については不明な点があるので、ここではねじりモーメントによるひびわれの発生の有無にかかわらずプレストレスの影響を無視する」ものとしている。

また、プレキャストブロック橋の継目部に、ねじりに対して道示で規定している四隅の軸方向鉄筋を配置することは困難な場合が多いが、この時のねじりの伝達機構については不明な点がある。

そこで、本研究では、継目部のねじり耐力を定量的に把握するために、プレストレス力、鋼製接合キー、接合の状態等の条件を変数とした種々の供試体を対象に純ねじり実験を行い、以下の項目を明らかにすることを目的とした。

- (1) 主ひずみの分布、ひびわれ発生状況および破壊形態
- (2) プレストレスの効果
- (3) 接着剤の効果
- (4) 軸方向鉄筋の効果
- (5) 接合キーの効果
- (6) プレストレス偏心の影響

3. プレキャストブロック橋の継目部の純ねじり強度に関する実験

3.1 実験方法

3.1.1 供試体

継目部のねじり伝達機構を把握するために、鋼製接合キーを配置したポストテンションTげた橋のウェブ継目部をモデル化して供試体を製作した。供試体は、継目部のねじり耐力に影響を与える①プレストレス、②接合状態、③軸方向鉄筋およびスターラップ量、④鋼製接合キーの有無および配置位置、の要因の組み合わせで計16体製作した。供試体の一覧を表-3.1.1に、供試体の形状寸法および配筋状況を図-3.1.1および図-3.1.2に示す。なお、それぞれの要因については、次のように供試体の設計で考慮した。

①プレストレス

ポストテンションTげた橋の場合、継目部に作用する平均プレストレスは一般に60kgf/cm²程度であることから、0, 30, 60kgf/cm²の3段階で変化させた。また、プレストレス偏心の影響を明らかにするために、上縁10kgf/cm²、下縁50kgf/cm²(平均プレストレス30kgf/cm²)のプレストレス偏心分布供試体を1体製作した。

②接合状態

接合状態は大別して、継目部を設けずに一体構造としたものとブロック構造としたものの2種類とし、一体構造の場合は軸方向鉄筋が連続のものと中央部で不連続のもの、ブロック構造の場合は、接着剤が健全な状態を保っている完全接着と経年変化等により接着剤が劣化して接着力がなくなった状態を想定した不完全接着供試体の計4種類を考慮した。

③軸方向鉄筋およびスターラップ量

鉄筋量の影響を比較するとともに、接合面を先行破壊させて破壊形態を観察する目的からD13とD16の2種類を考慮した。

④鋼製接合キーの有無および配置位置

鋼製接合キーのねじり伝達に及ぼす影響を把握するために、鋼製接合キーを配置した場合と配置しない場合を考え、配置した場合は継目部断面に2個配置し、その中心距離(以下アームという)を300mmと200mmと変化させて計3種類とした。

供試体の製作は、ブロック構造の場合、継目部に鉄板を挿入して両ブロックを同時に打設するセパレーター方式を採用した。これは、プレキャストブロック工法によってポストテンションTげたを製作する場合一般に用いられる方法である。供試体製作に用いたセメントは、早強ポルトランドセメントであり、コンクリートの配合はスランプ8cm、目標強度500kgf/cm²とした。表-3.1.2および表-3.1.3にコン

クリートの配合および硬化コンクリートの力学的性質を示す。圧縮強度に載荷前後で差が認められることより、載荷前後の各数値を直線補完して、載荷試験時の供試体の材令に応じて各数値を算出した。その結果を表-3.1.4に示す。使用した鋼製接合キーは、プレキャストブロック工法によるポストテンションTげた橋で最もよく使用されているもので、材質はFCD450でオス型キーの径が $\phi 28$ のものである。図-3.1.3に使用した鋼製接合キーの形状、寸法を示す。プレストレス導入用のP C鋼棒はB種1号(SBPR930/1080)の $\phi 32\text{mm}$ を、鉄筋はSD295AのD10、D13、D16を使用し、表-3.1.5にその力学的性質を示す。

接着剤は、エポキシ樹脂系のもので土木学会規準を満足している2液型接着剤(主剤、硬化剤)を使用した。表-3.1.6に接着剤の試験結果を示す。接着剤の圧縮強度は、土木学会規準 700kgf/cm^2 以上に対して平均で 781kgf/cm^2 、引張強度は同規準 125kgf/cm^2 以上に対して平均で 250kgf/cm^2 、接着強度は同 60kgf/cm^2 以上に対して平均で 81kgf/cm^2 が得られた。

供試体の接合は、コンクリート打設の8日後とし、完全接着供試体は接合面の両面に接着剤を約1mmずつ塗布し、接合面を合わせた後にP C鋼棒を緊張し、接合面に 10kgf/cm^2 程度の仮プレストレスを導入して接着剤を硬化させた。接着剤の劣化を想定した供試体は、完全接着供試体と同様に接着剤を塗布し仮プレストレスを導入した後、接着剤が完全硬化する前(約8時間経過後)に、接合面をいったん切り離して接着剤を硬化させた。

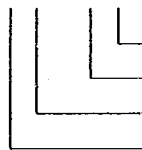
供試体へのプレストレスの導入は、供試体を試験機にセットした後、仮プレストレスを解放し、P C鋼棒の緊張力をロードセルで管理しながら行った。なお、プレストレスを導入しない供試体については、仮プレストレス解放後、P C鋼棒のナットを手で締める程度とした。

表-3.1.1 供試体一覧

供 番号	試 体 名 称	接 合 状 態	接 合 キ ー		フ°レストレス (kgf/cm ²)	鉄筋	備 考		
			径	アール(mm)					
1	MC-N- 0-13	一体構造・連続鉄筋	無し		0	D13	継目部の影響および プレストレスの効果		
2	MC-N-30-13				30				
3	MC-N-60-13				60				
4	MD-N-60-13				60				
5	BP-N- 0-13	0							
6	BP-N-60-13	60							
7	BP-K- 0-13	フ°ロック構造・完全接着	φ28	300	0	D13	軸方向鉄筋の効果 プレストレスおよび 接合キーの効果 標準供試体プレスト レスの効果		
8	BP-K-30-13				30				
9	BP-K-60-13				60				
10	BP-S- 0-16			200	0			D16	接合キーの設置位置 による影響および継 目部の破壊形態
11	BP-S-30-16				30				
12	BP-S-60-16				60				
13	BP-K- E-16			300	偏心分布	D13	プレストレス偏心の影響 接着剤の効果		
14	BS-K- 0-13				0				
15	BS-K-30-13				30				
16	BS-K-60-13	60							
		フ°ロック構造・劣化想定							

注) 供試体名称の記号は以下を示す。

BP-K-60-13

- 
 軸方向鉄筋およびスターラップの径(13:D13,16:D16)
 プレストレス(0:0kgf/cm²,30:30kgf/cm²,60:60kgf/cm²,E:上縁10kgf/cm²,下縁50kgf/cm²)
 接合キーの有無および配置位置(N:無し,K:φ28・アール300mm,S:φ28・アール200mm)
 接合状態(MC:一体構造・軸方向鉄筋連続鉄筋,MD:一体構造・軸方向鉄筋不連続,
 BP:ブロック構造・完全接着,BS:ブロック構造・劣化想定)

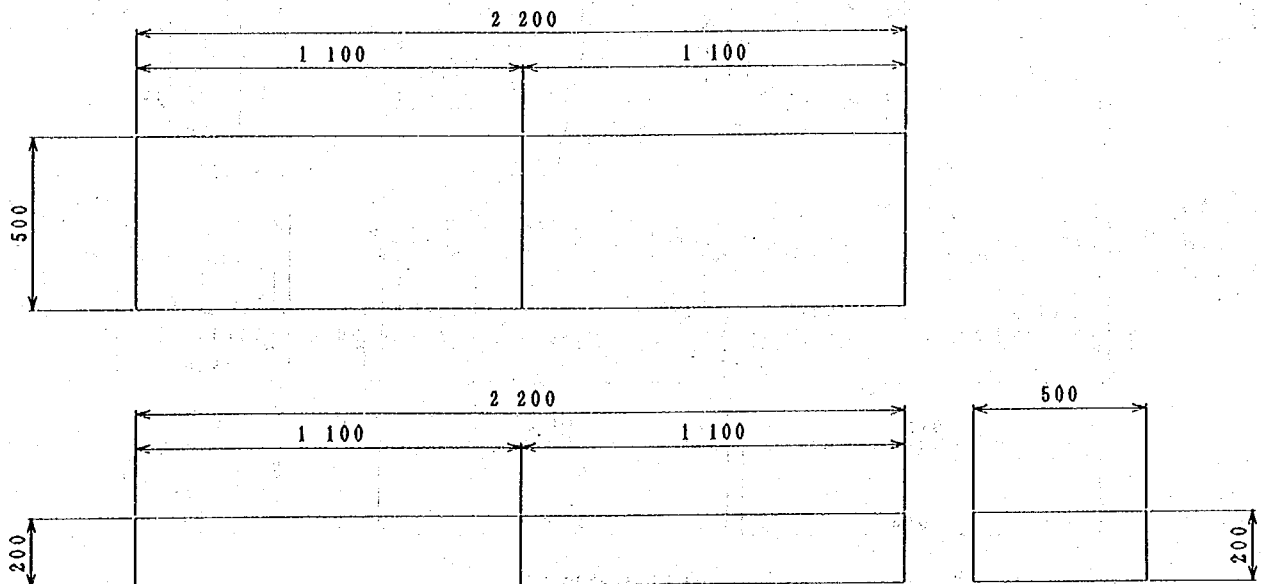
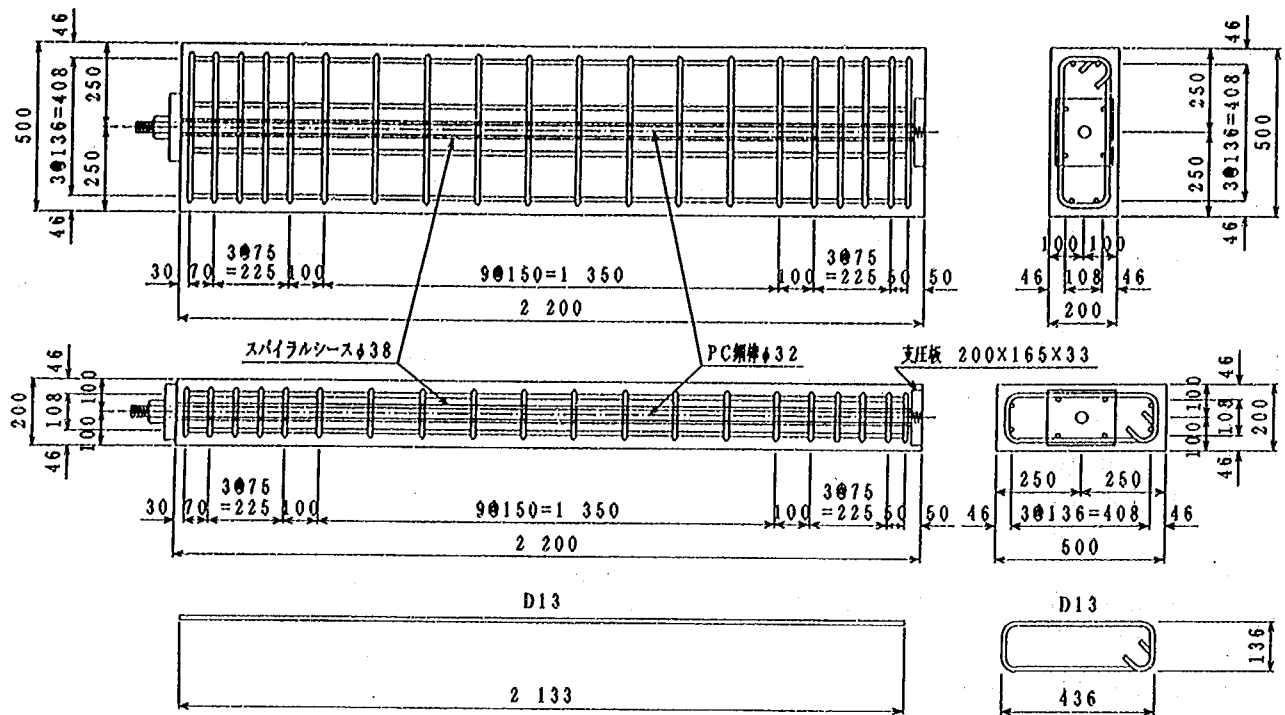
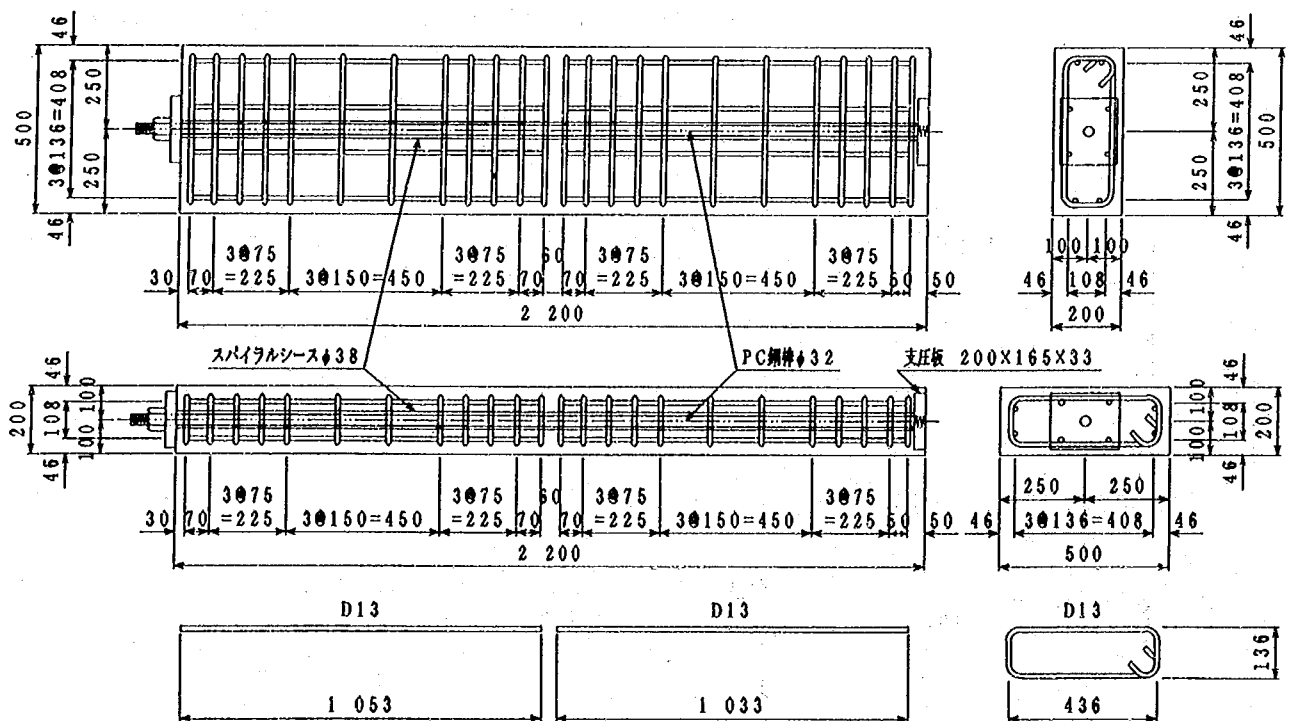


図-3.1.1 供試体の形状寸法

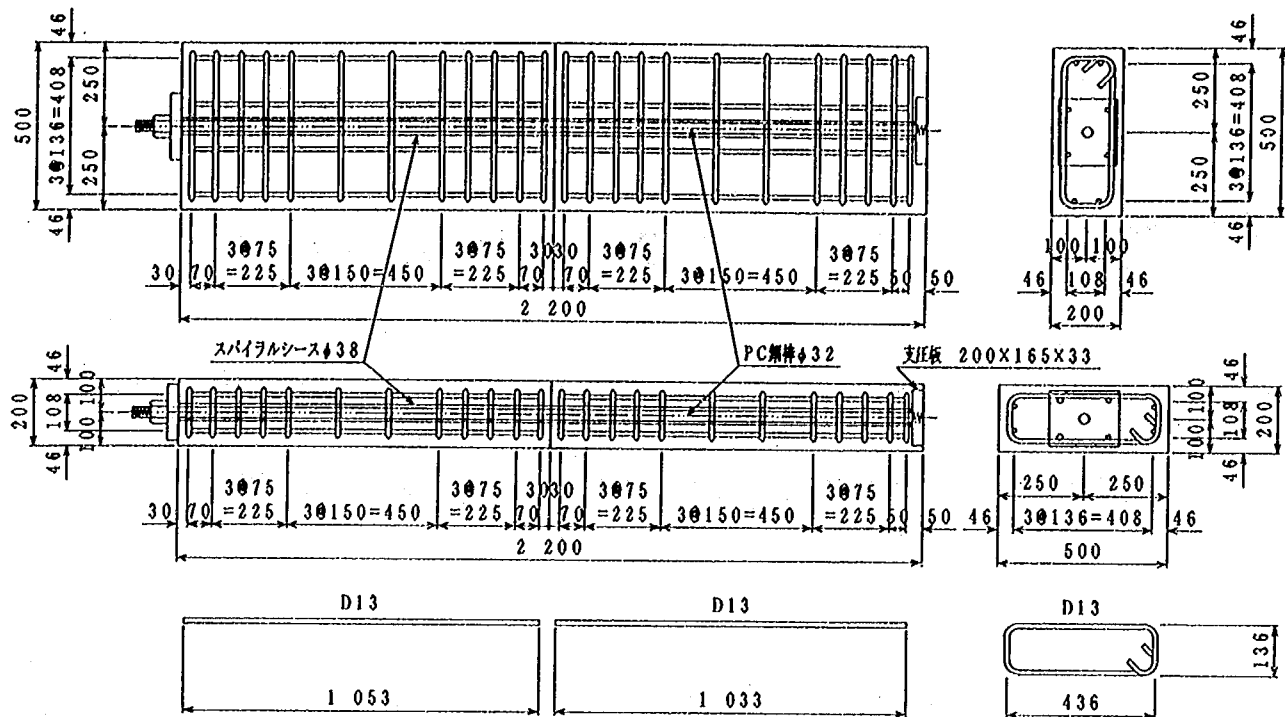


(a)供試体番号1,2,3

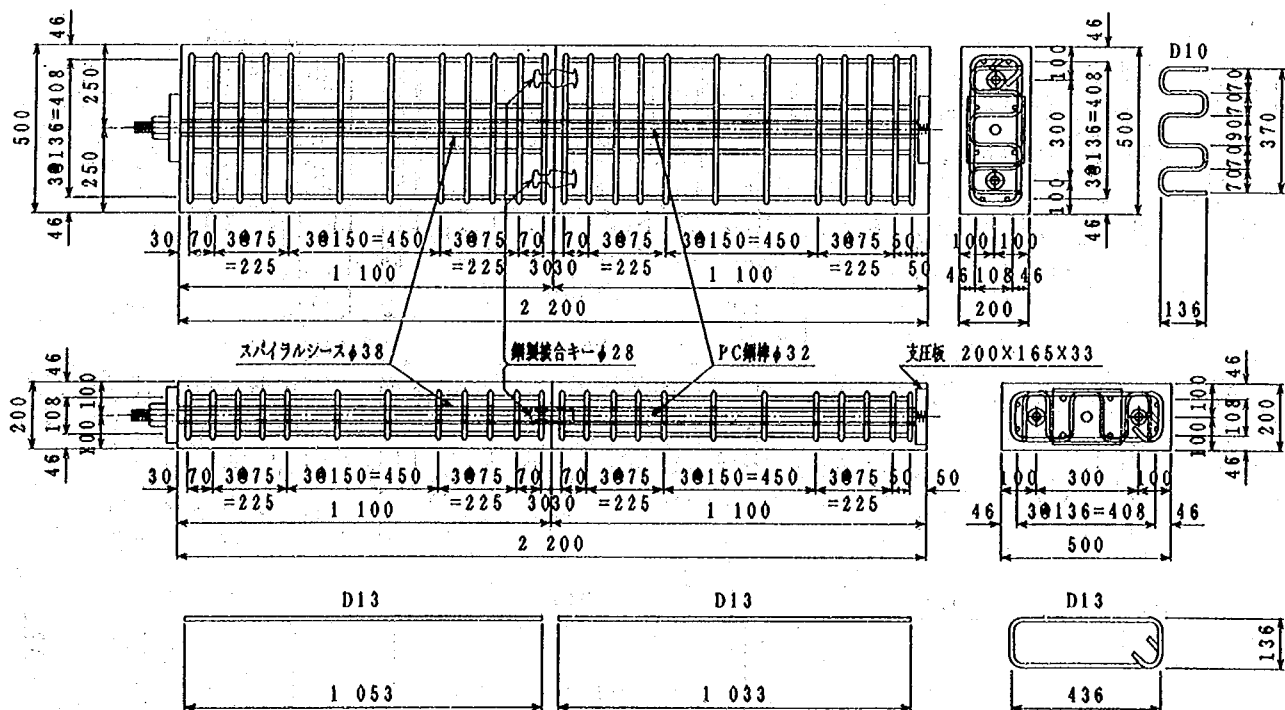


(b)供試体番号4

図-3.1.2 供試体の配筋図

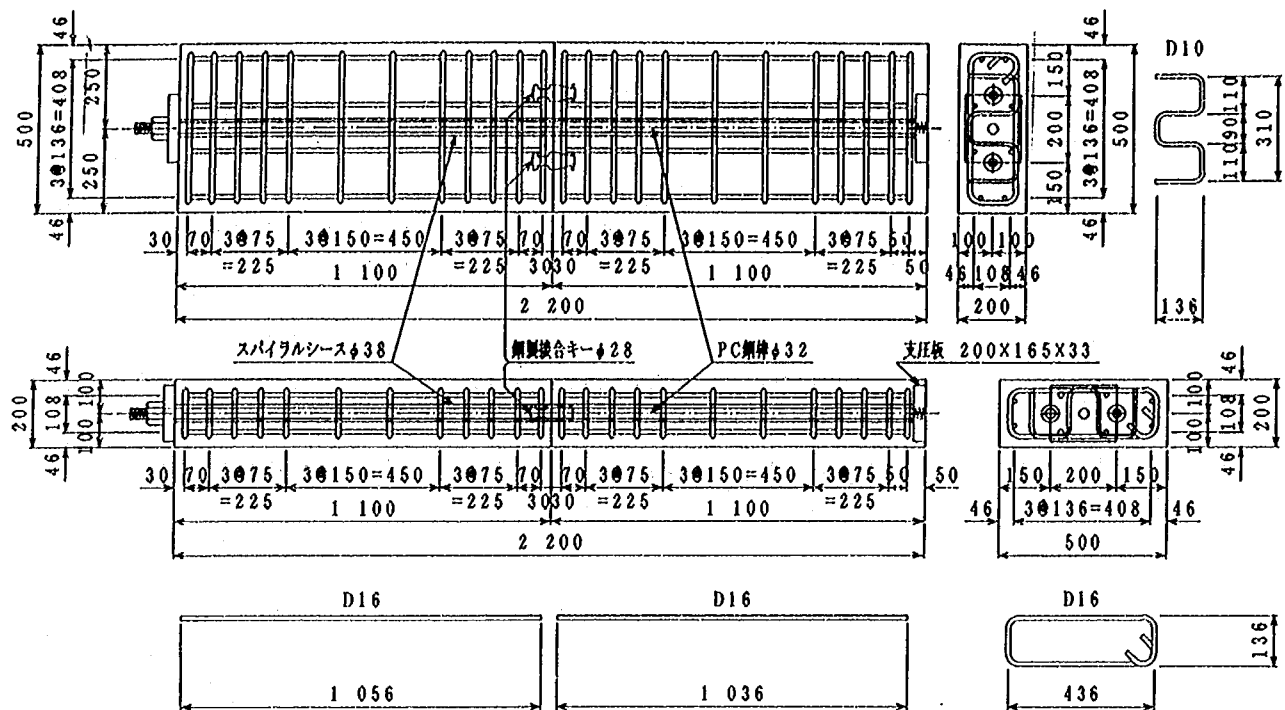


(c)供試体番号5,6

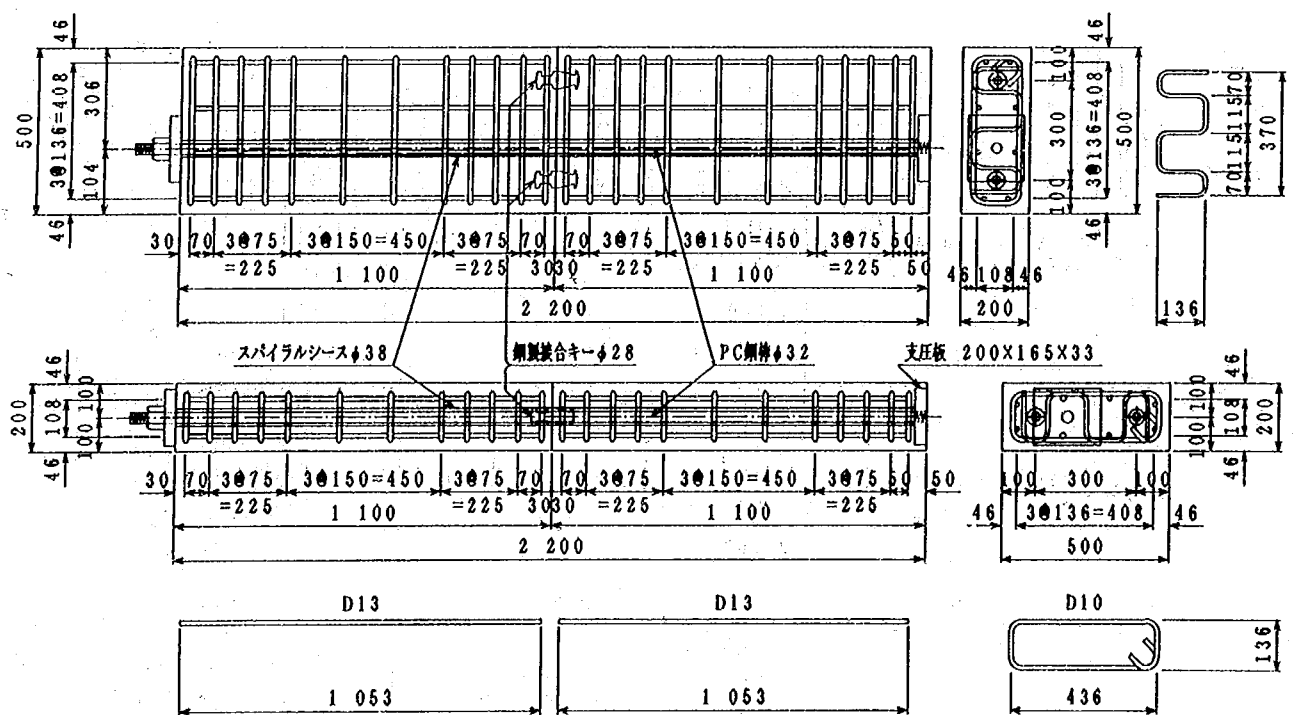


(d)供試体番号7,8,9,14,15,16

図-3.1.2 供試体の配筋図



(e)供試体番号10,11,12



(f)供試体番号13

図-3.1.2 供試体の配筋

表-3.1.2 コンクリートの示方配合

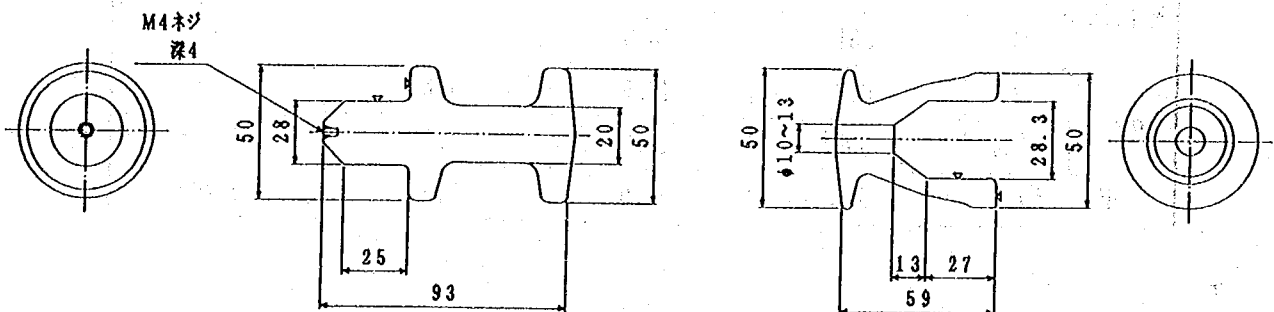
粗骨材 の最大 寸 法 (mm)	スラッ の 範 囲 (cm)	空気量 の 範 囲 (%)	水セメ 比 W/C (%)	細骨材 率 S/a (%)	単 位 量(kg/cm ³)						
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤・材		
									減水剤	AE剤	その他
20	8.0±2.5	2.0±1.0	37.0	41.0	163	440	726	1049	5.28	——	——

表-3.1.3 硬化コンクリートの力学的性質

材令	TP.No.	圧 縮 強 度 (kgf/cm ²)	引 張 強 度 (kgf/cm ²)	弾 性 係 数 (×10 ⁶ kgf/cm ²)	ポ ア ソ ン 比
載荷前 σ ₂₅	1	526	49.1	3.58	0.203
	2	539	41.4	3.66	0.199
	3	521	40.5	3.72	0.193
	平均	529	43.7	3.65	0.198
載荷後 σ ₆₁	1	628	45.6	3.94	0.218
	2	651	45.0	3.89	0.217
	3	626	47.5	3.82	0.219
	平均	635	46.0	3.88	0.218
平 均		582	44.9	3.77	0.208

表-3.1.4 補正後の硬化コンクリートの力学的性質

材令	供 試 体		圧 縮 強 度 (kgf/cm ²)	引 張 強 度 (kgf/cm ²)	弾 性 係 数 ($\times 10^6$ kgf/cm ²)	ポ ア ソ ン 比
	番 号	名 称				
σ_{25}	—	テストピース	529	43.7	3.65	0.198
σ_{28}	3	MC-N-60-13	541	44.0	3.68	0.200
σ_{29}	2	MC-N-30-13	545	44.1	3.69	0.201
σ_{30}	1	MC-N- 0-13	549	44.1	3.69	0.202
σ_{31}	4	MD-N-60-13	553	44.2	3.70	0.203
σ_{35}	5	BP-N- 0-13	570	44.6	3.74	0.206
σ_{36}	6	BP-N-60-13	574	44.7	3.75	0.206
σ_{36}	7	BP-K- 0-13	574	44.7	3.75	0.206
σ_{37}	8	BP-K-30-13	578	44.8	3.76	0.207
σ_{38}	10	BP-S- 0-16	582	44.9	3.77	0.208
σ_{39}	9	BP-K-60-13	586	44.9	3.77	0.209
σ_{42}	11	BP-S-30-16	598	45.2	3.80	0.211
σ_{44}	14	BS-K- 0-13	606	45.4	3.82	0.213
σ_{45}	12	BP-S-60-16	611	45.5	3.83	0.213
σ_{46}	15	BS-K-30-13	615	45.6	3.84	0.214
σ_{49}	13	BP-K- E-13	627	45.8	3.86	0.216
σ_{60}	16	BS-K-60-13	631	45.9	3.87	0.217
σ_{61}	—	テストピース	635	46.0	3.88	0.218



(a) 「オス型」 キー

(b) 「メス型」 キー

図-3.1.3 鋼製接合キーの形状寸法

表-3.1.5 PC鋼棒と鉄筋の力学的性質

種 類	径	降 伏 点 (kgf/cm ²)	引 張 強 度 (kgf/cm ²)	弾 性 係 数 (kgf/cm ²)	伸 び (%)
PC鋼棒(SBPR930/1080)	φ32	9,939	11,347	2.04×10 ⁶	12
		—	—	—	—
鉄 筋(SD295A)	D10	3,969	5,755	—	27
		—	—	—	—
	D13	3,622	5,081	—	27
		3,549	5,125	1.61×10 ⁶	26
	D16	3,571	5,531	—	27
		3,625	5,431	1.67×10 ⁶	24

注) 上段はミルシートによる値、下段は3供試体の材料試験による値の平均値

表-3.1.6 硬化後の接着剤の力学的性質

項 目	単 位	供 試 体 番 号					平均値
		1	2	3	4	5	
圧 縮 強 度	kgf/cm ²	774	778	671	806	786	781
引 張 強 度	kgf/cm ²	245	252	240	247	268	250
接 着 強 さ	kgf/cm ²	76	84	84	78	84	81
圧縮弾性係数	kgf/cm ²	15,000	14,600	14,100	16,100	15,700	15,100

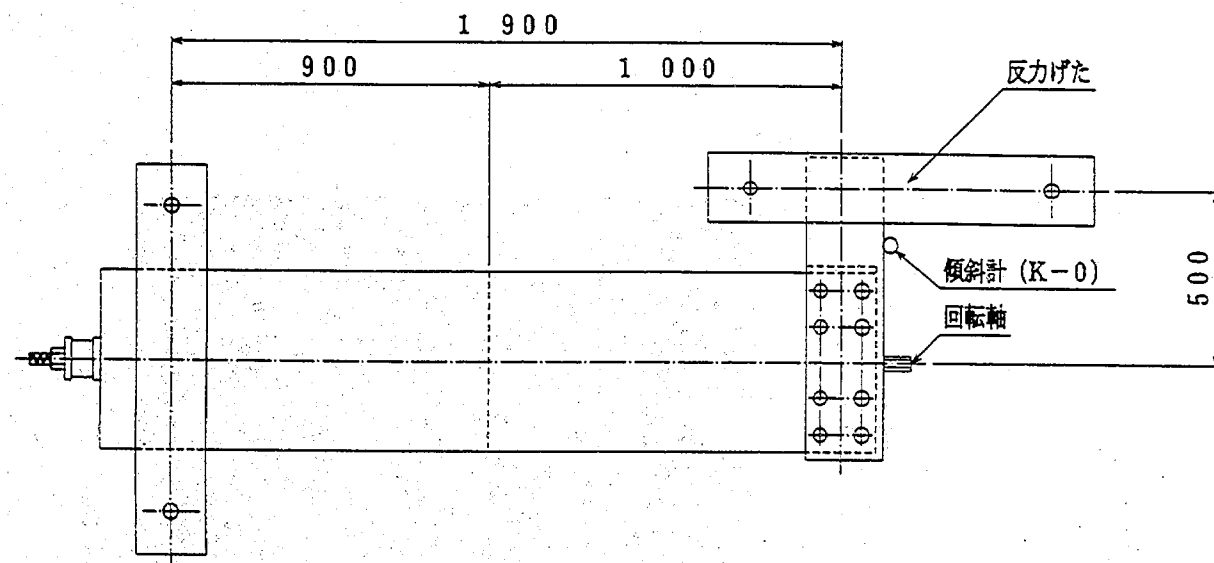
注) 試験は、プレキャストコンクリート用エポキシ樹脂系接着剤(橋げた用)
試験方法(案) —— 土木学会1978に準じる

3.1.2 載荷方法および計測方法

載荷実験は、図-3.1.4に示すように、載荷治具によりねじりモーメントが供試体に伝達されるように偏心荷重を作用させた。載荷点には、荷重検出用に30tfロードセルを配置して載荷治具を介して供試体に荷重を伝達した。また、ひびわれ発生後は、変位の増加が予想されることから、載荷位置に変位計および傾斜計を設置して荷重と同時に載荷点変位も計測した。供試体の支持は、一方を固定、他方をピン構造とし、ピン構造側の治具に、供試体中心から500mmの偏心位置に油圧ジャッキを用いて載荷し、ねじりモーメントを作用させた。載荷実験の状況を写真-3.1.1および写真-3.1.2に示す。

計測は、図-3.1.5に示すように、コンクリート表面のひずみを測定するために供試体の片面に三軸ひずみゲージを貼付した。また、図-3.1.6に示すように継目部のずれの計測用として変位計および傾斜計を供試体上面の継目部および支点部付近にそれぞれ配置した。さらに、軸方向鉄筋、スターラップおよび鋼製接合キーのひずみを測定するために、あらかじめ供試体製作時に鉄筋ひずみゲージを貼付した。その配置位置を図-3.1.7および図-3.1.8に示す。

コンクリートと鉄筋および鋼製接合キーのひずみ測定はプレストレス導入時から行い、載荷時は、0.25tf間隔でコンクリートのひずみ、継目部の変位量、供試体の回転角、鉄筋および鋼製接合キーのひずみの計測およびひびわれの発生状況等を観察した。



—13—

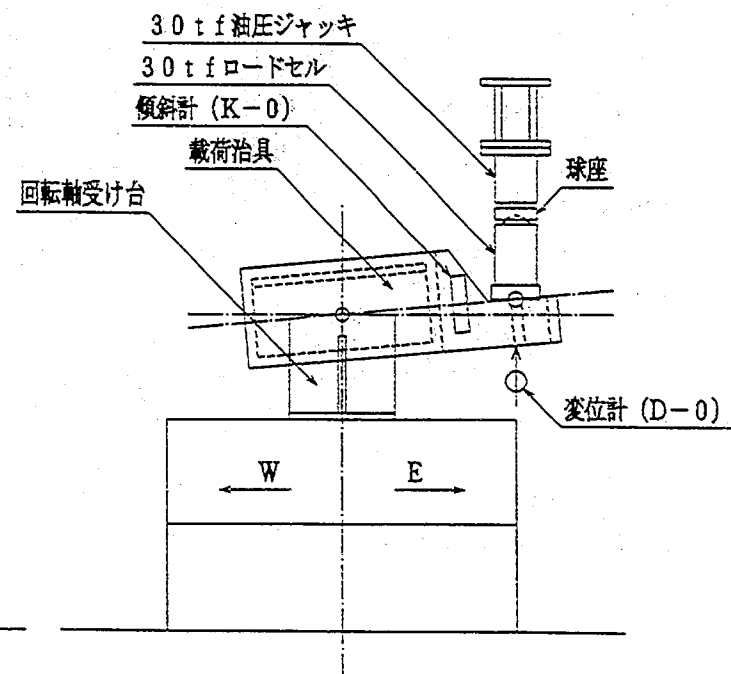
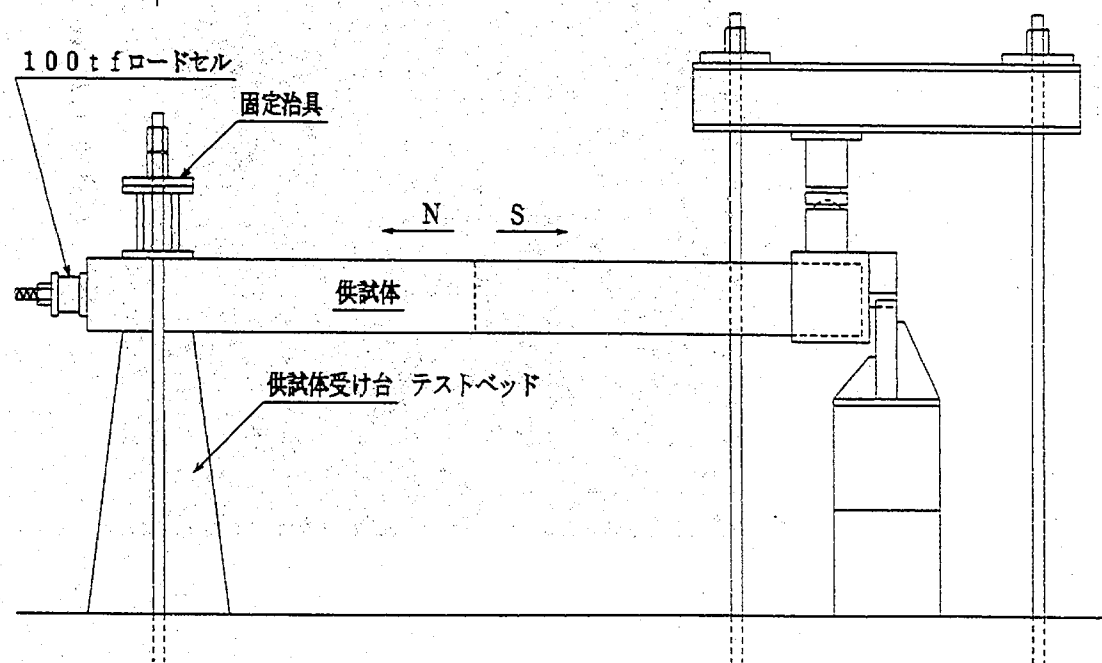


図-3.1.4 载荷装置

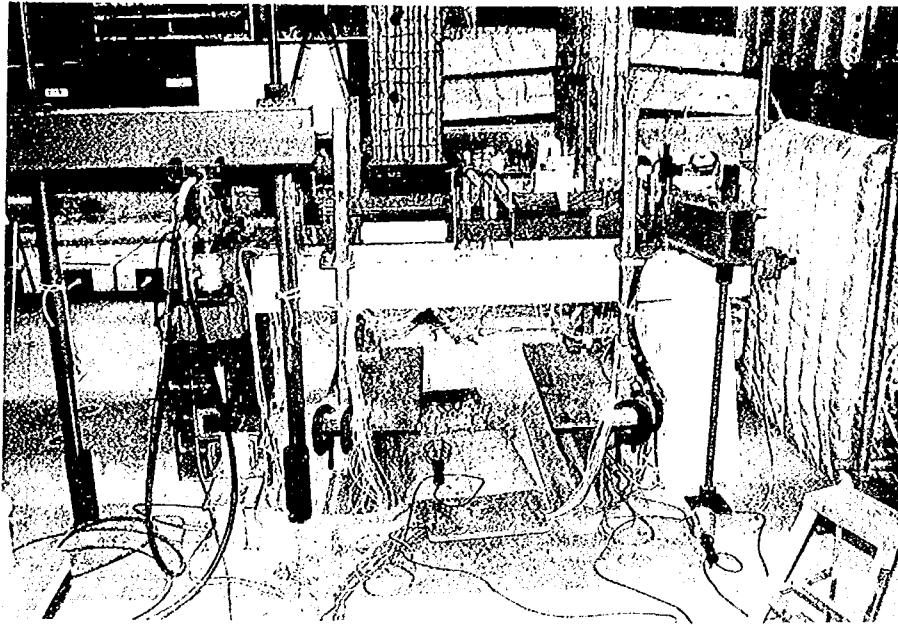


写真-3.1.1 供試体据付け状況

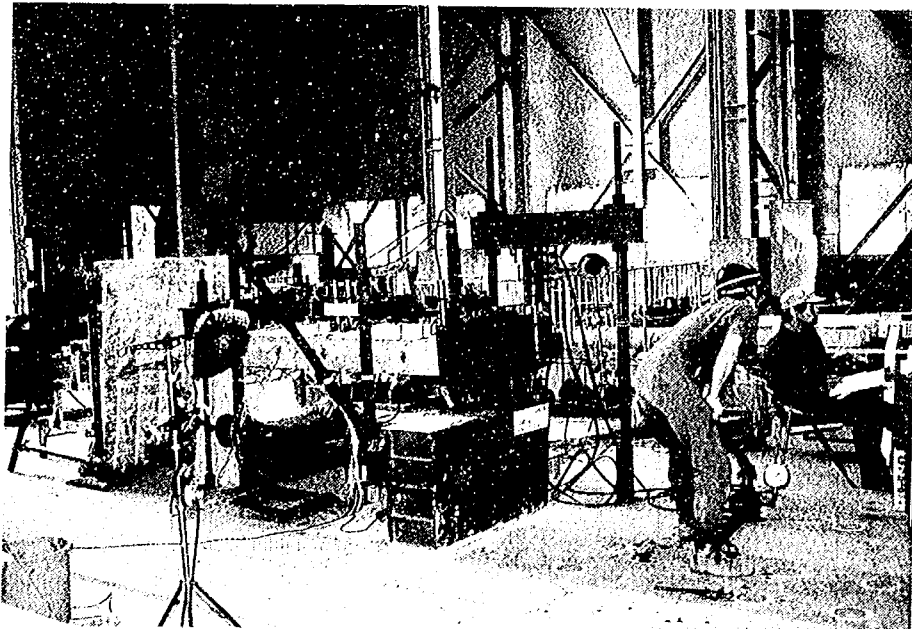


写真-3.1.2 載荷状況

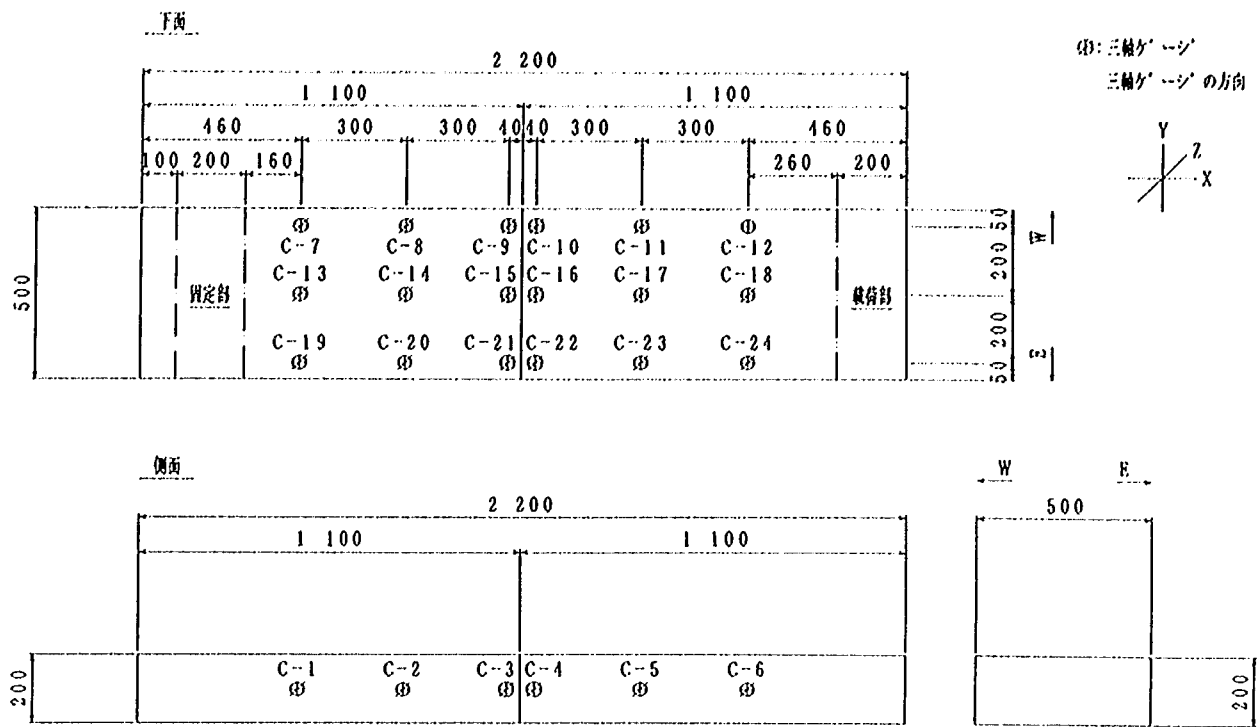


図-3.1.5 コンクリート用三軸ゲージ貼付位置

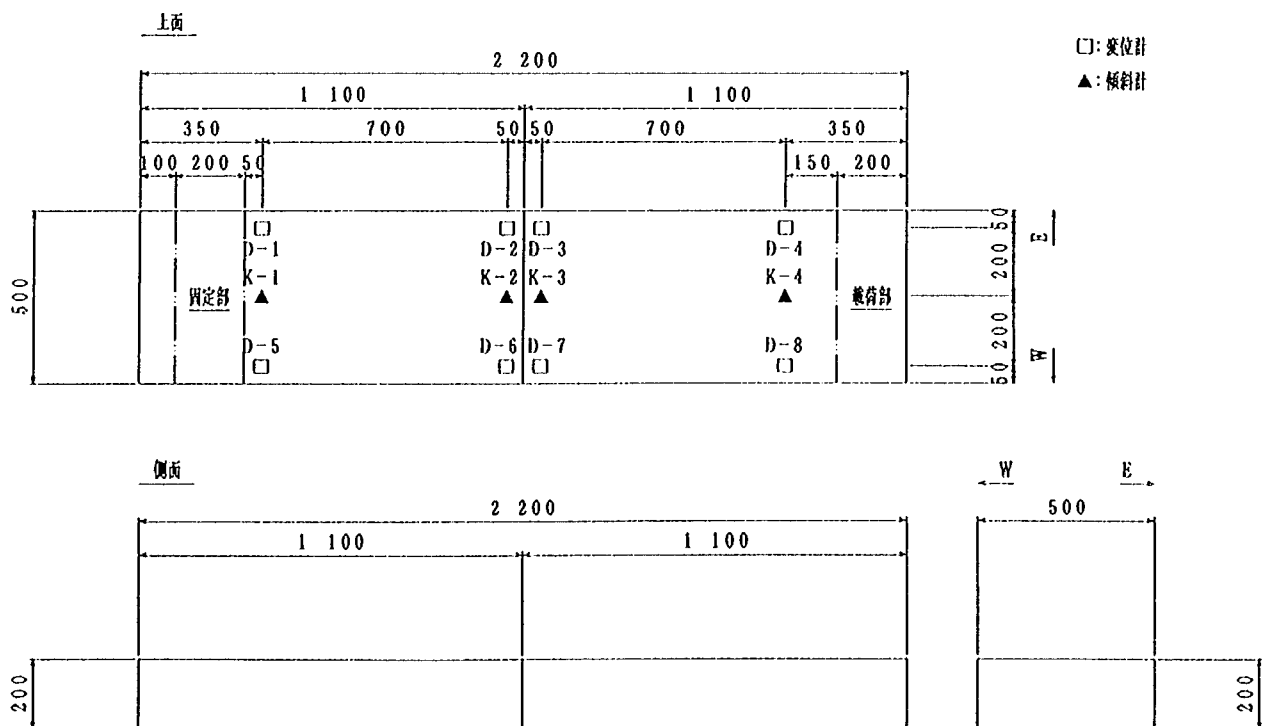
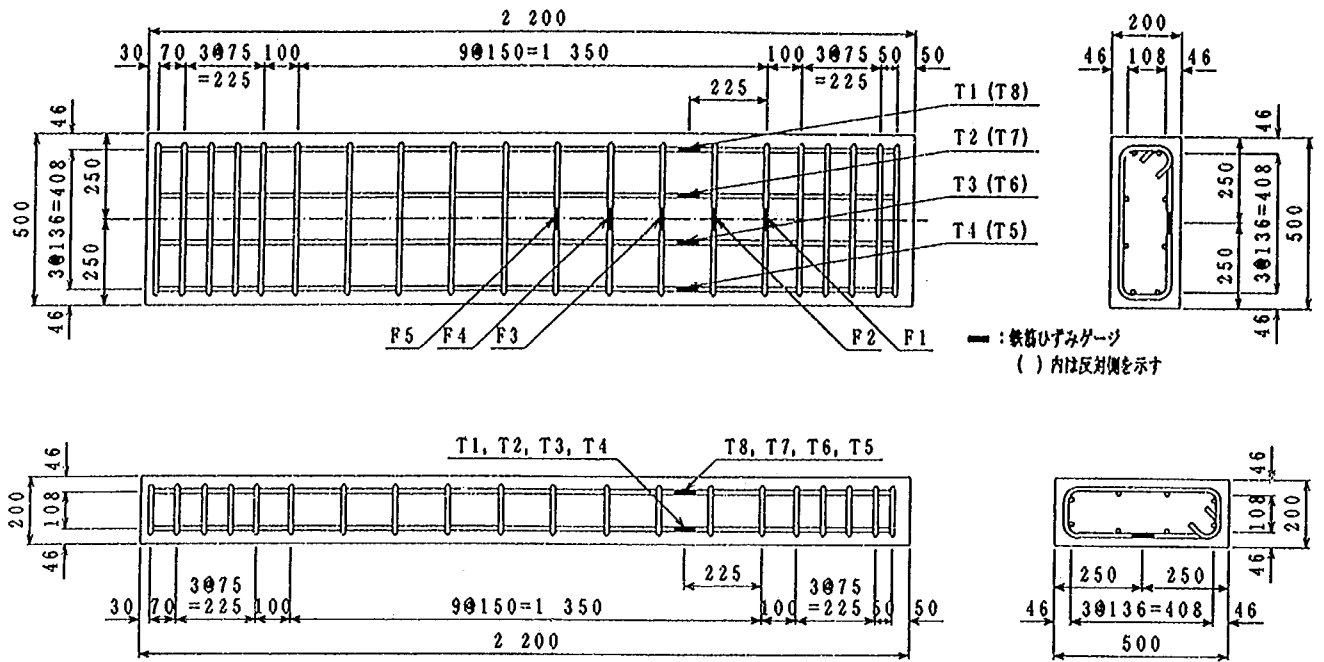
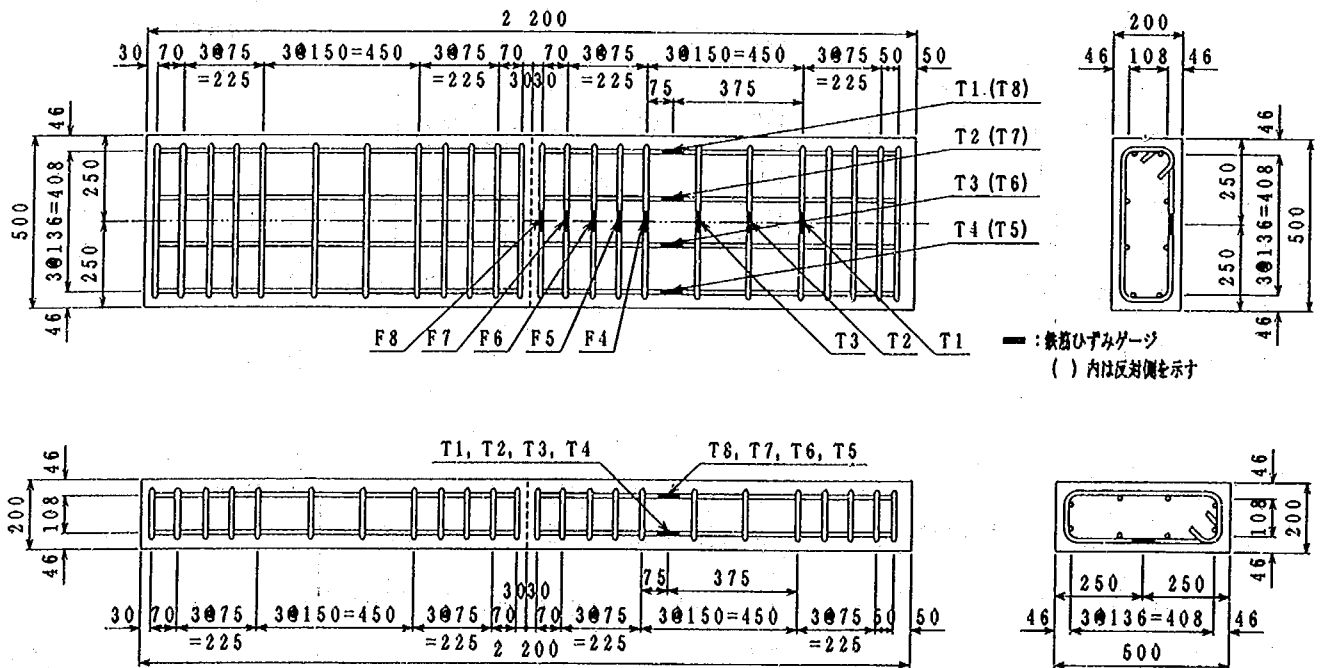


図-3.1.6 変位計および傾斜計取付け位置

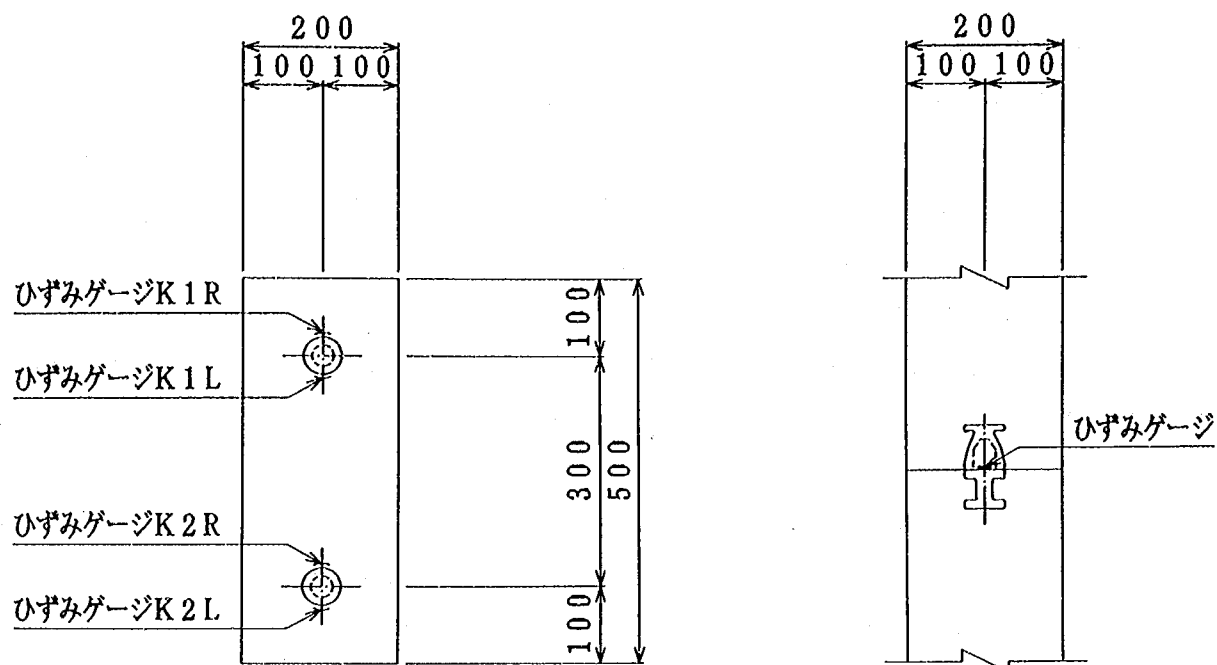


(a)軸方向鉄筋連続供試体 (供試体番号1~3)

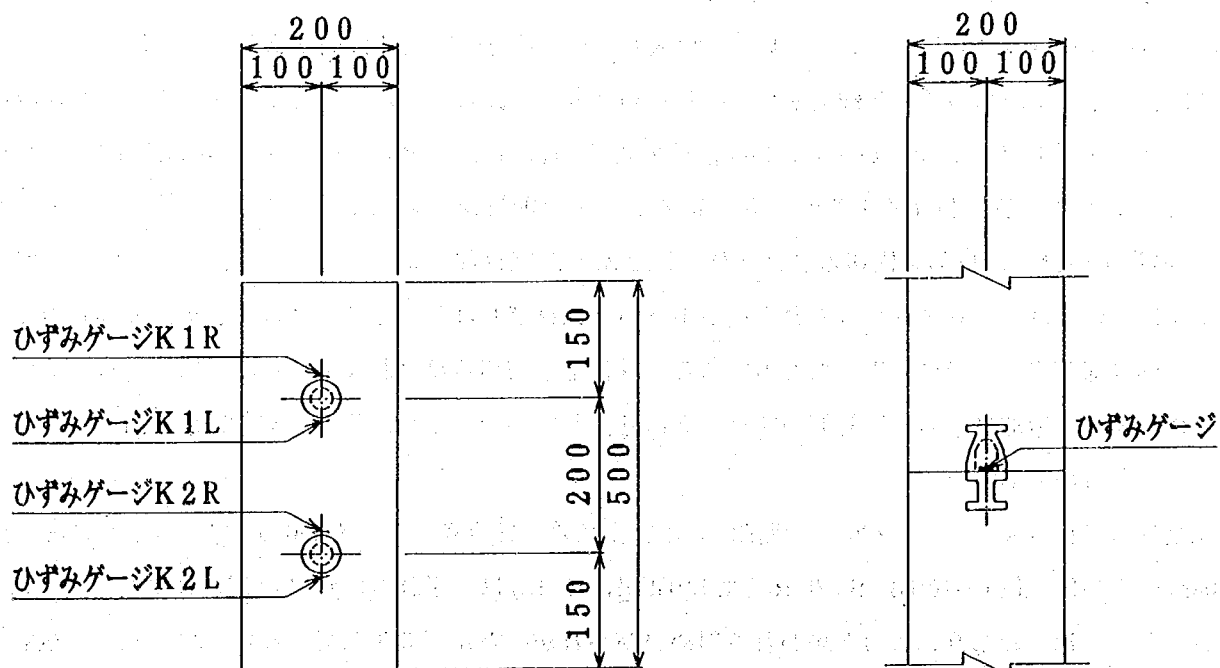


(b)軸方向鉄筋不連続供試体 (供試体番号4~16)

図-3.1.7 鉄筋ゲージ貼付位置



(a)供試体番号7,8,9,13,14,15,16



(b)供試体番号10,11,12

図-3.1.8 鋼製接合キーひずみゲージ貼付位置

3.2 実験結果

3.2.1 主ひずみ分布、ひびわれ発生状況および破壊形態

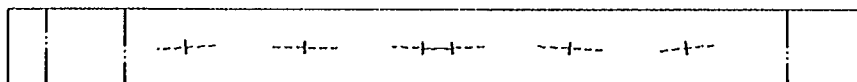
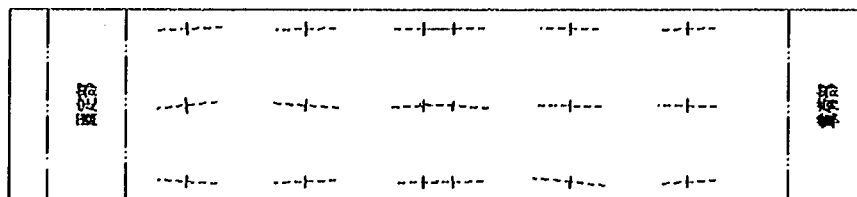
試験前のプレストレス導入直後のコンクリート主ひずみ分布を代表的な供試体を例に取り図-3.2.1に示す。一体構造供試体およびほとんどのブロック供試体においては、主ひずみはほぼ均等に分布しており、プレストレスが良好に導入されていることが確認できる。しかし、ブロック構造供試体の一部には、コンクリート表面でひずみの伝達方向に乱れが生じている供試体(No.12:BP-S-60-16)や、ひずみ分布が一樣でない供試体(No.15:BS-K-30-13)がみられる。

ねじり伝達機構を把握するために、ねじりモーメント載荷時の代表的な供試体の主ひずみ分布を図-3.2.2に示す。ただし、これらの図は、プレストレス導入直後をゼロとしたねじりモーメントによる主ひずみ分布である。

一体構造供試体および継目部にずれが発生しなかった供試体の主ひずみは、プレストレスによるひずみを考慮していないことから部材軸方向からほぼ45度の角度をなしており、ひびわれ発生までは圧縮および引張の主ひずみはともに同程度の大きさである。ひびわれ発生後は、引張ひずみが解放されて漸増もしくは減少傾向となるのに対して圧縮ひずみの増加割合が大きくなり、立体トラスが形成されていると思われるひずみ分布となる。しかし、継目部にずれが発生した場合は接着剤の付着効果がなくなり、ねじり伝達機構がプレストレスによる摩擦および接着剤の付着によるものからプレストレスによる摩擦および接合キーによるものに変化することにより、接合キー周辺のコンクリートの主ひずみ分布に押し抜きせん断の影響と思われる乱れが見られる。

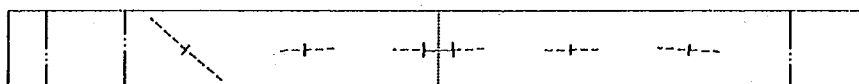
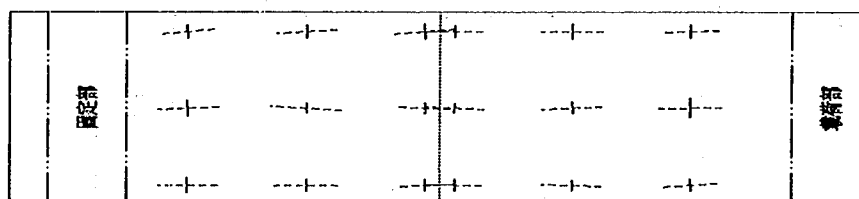
代表的な供試体のひびわれ発生状況を図-3.2.3に示す。一般にプレストレスを導入しない供試体の初期ひびわれは長いのに対し、プレストレスを導入した供試体は短くなる傾向がある。これは、プレストレスによってひびわれの発生が抑制されているためと考えられる。また、部材軸に対するひびわれの角度は、プレストレス導入量 0kgf/cm^2 で45度前後であるのに対し、 30kgf/cm^2 で40度、 60kgf/cm^2 で35度程度となっており、ひびわれ発生角度にもプレストレスの影響が見られる。完全接着、接合キーアーム300mmの供試体は、継目部を横切るひびわれのほとんどが継目部で止まることなく横切っている。偏心供試体については、プレストレスの導入量が小さい方にひびわれが多く見受けられるが、これらのほとんどは継目部がずれた後に発生したものである。継目部を横切るひびわれのほとんどは、継目部で止まった後、荷重の増加によって反対側のブロックに延長していた。また、そのまま継目部に沿ったひびわれとなったものもあった。

完全接着、接合キーアーム200mmの供試体と不完全接着、接合キーアーム300mmでプレストレス導入量が 0kgf/cm^2 の供試体(No.10:BP-S-0-16とNo.14:BS-K-0-13)は、ずれと同時にひびわれが観察された。前者においては、ねじりによると思われる斜めひびわれがほとんど発生していないのに対して、後者ではずれ発生後も斜めひびわれが発達している。これより、接合キーの位置がねじりの伝達に影響を与えていると思われる。その他のずれが発生した供試体においては、斜めひびわれが発生した後に継目部のずれが生じた。



—: 200μ
 ---: -200μ

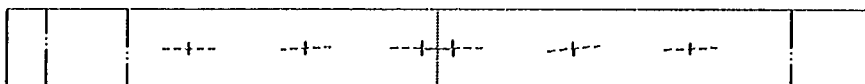
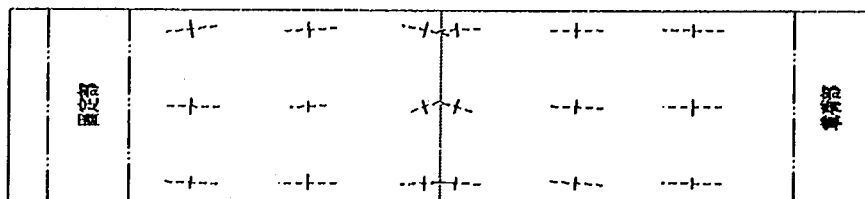
(a)No3 MC-N-60-13



—: 200μ
 ---: -200μ

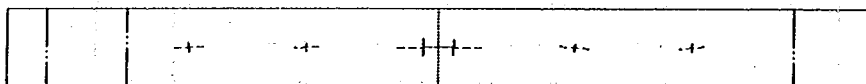
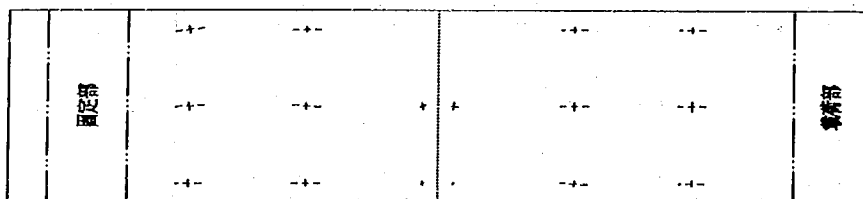
(b)No9 BP-K-60-13

図-3.2.1 プレストレス導入直後の主ひずみ分布図



———: 200μ
 - - - - -: -200μ

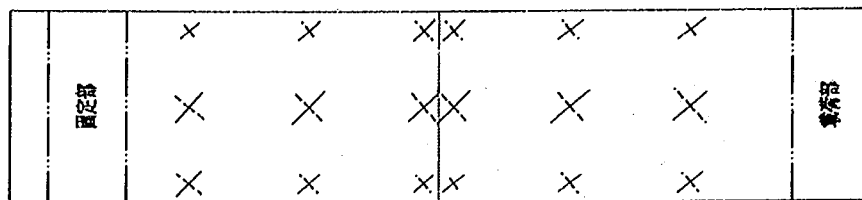
(c) No.12 BP-S-60-16



———: 200μ
 - - - - -: -200μ

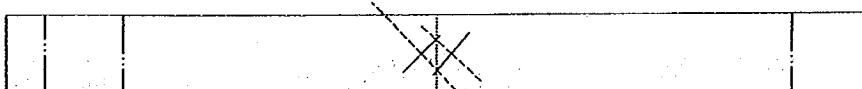
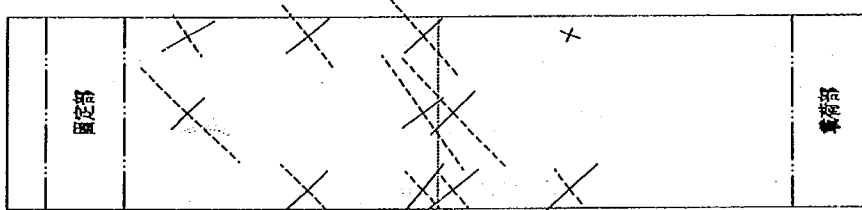
(d) No.15 BS-K-30-13

図-3.2.1 プレストレス導入直後の主ひずみ分布



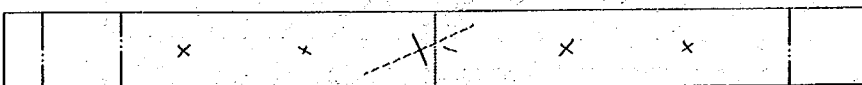
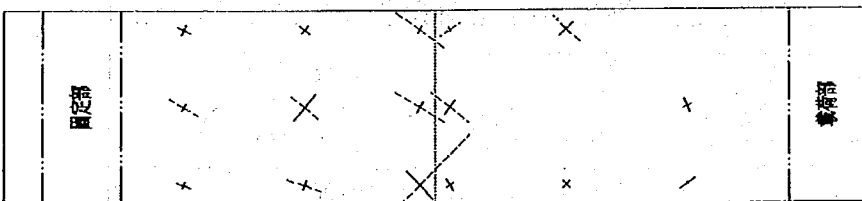
— : 300μ
 - - - : -300μ

(a) No.9 BP-K-60-13 (ねじりモーメント $3.00 \text{ tf} \cdot \text{m}$)



— : 300μ
 - - - : -300μ

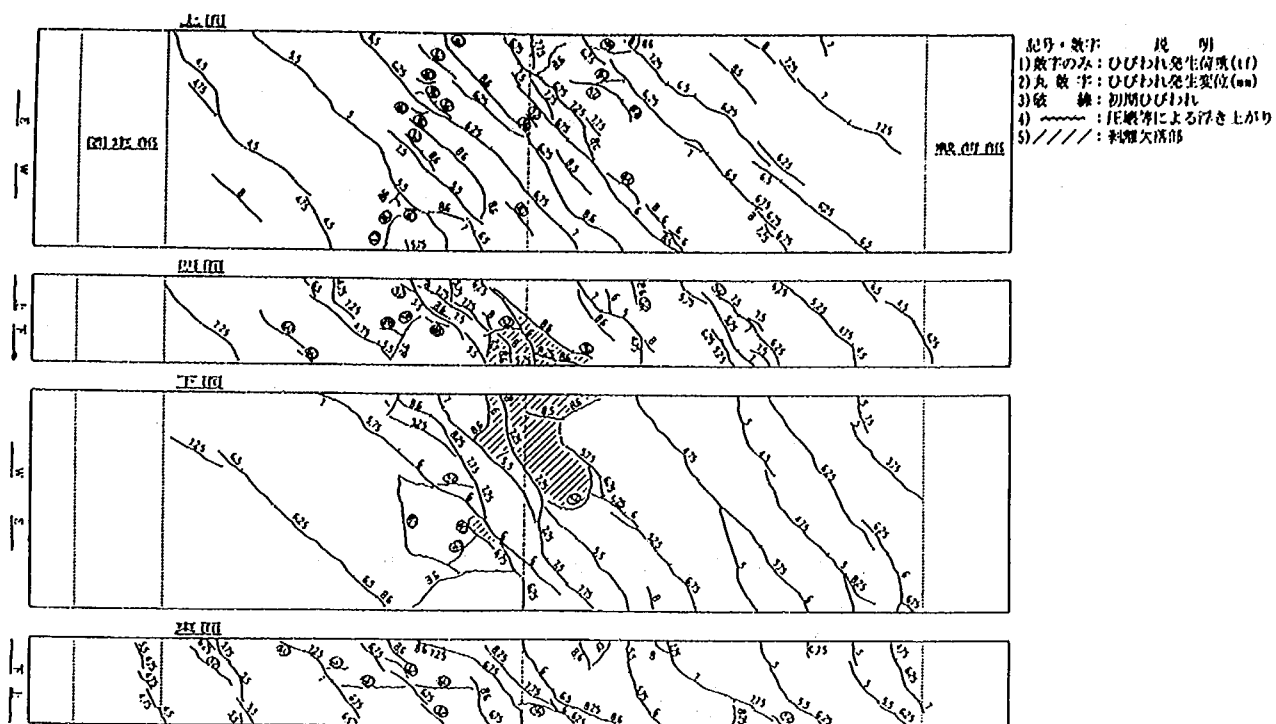
(b) No.9 BP-K-60-13 (ねじりモーメント $5.53 \text{ tf} \cdot \text{m}$)



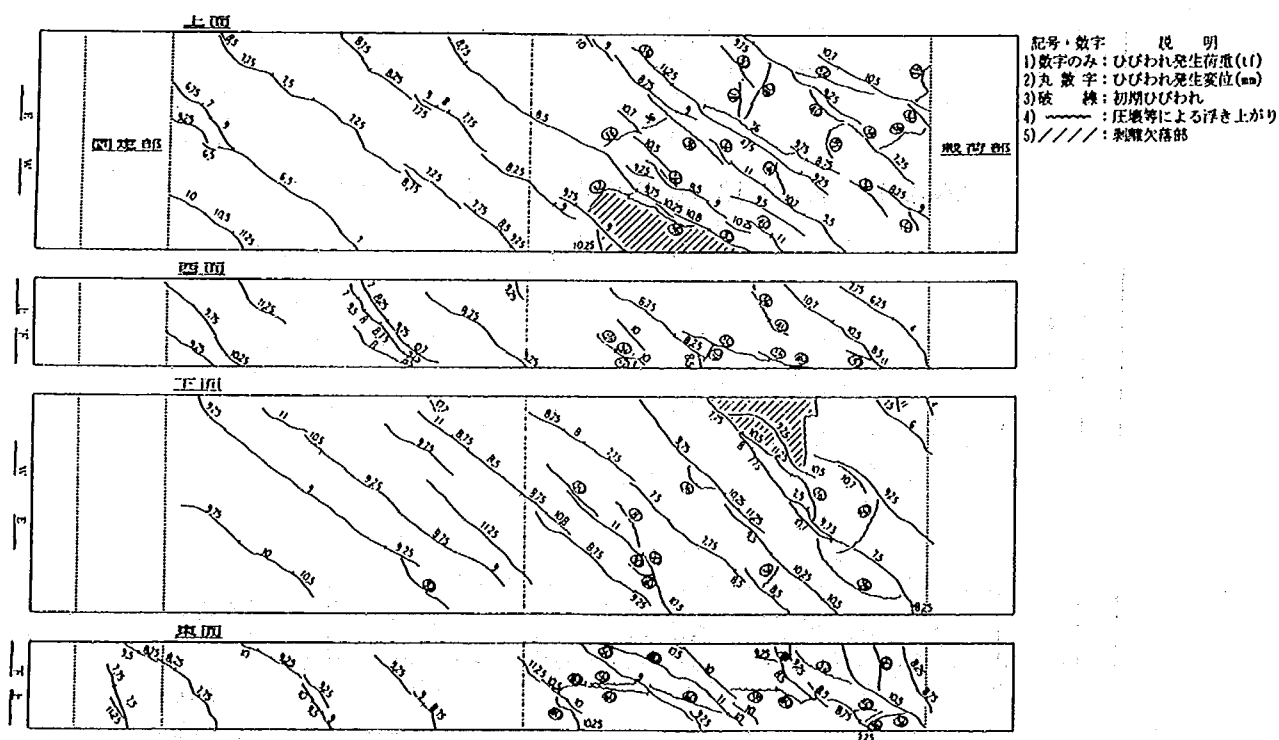
— : 300μ
 - - - : -300μ

(c) No.10 BP-S-0-16 (ねじりモーメント $1.23 \text{ tf} \cdot \text{m}$)

図-3.2.2 ねじりモーメントによるコンクリートの主ひずみ分布図

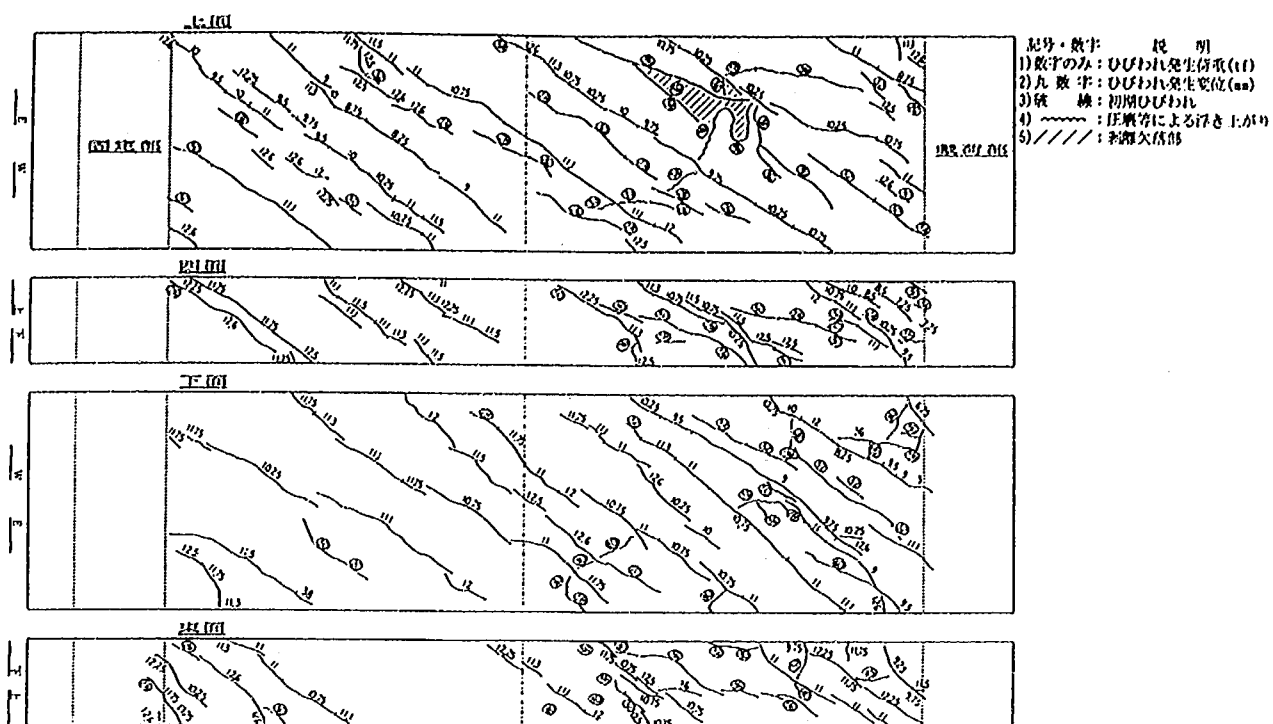


(a)No.7 BP-K- 0-13

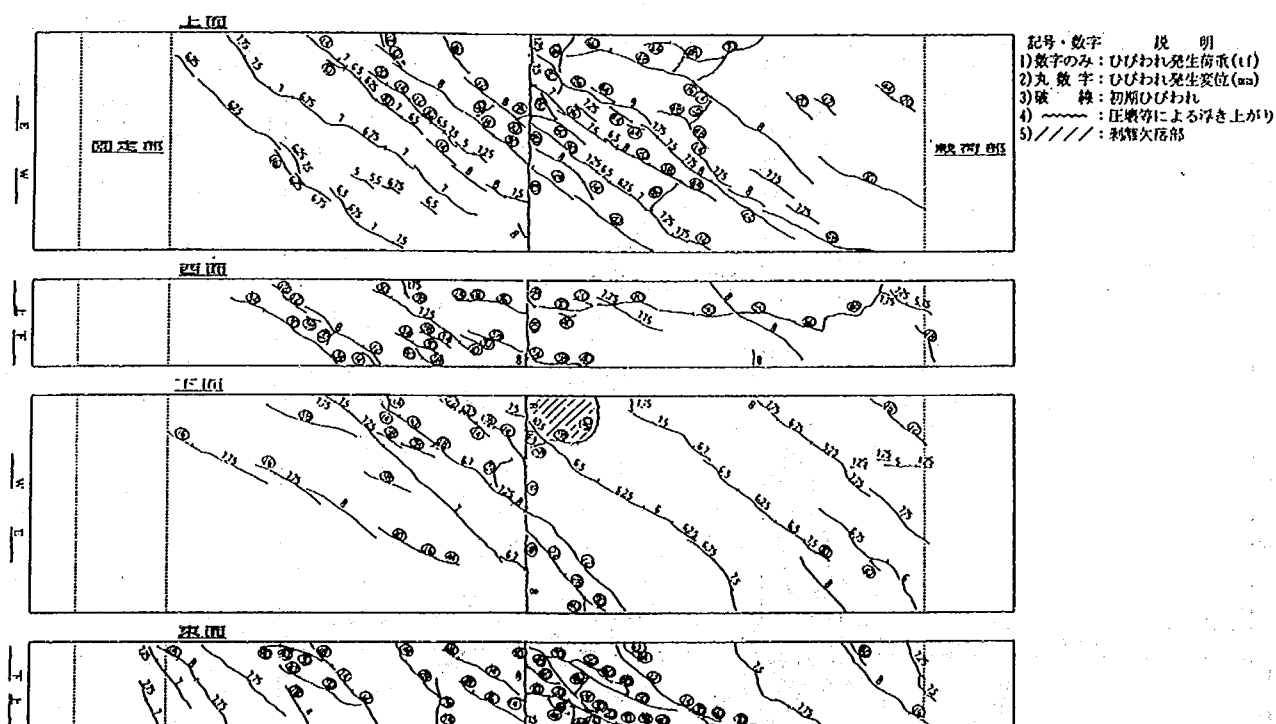


(b)No.8 BP-K-30-13

図-3.2.3 供試体のひびわれ形状図

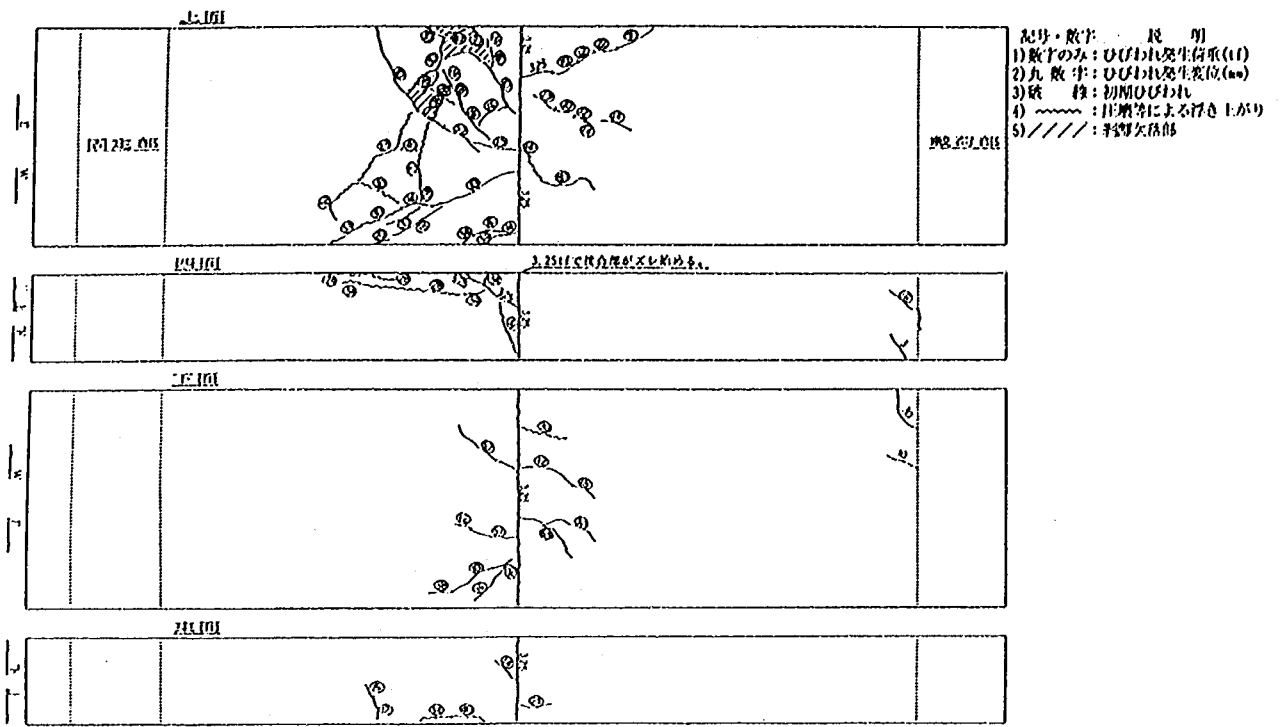


(c)No.9 BP-K-60-13

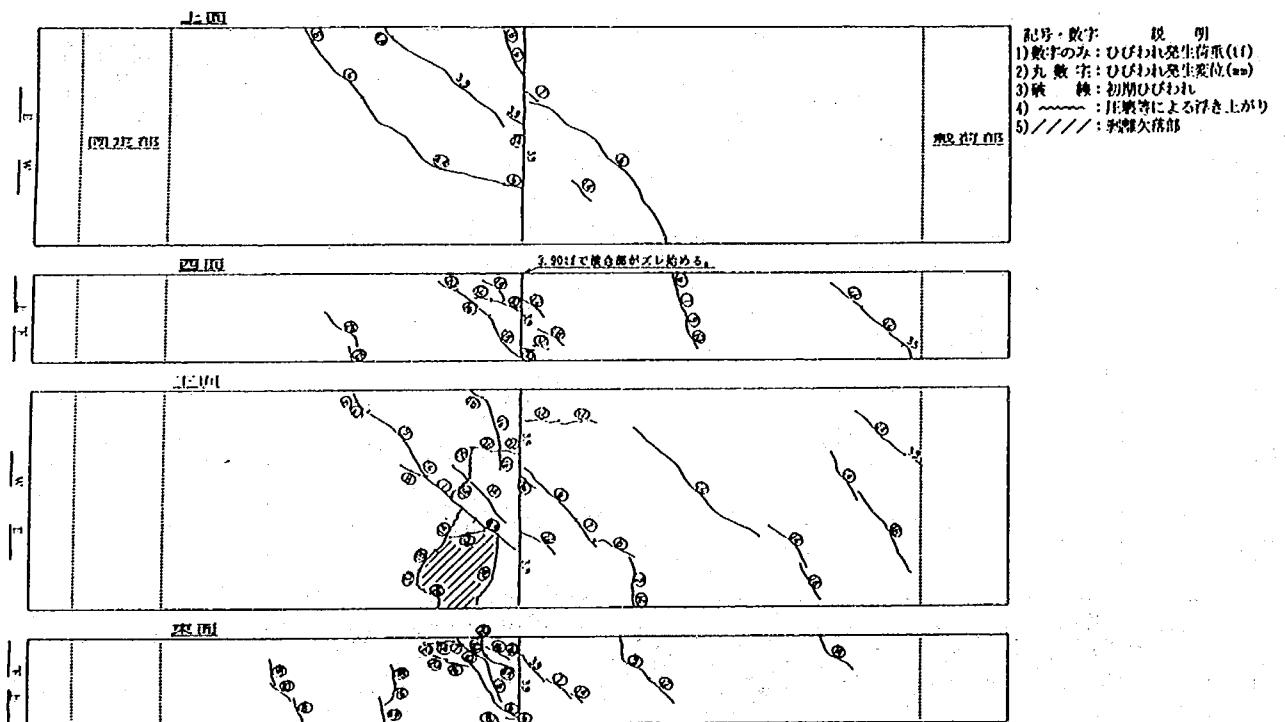


(d)No.13 BP-K- E-13

図-3.2.3 供試体のひびわれ形状図



(e)No.10 BP-S- 0-16



(f)No.14 BS-K- 0-13

図-3.2.3 供試体のひびわれ形状図

各供試体の破壊の形態を表-3.2.1に示す。◎が決定的となった破壊形態、○が確認された破壊形態である。決定的となった破壊の形態は、コンクリートの圧壊によるもの、接合面のずれによるものおよび接合キー近傍のコンクリートの押抜きせん断によるものの3つに大別される。各接合状態による破壊形態を以下に示す。

①一体構造供試体 (供試体No1,2,3,4)

一体構造の全供試体の破壊形態は、コンクリートの圧壊によるものとなった。

②完全接着、接合キー無し供試体 (供試体No5,6)

両供試体は、コンクリートにひびわれが発生した後に継目部のずれによって破壊に至った。

③完全接着、接合キーアーム300mm供試体 (供試体No7,8,9)

継目部のずれは発生せず、全供試体の破壊形態がコンクリートの圧壊によるものであった。これより、供試体の一体性が確保されていると思われる。

④完全接着、接合キーアーム200mm供試体 (供試体No10,11,12)

全供試体にずれが認められたが、プレストレス60kgf/cm²の供試体は、接合キーの押抜きによってコンクリートの一部が継目部から持ち上げられたような破壊形態であることから、押抜きせん断による影響が大きいと思われる。その他の供試体は、ずれ発生によって耐力が低下した後、コンクリートの押抜きせん断破壊が認められた。

⑤完全接着、接合キーアーム300mm、プレストレス偏心分布供試体 (供試体No13)

継目部のずれによって耐力が低下した後、耐力が若干増加してコンクリートの押抜きせん断によって破壊に至った。継目部のずれは、プレストレスの導入量の小さい方から生じた。

⑥不完全接着、接合キーアーム300mm供試体 (供試体No14,15,16)

プレストレスの導入量が0kgf/cm²および30kgf/cm²の供試体は、継目部のずれ発生により耐力が低下した後、載荷によって再度耐力が増加して接合キー近傍のコンクリートの押抜きせん断によって破壊した。また、プレストレス60kgf/cm²の供試体継目部にはずれは生じず、コンクリートの圧壊によって耐力を失った。

表-3.2.1 各供試体の破壊形態

供 試 体		コンクリート 圧 壊	押 抜 き せん断破壊	接 合 面 ず れ	スターラップ 鉄筋降伏 *	軸 方 向 鉄筋降伏 *
番号	名 称					
1	MC-N- 0-13	◎			○	
2	MC-N-30-13	◎			○	
3	MC-N-60-13	◎				
4	MD-N-60-13	◎				
5	BP-N- 0-13			◎		
6	BP-N-60-13			◎		
7	BP-K- 0-13	◎				
8	BP-K-30-13	◎			○	
9	BP-K-60-13	◎			○	
10	BP-S- 0-16		○	◎		
11	BP-S-30-16		○	◎		
12	BP-S-60-16		◎	○		
13	BP-K- E-13		◎	○		
14	BS-K- 0-13		◎	○		
15	BS-K-30-13		◎	○		
16	BS-K-60-13	◎				

*鉄筋は、最大耐力に至るまでの間に降伏ひずみに達したものを降伏と判定した

3.2.2 プレストレスの効果

ねじりに対するプレストレスの効果を把握するために、ねじりモーメントとねじれ角の關係に着目する。図-3.2.4は供試体の各接合状態ごとのねじりモーメントとねじれ角の關係を示している。図中には、道示によるコンクリートのせん断応力度の上限値より計算したねじりモーメント ($3.12\text{tf}\cdot\text{m}$) およびスターラップの降伏時のねじりモーメント ($D13-2.11\text{tf}\cdot\text{m}$, $D16-3.38\text{tf}\cdot\text{m}$) をそれぞれ実線および破線で示している。供試体のねじりモーメントーねじれ角の關係は、載荷の初期段階では、ねじりモーメント増加に従ってねじれ角が直線的に増加し、その後、コンクリートの塑性化およびひびわれの発生によって変曲点が現れ、さらに傾きを小さくして直線的に増加して最大耐力に至る傾向がある。この変曲点付近でひびわれが発生すると考えると、一体構造供試体および完全接着、接合キアーーム300mmの供試体のひびわれ発生強度および最大耐力は、プレストレス導入量にほぼ比例していることがわかる。

ずれが発生しなかった供試体においては、ひびわれが発生した後のねじりモーメントーねじれ角の傾きがほぼ一定であることから、ひびわれ発生後も一定の剛性を持つことがわかる。また、完全接着、接合キアーーム300mm供試体の比較図によるとNo.4 MD-N-60-13とNo.9 BP-K-60-13がほとんど一致していることから、プレストレスが $60\text{kgf}/\text{cm}^2$ 程度導入されている完全接着で接合キーが適切に配置された供試体であれば、継目部の存在による影響は小さいことが理解できる。これに対して、接合キーを配置しない完全接着供試体では、プレストレスを $60\text{kgf}/\text{cm}^2$ 導入してもずれが発生した。しかし、接合キーを配置しない供試体のねじりモーメントーねじれ角図からもわかるように、ひびわれ発生モーメントおよび最大耐力は、プレストレスの効果によって向上している。また、ずれ発生後のねじりモーメントはほぼ一定であることから、これがプレストレスによる摩擦と考えられる。

実験におけるひびわれの発生点は、目視によって判定していることからばらつきが予想される。そこで、傾斜計K1-K4間のねじれ角ーねじりモーメントの關係からひびわれ発生モーメントを推定することとし、コンクリートの剛性低下に着目して以下の3段階を考えた。

- (1)第1区域：コンクリート供試体が弾性的に挙動する区域
- (2)第2区域：コンクリートが塑性化あるいは微細ひびわれが発生し、剛性が徐々に低下していく遷移区域
- (3)第3区域：ひびわれが完全に発生し、剛性が一定の値に低下した区域

上記3区域の中で、ひびわれは第2区域で発生することになる。図-3.2.5に示すようにこの3つの区域を直線で回帰し、各々の交点A、B、Cを算出してひびわれ発生点を推測する。A点は第1および第2区域の回帰線の交点、B点は第2および第3区域の交点、C点は第1および第3区域の交点をそれぞれ示す。以上によって得られたひびわれ発生モーメント、実測より得られたひびわれ発生モーメント、ずれ発生モーメントおよび最大耐力と計算によって得られた値を表-3.2.2に示す。

ここで、ひびわれ発生モーメントの計算値はHsu²⁾による以下の式を用いて算定した。

$$M_{ic} = M_{icu} \sqrt{1 + \frac{10\sigma_p}{\sigma_{cu}}}$$

ここに、 M_{icu} ：無筋コンクリートの純ねじり強度(kgf・cm)

σ_p ：プレストレス(kgf/cm²)

σ_{cu} ：コンクリートの圧縮強度(kgf/cm²)

$$M_{icu} = 1.022 (b^2 + 64.5) \cdot h \cdot \sqrt[3]{\sigma_{cu}}$$

b ：長方形断面の短辺の長さ(cm)

h ：長方形断面の長辺の長さ(cm)

また、ずれ発生モーメントの計算値は、松島の研究³⁾より得られた以下の式を用いた。

$$M_{ts} = \frac{b^2 \cdot h}{4} (\gamma \cdot \sigma_p + \tau_u)$$

ここに、 b ：長方形の短辺の長さ

h ：長方形の長辺の長さ

γ ：接合面における両端面間における摩擦係数(0.9)

σ_p ：プレストレス

τ_u ：接合面における接着剤によるせん断強度(45kgf/cm²)

最大モーメント 1 は、高速道路調査会⁴⁾による以下の算定式を用いた。

$$M_{tu} = 1.8 \times \gamma_1 \times A_m \times \sqrt{\frac{\sum A_l \times \sigma_{sly} \times S}{A_v \times \sigma_{svy} \times u}} \times \frac{A_v \times \sigma_{svy}}{S}$$

ここに、 $\gamma_1 = 1.0$ (ただし、有効プレストレス $0 < \sigma_{cpe} < 17 \text{kgf/cm}^2$)

$\gamma_1 = 0.0035 \sigma_{cpe} + 0.94$ (ただし、 $\sigma_{cpe} > 17 \text{kgf/cm}^2$)

$$0.8 < \frac{\sum A_l \times \sigma_{sly} \times S}{A_v \times \sigma_{svy} \times u} < 1.25 \quad \text{で計算する}$$

A_m ：ねじり有効断面積

A_v ：閉合したスターラップ 1 本の断面積

A_l ：鉄筋および P C 鋼材を含めた軸方向ねじり補強鋼材の断面積

σ_{svy} ：スターラップの降伏応力度

σ_{sly} ：軸方向鉄筋の降伏応力度

S ：スターラップの間隔

u ：ねじり有効断面の周長

最大モーメント 2 は、Hsu によって与えられた鉄筋コンクリートの最大モーメントの算定式に、ひびわれ発生モーメントと同様にプレストレスの効果を考慮した以下の式より求めた。

$$M_{tu} = M_u \sqrt{1 + \frac{10\sigma_p}{\sigma_{cu}}}$$

ここに、 M_u ：鉄筋コンクリートばりの最大モーメント (kgf・cm)

σ_p ：プレストレス (kgf/cm²)

σ_{cu} ：コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm²)

$$M_u = \frac{1.014}{\sqrt{b}} b^2 \cdot h \sqrt{\sigma_{cu}} + (0.66m + 0.33 \frac{h_o}{b_o}) \cdot \frac{b_o \cdot h_o \cdot A_v \cdot \sigma_{svy}}{S}$$

ただし、 $0.7 < m < 1.5$ 、 $S \leq 0.5h$ 、 $h_o/b_o > 2.6$ のとき $h_o/b_o = 2.6$

b ：長方形の短辺の長さ (cm)

h ：長方形の長辺の長さ (cm)

b_o ：ねじり有効断面の短辺の長さ (cm)

h_o ：ねじり有効断面の長辺の長さ (cm)

A_v ：スターラップ 1 本の断面積 (cm²)

σ_{svy} ：スターラップの降伏応力度 (kgf/cm²)

S ：スターラップの間隔 (cm)

$$m = \frac{\bar{A}_t \cdot S}{A_v(b_o + h_o)}$$

$\bar{A}_t$ ：軸方向鉄筋総断面積の1/2 (cm²)

ひびわれ発生モーメントとプレストレスの関係を図-3.2.6に示す。これよりプレストレスは、ひびわれ耐力の向上に有効に作用していることがわかる。また、BおよびC点は、実測値を上回っており、本実験においてはA点をひびわれ発生点とするのが望ましいと思われる。プレストレス導入量が60kgf/cm²においてA点が実測値を上回る傾向にあるが、これはプレストレスの導入によって初期ひびわれは短くなり、明確な剛性低下に至っていないためと考えられる。また、計算結果をひびわれ発生モーメント-プレストレスの関係にプロットした直線の傾きは、実測値および推測値より小さくなる傾向がある。

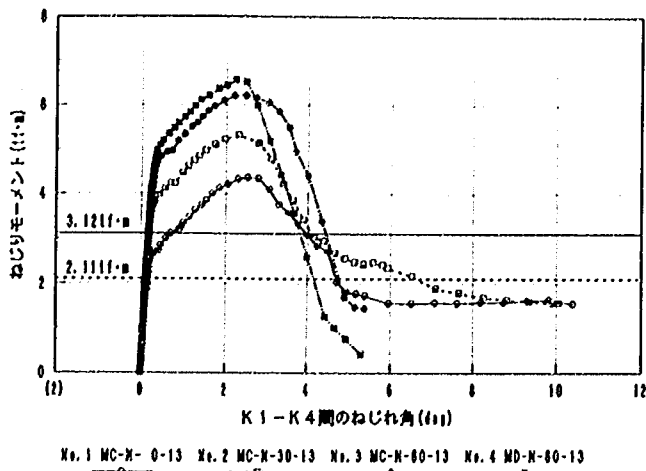
同様に、最大耐力の実測値および計算値の関係を図-3.2.7に示す。これより、プレストレスが最大耐力増加に有効に作用していることがわかる。また、図中の(a)および(c)からわかるように、計算値1および計算値2は、継目部にずれが生じない場合は実測値と比較的よく一致しており、ほぼ妥当な評価といえる。しかし、図中の(b)および(d)からわかるように、継目部にずれが発生した場合は、両式ともに実測値が計算値を下まわり危険側となる。

表-3.2.3にずれ発生モーメント（実測値）を全断面有効のねじり剛度で除したねじりモーメントによるコンクリートのせん断応力度を示す。この表より、各接合状態のねじりモーメントによるせん断応力度とプレストレスの関係を図-3.2.8に、切片をゼロに移動したものを図-3.2.9にそれぞれ示す。図-3.2.8の傾きは、プレストレスによる摩擦係数を示し、切片は接着剤および接合キーの効果を示す。

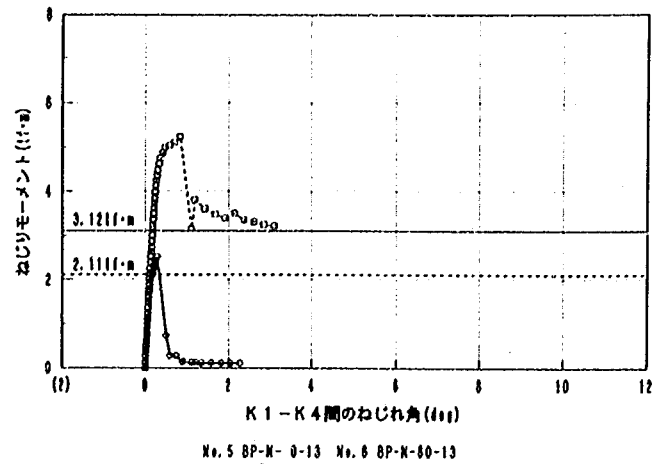
摩擦係数は、完全接着、接合キー無しで0.82、不完全接着、接合キーアーム300mmで1.21、完全接着、接合キーアーム200mmで1.71となった。

また、接着剤のみにより接合した場合の切片より得られた接着剤の効果は 48.9kgf/cm^2 、劣化を想定した不完全接着供試体の切片より得られた接合キーの耐力は 37.8kgf/cm^2 であるのに対し完全接着で接合キーアーム200mmの場合の切片より得られた接着剤および接合キーによる効果は 30.5kgf/cm^2 と接着剤あるいは接合キーのみによる効果より小さい値となっている。これは接合キーのアーム長を200mmと他の供試体と比べて小さくしていることから、接合キーに生じるねじりモーメントによるせん断応力が大きくなることによりコンクリートの押抜きせん断破壊が起きやすい状態となったことが原因と考えられる。完全接着、接合キーアーム300mmの供試体においてはずれは発生していないことから、接合キーが適切に配置されれば接着剤および接合キーの組み合わせの耐力は 30.5kgf/cm^2 より大きいものと予測できる。

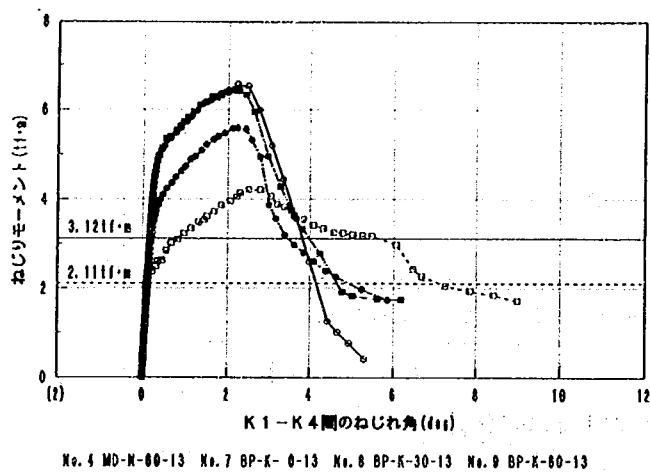
図-3.2.9の傾きより、接合面の状態によるプレストレスの摩擦効果を比較すると、完全接着、接合キー無しが最も小さく、次いで不完全接着、接合キーアーム300mm、完全接着、接合キーアーム200mmの順にプレストレスの効果が大きいことがわかる。これは、完全接着、接合キー無しのように接着剤だけではずれが生じるとプレストレスによる摩擦効果だけしか期待できないのに対し、不完全接着、接合キーアーム300mmのように接合キーが存在する場合はプレストレスによる摩擦の他に接合キーもずれに抵抗し、完全接着、接合キーアーム200mmのように接合キーに接着剤の効果が加わることにより、プレストレスによる摩擦係数はさらに増加するためと考えられる。ここで、完全接着、接合キーアーム300mmの供試体についてはずれが発生しなかったことより、プレストレスによる摩擦効果を定量的に把握することはできなかったが、ずれ発生を抑制するのに十分なプレストレスによる摩擦効果を有していることが推測される。



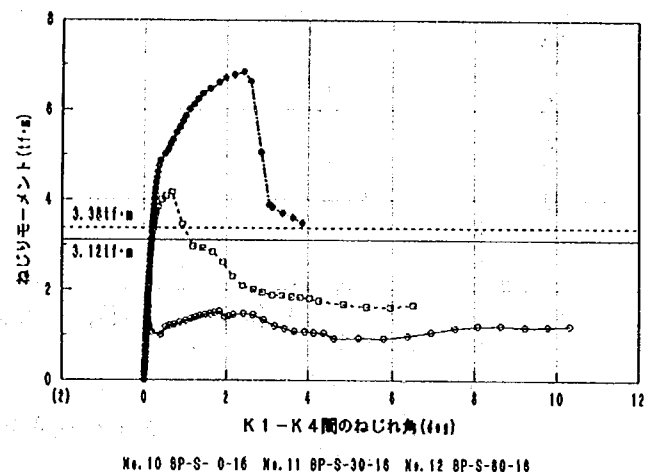
(a) 一体構造供試体



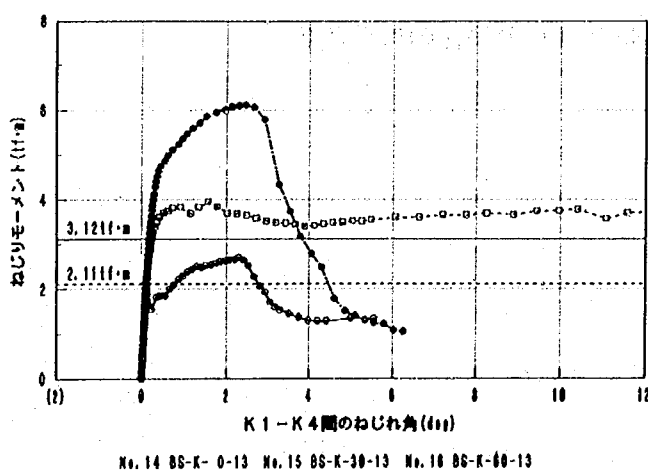
(b) 完全接着、接合キー無し供試体



(c) 完全接着、接合キーアーム300mm供試体

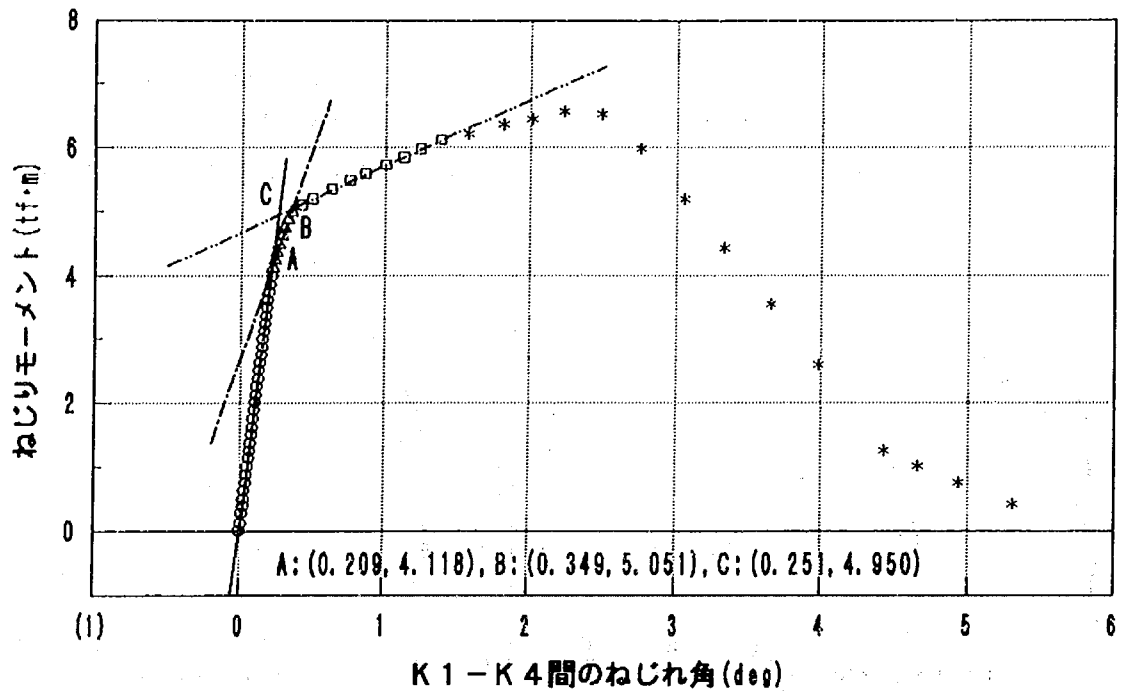


(d) 完全接着、接合キーアーム200mm供試体



(e) 不完全接着、接合キーアーム300mm供試体

図-3.2.4 各接合状態のねじりモーメントとねじり角の関係



第1回帰線 第2回帰線 第3回帰線 回帰外データ

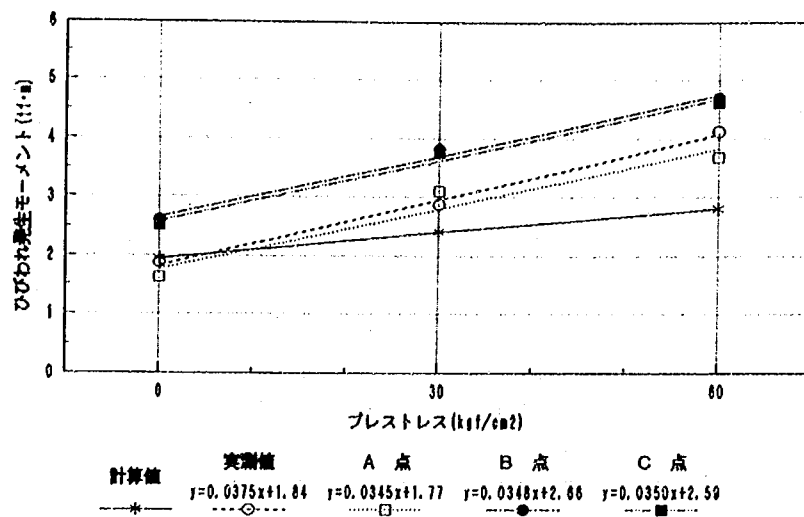
$y=19.728x$ $y=8.669x+2.73$ $y=1.031x+4.69$

—○— —△— —□— *

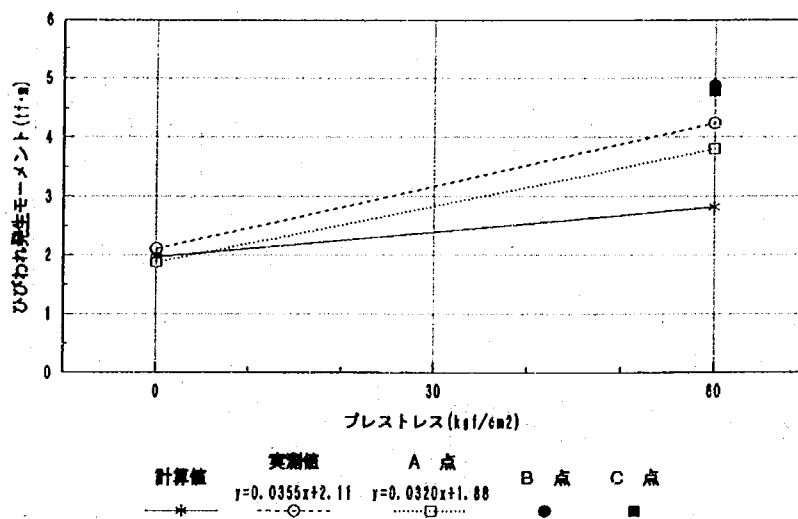
図-3.2.5 ねじりモーメントとねじれ角の関係のモデル化

表-3.2.2 主要数値の実測値、計算値および推測値

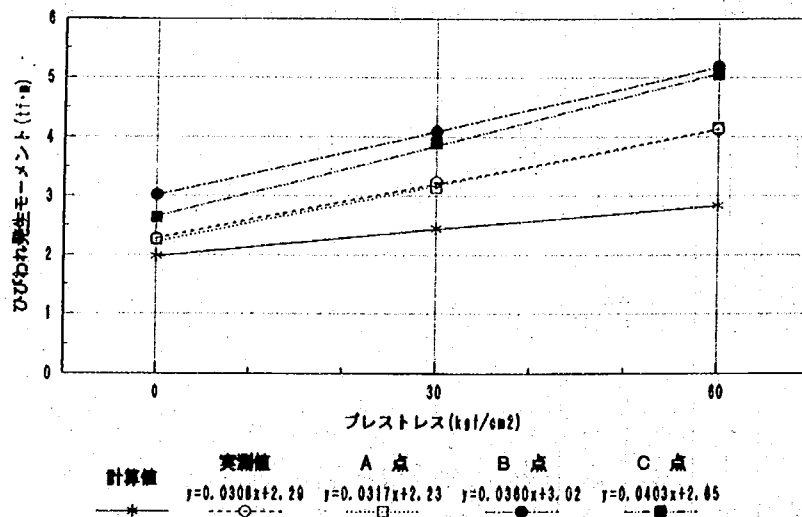
供 試 体		実測値(tf・m)			計算値(tf・m)				ひびわれ発生モーメント推測値(tf・m)		
番号	名 称	ひびわれ発生モーメント	ずれ発生モーメント	最大モーメント	ひびわれ発生モーメント	ずれ発生モーメント	最大モーメント 1	最大モーメント 2	A点	B点	C点
1	MC-N- 0-13	1.88	—	4.43	1.94	—	—	4.14	1.62	2.60	2.52
2	MC-N-30-13	2.88	—	5.39	2.41	—	5.22	5.15	3.11	3.83	3.77
3	MC-N-60-13	4.13	—	6.27	2.81	—	5.75	6.00	3.69	4.69	4.62
4	MD-N-60-13	4.25	—	6.59	2.81	—	5.75	5.99	4.12	5.05	4.95
5	BP-N- 0-13	2.11	2.52	2.52	1.97	2.25	—	4.16	1.88	—	—
6	BP-N-60-13	4.24	5.05	5.29	2.82	4.95	5.75	5.96	3.80	4.88	4.79
7	BP-K- 0-13	2.27	—	4.30	1.97	2.25	—	4.17	2.25	3.02	2.63
8	BP-K-30-13	3.24	—	5.64	2.44	3.60	5.22	5.14	3.14	4.09	3.90
9	BP-K-60-13	4.12	—	6.48	2.83	4.95	5.75	5.94	4.15	5.18	5.05
10	BP-S- 0-16	1.63	1.63	1.63	1.98	2.25	—	6.04	1.30	—	—
11	BP-S-30-16	2.88	4.09	4.25	2.45	3.60	8.36	7.41	2.85	3.86	3.76
12	BP-S-60-16	3.12	6.90	6.90	2.84	4.95	9.20	8.53	3.53	4.77	4.60
13	BP-K- E-13	2.50	3.62	4.21	2.47	3.60	5.22	5.12	2.95	3.63	3.54
14	BS-K- 0-13	1.95	1.95	2.72	2.01	—	—	4.20	1.47	—	—
15	BS-K-30-13	2.87	3.82	4.04	2.46	—	5.22	5.13	2.72	3.59	3.49
16	BS-K-60-13	2.88	—	6.15	2.84	—	5.75	5.89	3.19	4.68	4.55



(a) 一体構造、軸方向鉄筋連続

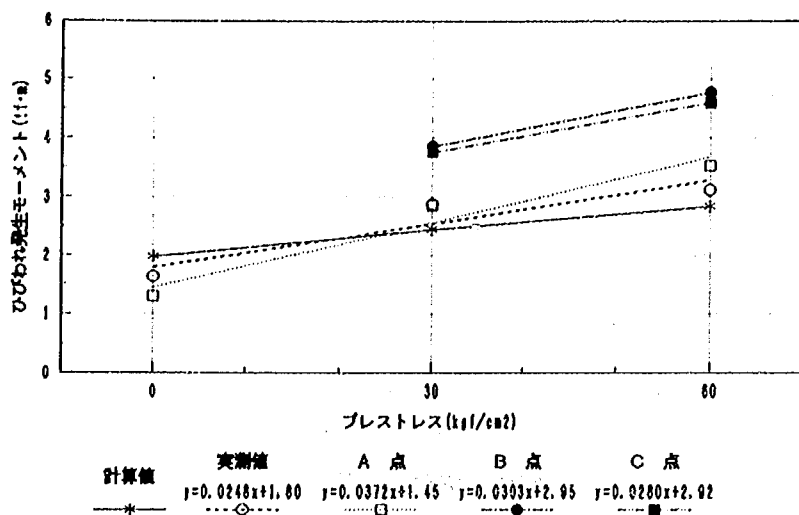


(b) 完全接着、接合キー無し

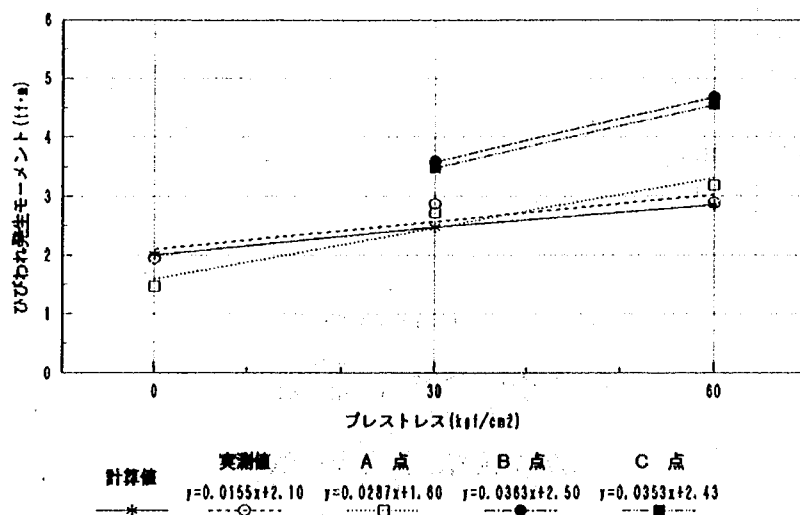


(c) 完全接着、接合キーアーム300mm

図-3.2.6 ひびわれ発生モーメントとプレストレスの関係

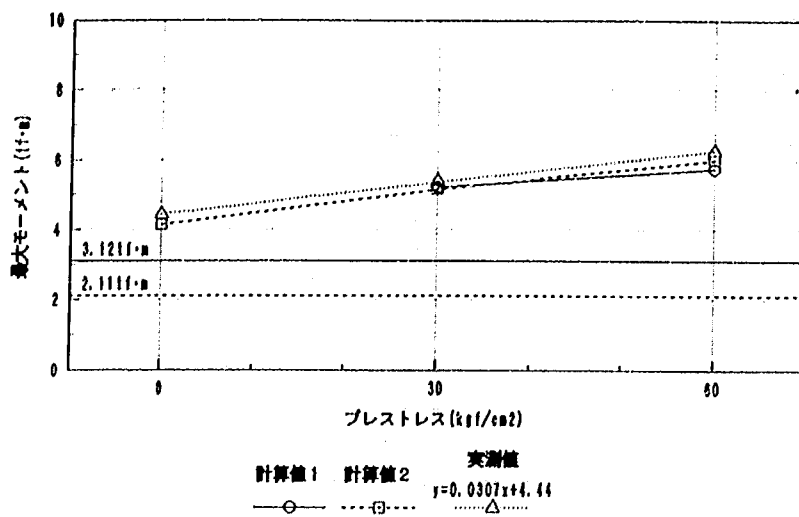


(d)完全接着、接合キーアーム200mm

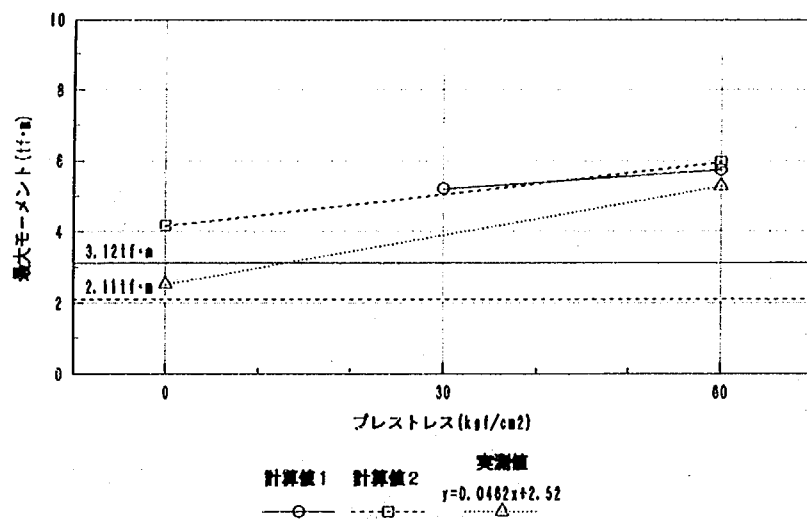


(e)不完全接着、接合キーアーム300mm

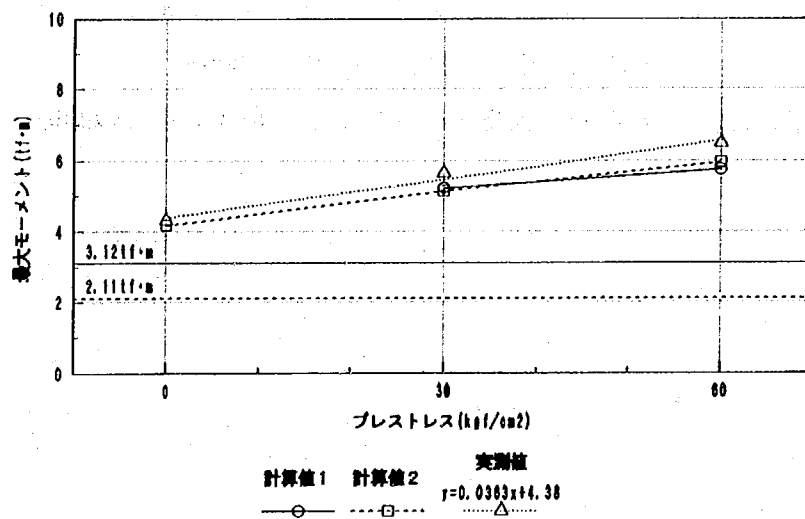
図-3.2.6 ひびわれ発生モーメントとプレストレスの関係



(a)一体構造、軸方向鉄筋連続

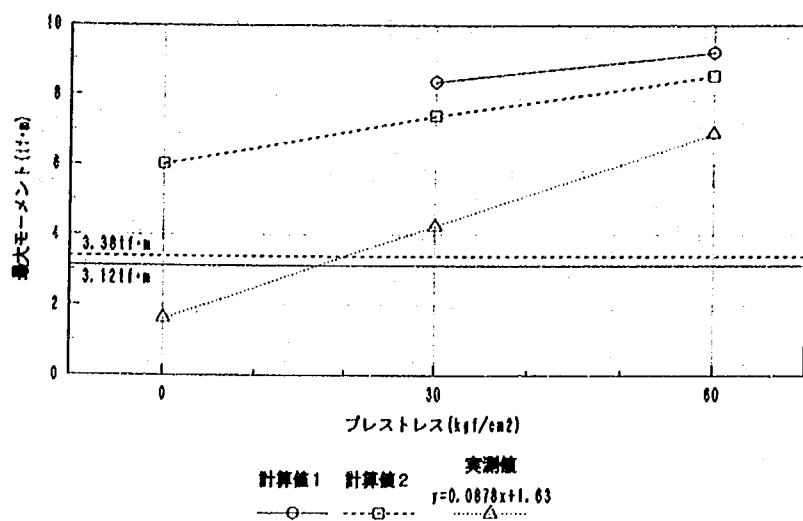


(b)完全接着、接合キー無し

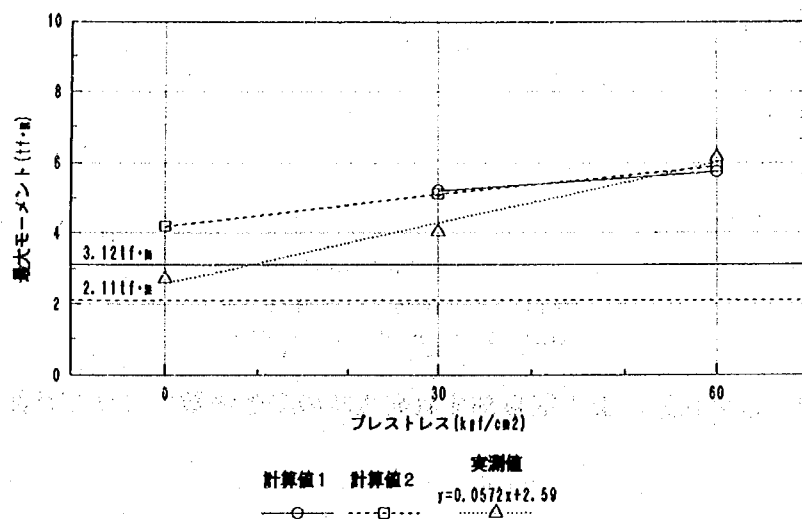


(c)完全接着、接合キーアーム300mm

図-3.2.7 最大モーメントとプレストレスの関係



(d)完全接着、接合キーアーム200mm



(e)不完全接着、接合キーアーム300mm

図-3.2.7 最大モーメントとプレストレスの関係

表-3.2.3 ずれ発生ねじりモーメントおよびコンクリートのせん断応力度

プレ ストレス	ずれ発生ねじりモーメント(tf・m)				コンクリートのせん断応力度(kgf/cm ²)			
	BP-N	BP-S	BP-E	BS-K	BP-N	BP-S	BP-E	BS-K
0	2.52	1.63	——	1.95	48.9	31.6	——	37.8
30	——	4.09	3.62	3.82	——	79.3	70.2	74.1
60	6.05	6.90	——	——	98.0	133.9	——	——

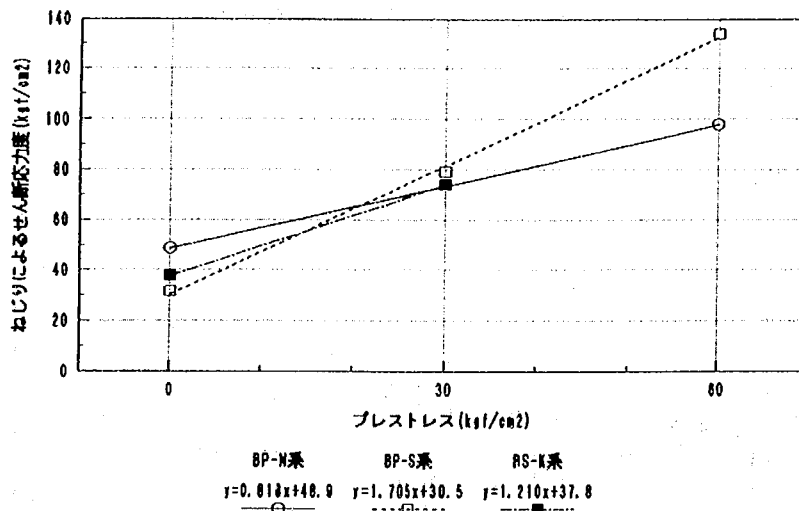


図-3.2.8 接合状態による継目部ずれ発生時の摩擦係数および継目部の耐力

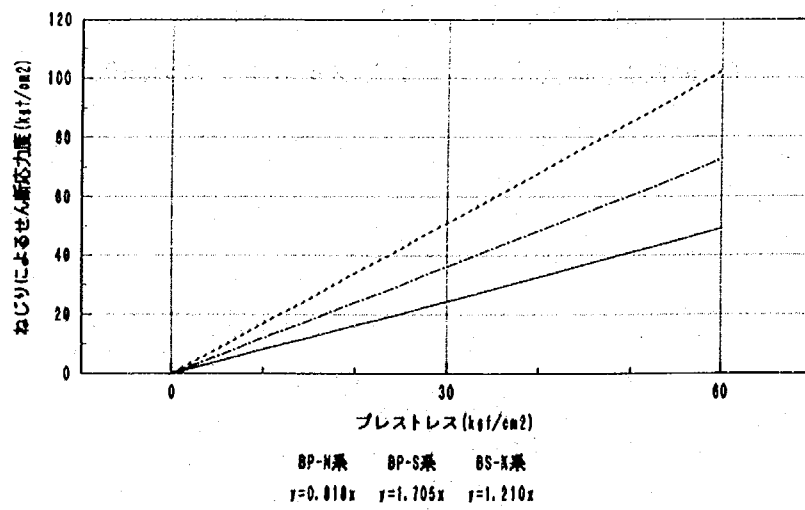


図-3.2.9 接合状態による摩擦係数の比較

3.2.3 接着剤の効果

プレキャストブロック継目部における接着剤の効果を把握するために、ねじりモーメントとねじれ角の関係に着目する、完全接着、接合キー無しで、プレストレス 0kgf/cm^2 のNo5 BP-N- 0-13供試体のねじりモーメントとねじれ角の関係を図-3.2.10に示す。本供試体の継目部ずれ発生モーメントは $2.52\text{tf}\cdot\text{m}$ で、ねじりモーメントによるコンクリートのせん断応力度は 48.9kgf/cm^2 である。これが、接着剤の付着力と考えられる。

次に、完全接着、接合キーアーム 300mm 、プレストレス 0kgf/cm^2 のNo7 BS-K- 0-13と不完全接着、接合キーアーム 300mm 、プレストレス 0kgf/cm^2 のNo14 BS-K- 0-13の2供試体のねじりモーメントーねじれ角の関係を図-3.2.11に示す。両供試体の接合条件の違いは接着剤の状態だけであり、両者の差が接着剤の効果と考えられる。ひびわれ発生は、完全接着で $2.27\text{tf}\cdot\text{m}$ に対し、不完全接着では $1.95\text{tf}\cdot\text{m}$ と若干の差は認められるものの、それほど大きな差にはなっていない。しかし、最大耐力を比較すると、完全接着の $4.30\text{tf}\cdot\text{m}$ に対し、不完全接着では $2.72\text{tf}\cdot\text{m}$ となり、接着剤により $1.58\text{tf}\cdot\text{m}$ の耐力増加が認められた。これは、ねじりモーメントによるコンクリートのせん断応力度に換算すると 30.4kgf/cm^2 となる。

同様に、プレストレス 30kgf/cm^2 のNo8 BP-K-30-13とNo15 BS-K-30-13のねじりモーメントーねじれ角の関係を図-3.2.12に示す。ひびわれの発生は、完全接着で $3.24\text{tf}\cdot\text{m}$ 、不完全接着で $2.87\text{tf}\cdot\text{m}$ とほぼ等しいのに対し、最大耐力は、完全接着で $5.64\text{tf}\cdot\text{m}$ 、不完全接着で $4.04\text{tf}\cdot\text{m}$ と完全接着の方が $1.60\text{tf}\cdot\text{m}$ 大きい。これをねじりモーメントによるコンクリートのせん断応力度に換算した 30.8kgf/cm^2 が最大耐力に対する接着剤の効果と考えられる。

プレストレスを 60kgf/cm^2 導入した供試体では、プレストレスの効果が卓越してずれが発生しなかったことから、明確な差は認められなかった。

以上の結果より、接着剤の付着力は、ねじりモーメントによるコンクリートのせん断応力度に換算して 49kgf/cm^2 程度であった。また、接着剤の状態の違いによる最大耐力の差は、プレストレス $0, 30\text{kgf/cm}^2$ で 30kgf/cm^2 程度あったが、プレストレス 60kgf/cm^2 では明確な差は認められなかった。

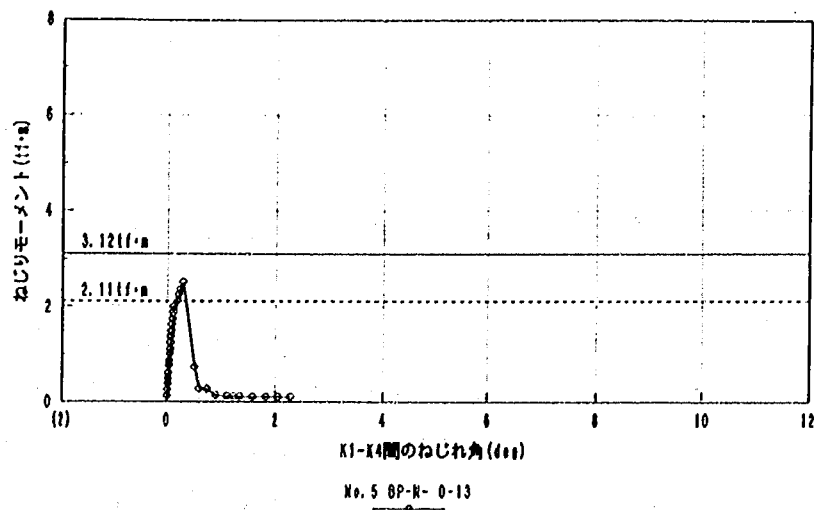


図-3.2.10 No.5 BP-N-0-13のねじりモーメントとねじれ角の関係

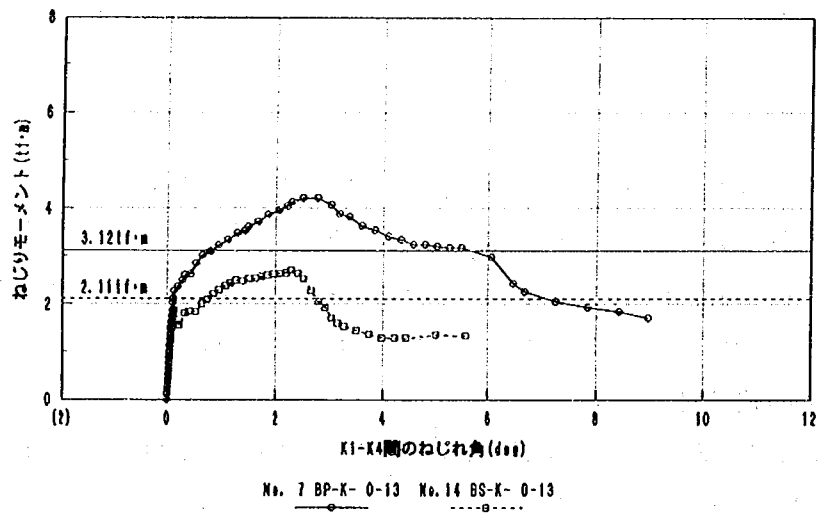


図-3.2.11 プレストレス0kgf/cm²での接着剤の効果

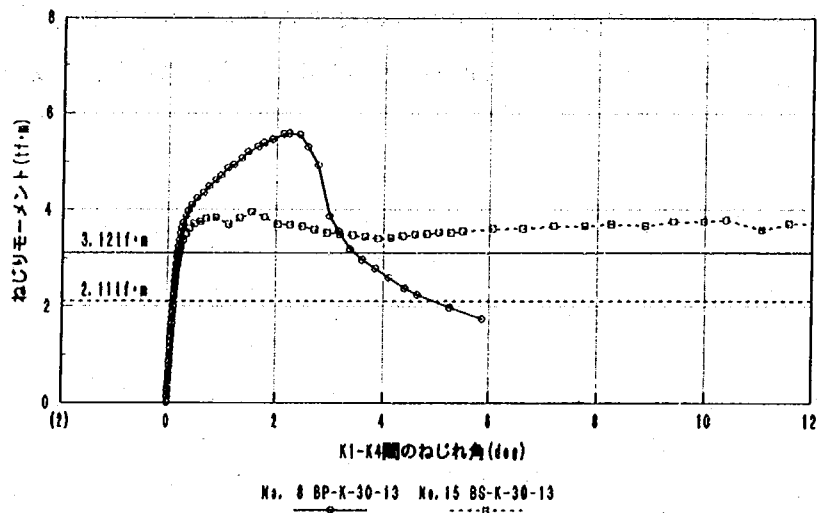


図-3.2.12 プレストレス30kgf/cm²での接着剤の効果

3.2.4 軸方向鉄筋の効果

ねじりモーメントと軸方向鉄筋およびスターラップのひずみの関係で代表的な供試体を図-3.2.13に示す。ひずみは、引張を正、圧縮を負とする。コンクリートにひびわれが発生する前は、軸方向鉄筋およびスターラップのひずみにはほとんど変化が見られない。しかし、コンクリートにひびわれが発生した後は、鉄筋によって引張力を分担することにより、鉄筋の引張ひずみが増加していることがわかる。また、プレストレスが導入されると、軸方向鉄筋のひずみは小さくなる傾向がある。

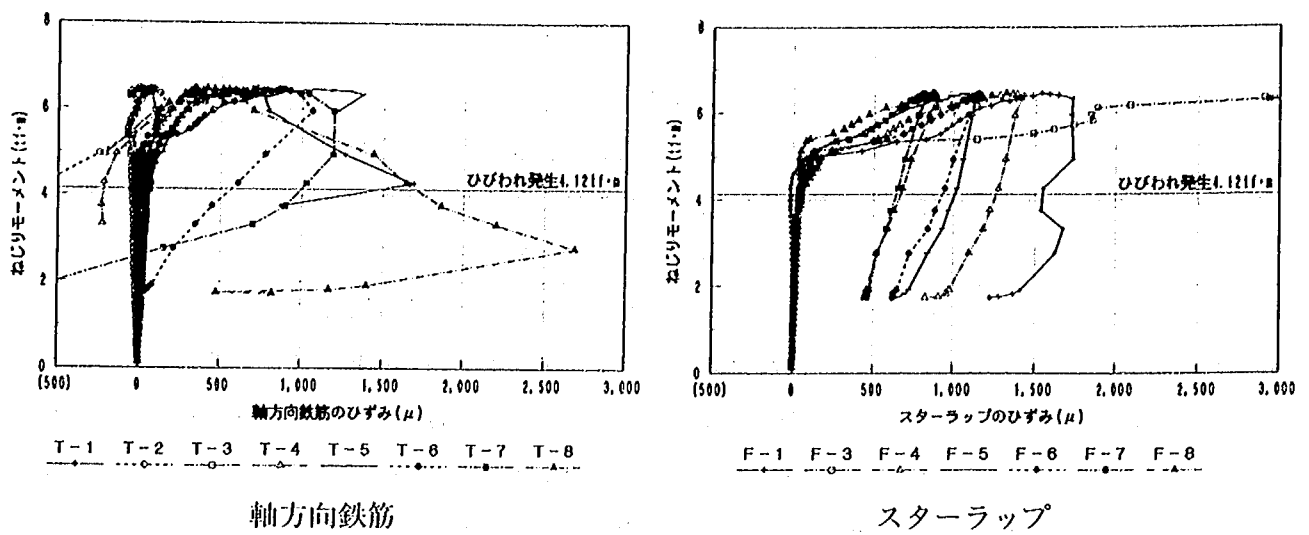
つぎに、軸方向鉄筋およびスターラップ量の影響について考察する。鉄筋は、コンクリートにひびわれが発生した後に引張力を分担していることから、鉄筋量の違いが影響を及ぼすのはひびわれ発生後の剛性および最大耐力と考えられる。図-3.2.14にねじりモーメントとねじれ角の関係で最大耐力に至るまでを3直線に回帰した図を示す。ひびわれ発生前である第1回帰線はほぼ一致した傾きであるのに対し、ひびわれ発生後の第3回帰線はD13を使用した場合が0.96程度、D16を使用した場合は1.63程度であり、鉄筋量がひびわれ発生後のねじり剛性を向上させていることがわかる。

また、最大耐力について比較すると、完全接着、接合キアーーム300mm、プレストレス60kgf/cm²、鉄筋径D13供試体は6.48tf・mであるのに対して、完全接着、接合キアーーム200mm、プレストレス60kgf/cm²、鉄筋径D16の供試体は6.90tf・mと大きな差は認められなかった。これは、第1の理由として、D16を使用した供試体は、ひびわれ発生後の剛性が大きいのに加え、継目部でのずれ破壊が生じやすいように接合キアーームを200mmと小さくしていることから、接合キー周囲のコンクリートの押抜きせん断によって最大耐力が決定されているのに対し、D13を使用した供試体はコンクリートの圧縮破壊によって最大耐力が決定されたことが考えられる。また、第2の理由として、軸方向鉄筋およびスターラップのほとんどが降伏に達していないことが考えられる。降伏した鉄筋は、D13のスターラップのみであり、最大耐力を決定したのはコンクリートの影響が大きかったと思われる。

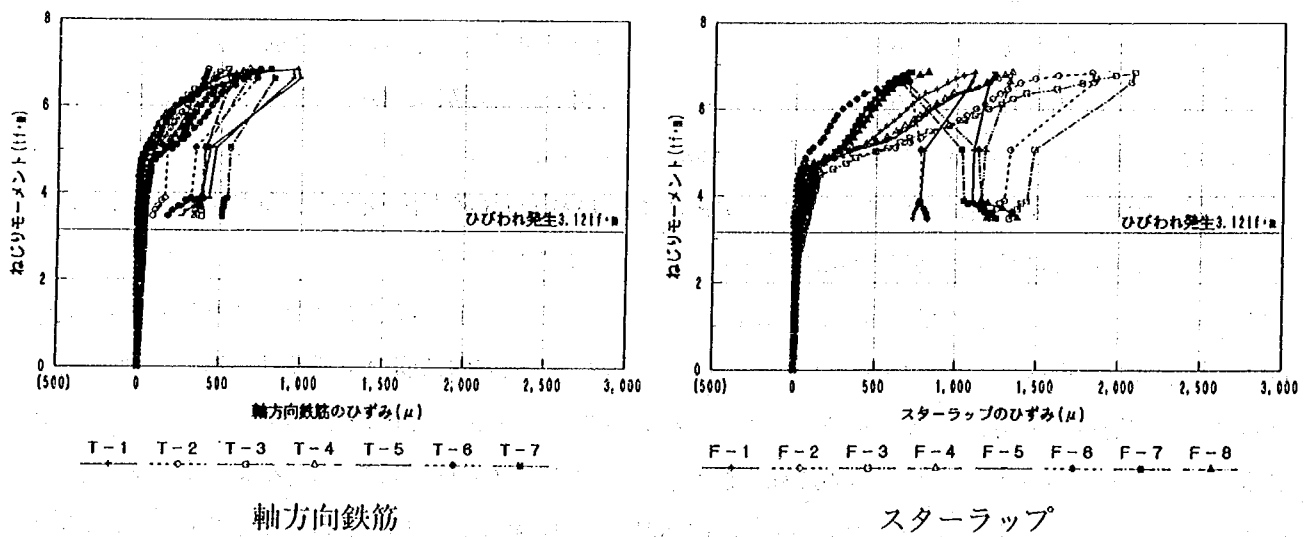
以上の理由から、本実験においては鉄筋量の増加によりひびわれ発生後の剛性が向上することは理解されたが、最大耐力に対する効果を明確に把握することはできなかった。

プレキャストブロック橋では、継目部が存在することにより、道示に規定されたねじりに対する軸方向鉄筋を連続して配置することは構造上困難である。そこで、軸方向鉄筋の不連続性の影響を把握するために、一体構造で軸方向鉄筋を連続に配置した供試体と、完全接着で接合キアーームが300mmの供試体のねじりモーメントとねじれ角の関係を調べ、プレストレスの導入量ごとに図-3.2.15に示す。プレストレス60kgf/cm²の場合には、ブロック構造と同様に一体構造で軸方向鉄筋を供試体中央部で不連続としたNo.4 MD-N-60-13供試体も併せて示している。

各プレストレス量において、載荷開始時点からひびわれ発生を経て最大耐力に至るまでの挙動はほぼ一致しており、軸方向鉄筋が不連続なことによる顕著な影響は見られない。これは、接着剤、接合キーおよびプレストレスが効果的にねじりを伝達しているためと考えられる。

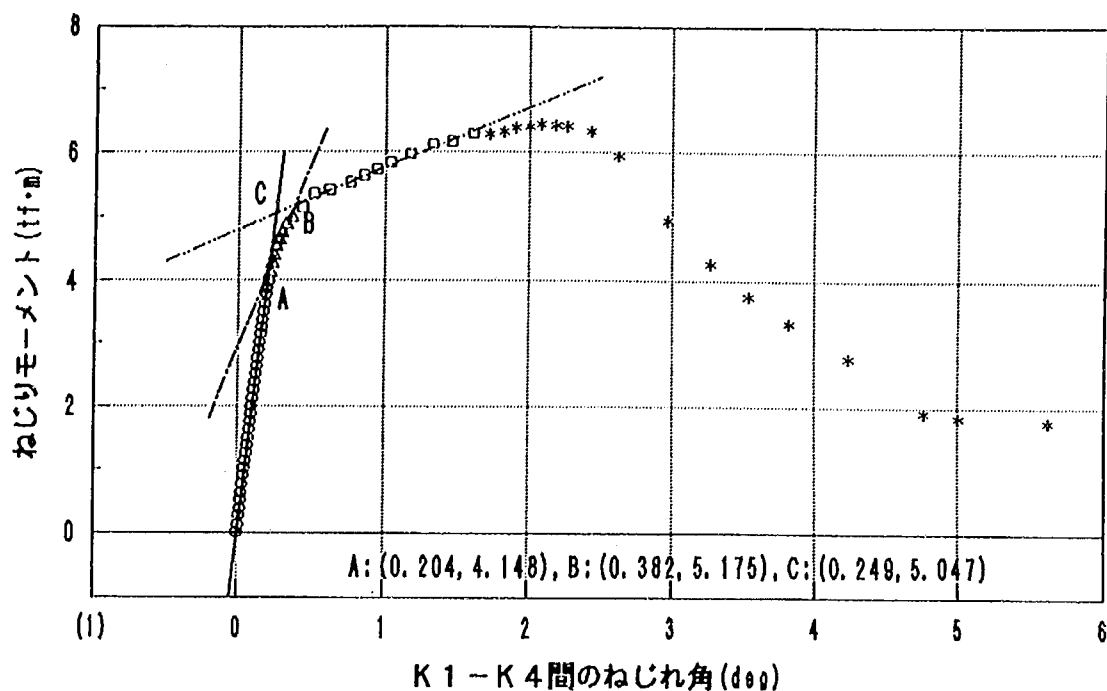


(a) No.9 BP-K-60-13



(b) No.12 BP-S-60-16

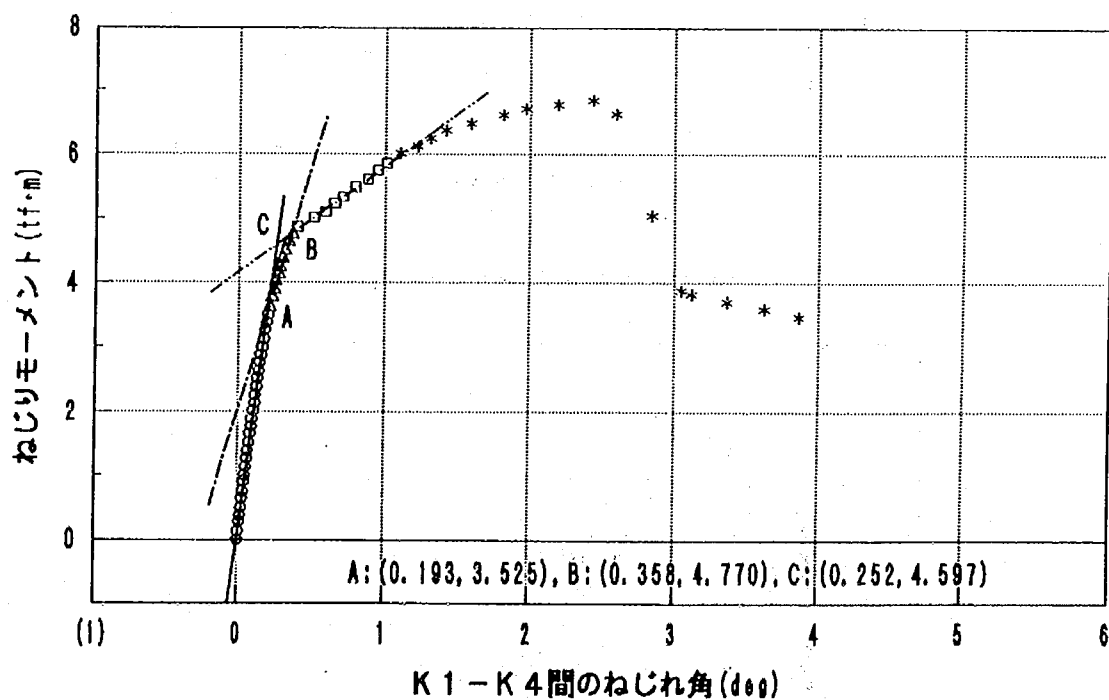
図-3.2.13 ねじりモーメントと軸方向鉄筋およびスターラップのひずみの関係



第1回帰線 第2回帰線 第3回帰線 回帰外データ

$y=20.307x$ $y=5.764x+2.97$ $y=0.956x+4.81$

(a)No.9 BP-K-60-13

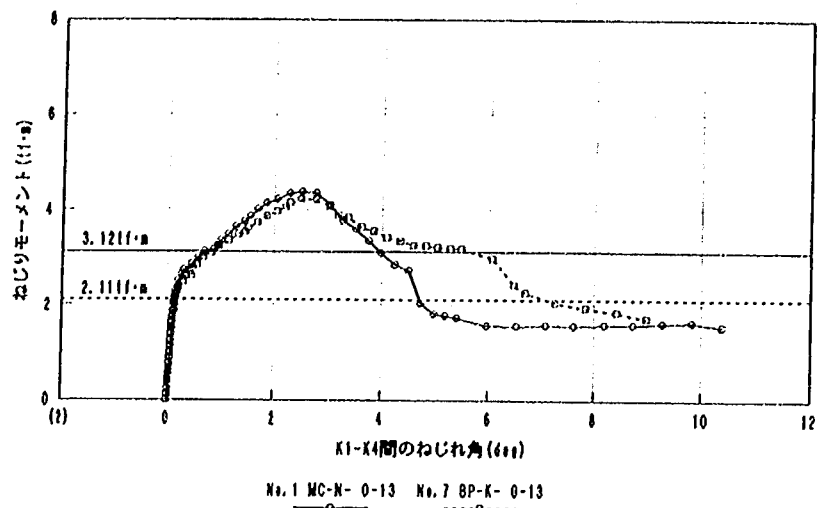


第1回帰線 第2回帰線 第3回帰線 回帰外データ

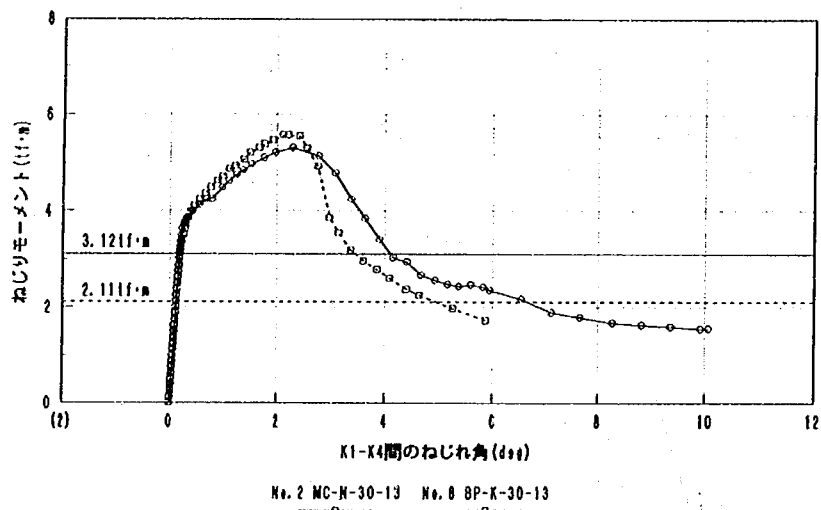
$y=18.272x$ $y=7.573x+2.08$ $y=1.634x+4.19$

(b)No.12 BP-S-60-16

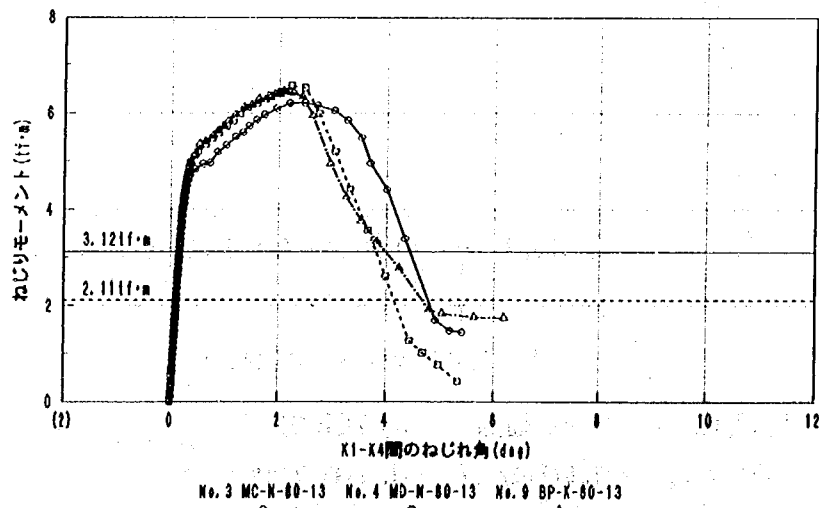
図-3.2.14 鉄筋量の違いによるねじり剛性



(a) プレストレス 0 kgf/cm^2



(b) プレストレス 30 kgf/cm^2



(c) プレストレス 60 kgf/cm^2

図-3.2.15 軸方向鉄筋の効果

3.2.5 接合キーの効果

図-3.2.16にねじりモーメントと接合キーのひずみの関係を示す。引張ひずみが正、圧縮ひずみが負である。継目部にずれあるいはひびわれが発生するまでは接合キーのひずみはほとんど生じず、継目部のずれによって接合キーのひずみが増加していることから接合キーが荷重を伝達していることがわかる。

接合キーの効果을把握するために、ねじりモーメントとねじれ角の關係に着目する。不完全接着、接合キーアーム300mm、プレストレス0kgf/cm²のNo14 BS-K- 0-13供試体のねじりモーメントとねじれ角の關係を図-3.2.17に示す。本供試体のずれ発生モーメントは1.95tf・mであり、ねじりによるコンクリートのせん断応力度に換算すると37.8kgf/cm²となり、これが接合キーの効果と考えられる。

また、完全接着、接合キー無し、プレストレス0kgf/cm²(No5 BP-N- 0-13)と完全接着、接合キーアーム300mm、プレストレス0kgf/cm²(No7 BP-K- 0-13)の供試体のねじりモーメントとねじれ角の關係を図-3.2.18に、同条件でプレストレスのみ60kgf/cm²の供試体(No6 BP-N-60-13とNo9 BP-K-60-13)の同關係を図-3.2.19に示す。比較した兩供試体の違いは接合キーの有無だけであり、耐力の差が接合キーの効果と考えられる。接合キーを配置しない供試体は、継目部のずれによって耐力が大きく低下したのに対して、接合キーを配置した場合は継目部のずれは発生せず、最大耐力に達した後も接合キーを配置しない場合ほど大きな耐力低下にはなっていない。これより、接合キーは供試体の最大耐力およびじん性の向上に有効に作用していることがわかる。

つぎに、接合キーの有無によるひびわれ発生モーメントおよび最大耐力に着目する。図-3.2.18において、接合キーのない供試体のひびわれ発生モーメントは2.11tf・mに対し、接合キーのある供試体では2.27tf・mとほとんど差は認められない。しかし、最大耐力に着目すると、前者は2.52tf・mであるのに対し、後者は4.30tf・mと1.78tf・mの耐力の増加が認められた。これは、ねじりモーメントによるコンクリートのせん断応力度に換算すると34.2kgf/cm²となる。また、図-3.2.19においては、ひびわれ発生モーメントは、接合キー無しの場合は4.24tf・mに対し接合キー有りの場合は4.12tf・mとなり、接合キーの影響はあまり見られない。最大耐力については前者が5.29tf・m、後者が6.48tf・mであり、1.19tf・m(22.9kgf/cm²)の耐力向上が見られた。

接合キーを配置した供試体で継目部にずれが発生したものすべてに、接合キー周辺コンクリートの押抜きせん断によると思われる破壊が確認された。しかし、道示によるコンクリートのせん断応力度の最大値より得られるねじりモーメント(3.12tf・m)を下回ったものは、プレストレスが0kgf/cm²の供試体のみ、道示より計算したスターラップの降伏時のねじりモーメント(2.11tf・m)を下回ったのはその内の完全接着接合キーアーム200mmの供試体のみであり、プレストレスの導入量が30kgf/cm²程度以上であれば耐力は道示で定める値を上回る。

つぎに、接合キーの配置位置による効果を考える。完全接着、接合キーアーム300mmの供試体には継目部にずれが発生していないのに対し、完全接着、接合キーアーム200mmの供試体にはずれが生じた。これより、接合キーの配置位置が破壊の性状に影響を与えていることがわかる。これより、実橋において接合キーアームを小さく取ると、破壊性状が継目部のずれあるいはコンクリートの押抜きせん断とな

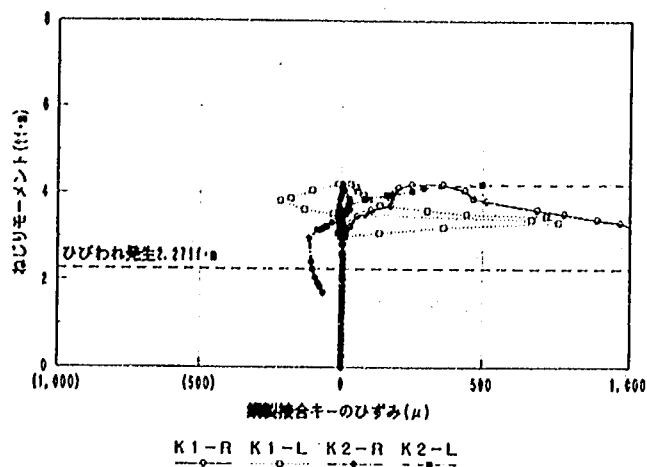
る可能性があり、接合キー配置位置に注意を要すると思われる。

さらに、継目部にずれが発生した後の接合キーの配置位置による効果を把握するために、完全接着、接合キーアーム200mmと不完全接着、接合キーアーム300mmのプレストレス 0kgf/cm^2 と 30kgf/cm^2 の供試体のねじりモーメントとねじれ角の関係を図-3.2.20示す。接合キーアームが200mmの供試体は、ずれ発生後は耐力が低下しているのに対し、接合キーアーム300mmの供試体はずれ発生後に再び増加して最大耐力に至っている。これより、接合キーの配置位置がずれ発生後の最大耐力に若干の影響を与えていることがわかる。

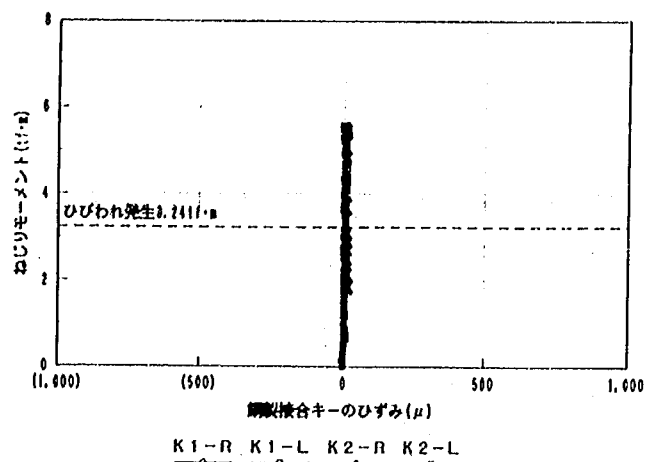
完全接着でプレストレスが 0kgf/cm^2 の場合、接合キーアーム200mmの供試体の最大耐力は、 $1.63\text{tf}\cdot\text{m}$ であるのに対し、接合キーアーム300mmの供試体では $2.72\text{tf}\cdot\text{m}$ と約1.67倍となっている。また、接合キーのアームは1.5倍であり、最大耐力の比とほぼ一致している。プレストレスが導入されていない場合、継目部にずれが発生した後のねじりモーメントはすべて接合キーによって伝達されると考えると、接合キーに作用するねじりモーメントによるせん断力は前者が 8.15tf 、後者が 9.07tf となった。

ここで、メス型キーを $50\text{mm}\times 59\text{mm}$ の矩形とモデル化すると、継目部を除く3辺が押抜きせん断に影響を及ぼすと考えられる。部材断面の有効高を 100mm として道示の「2.6 押抜きせん断応力度の照査」よりコンクリートの押抜きせん断応力度を算出すると、前者で 25.1kgf/cm^2 、後者で 27.9kgf/cm^2 となり、ほぼ等しい値となっていることから、接合キーの配置位置が最大耐力に影響を与えていることがわかる。

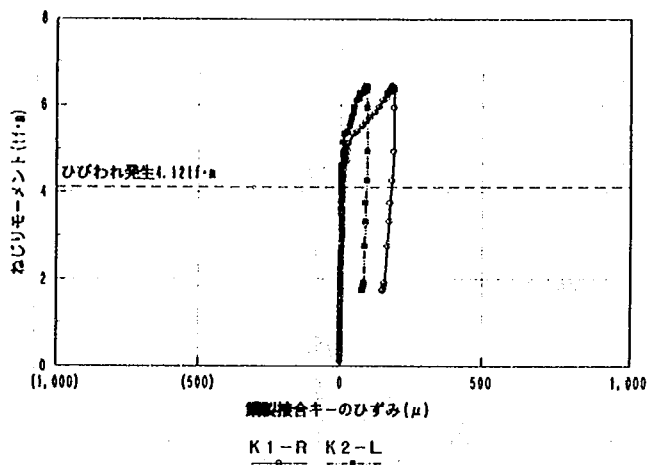
プレストレスが 30kgf/cm^2 の場合の最大耐力には大きな差が見受けられないことから、接合キーの配置位置の影響をプレストレスの効果が軽減していると思われる。



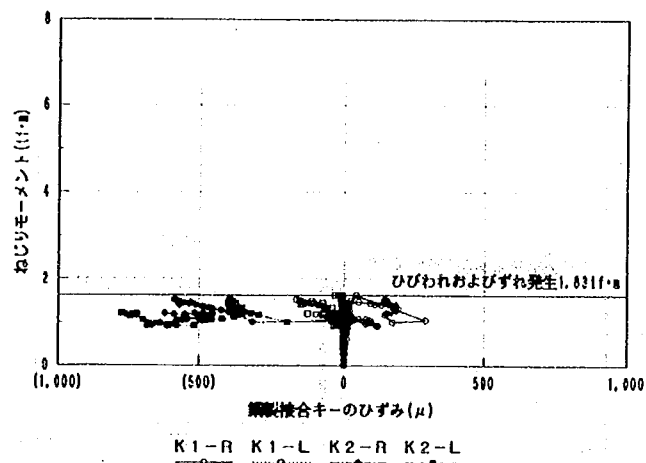
No.7 BP-K- 0-13



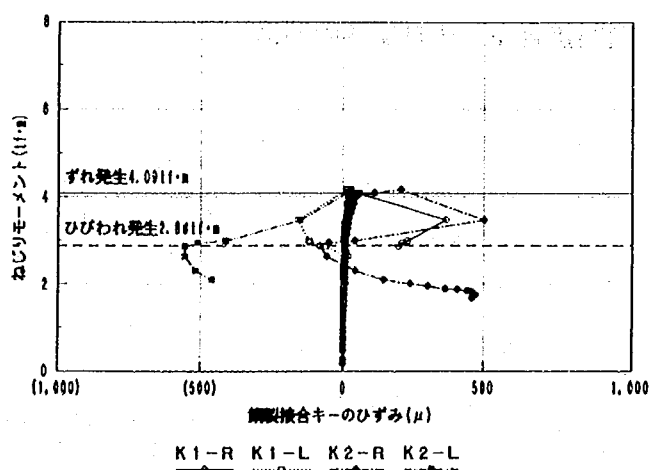
No.8 BP-K-30-13



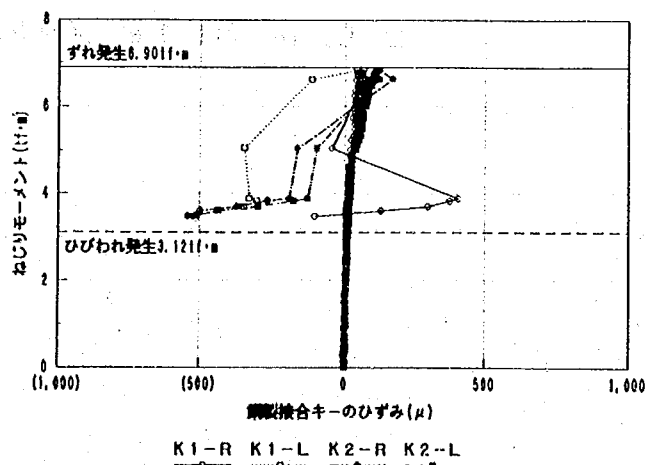
No.9 BP-K-60-13



No.10 BP-S- 0-16

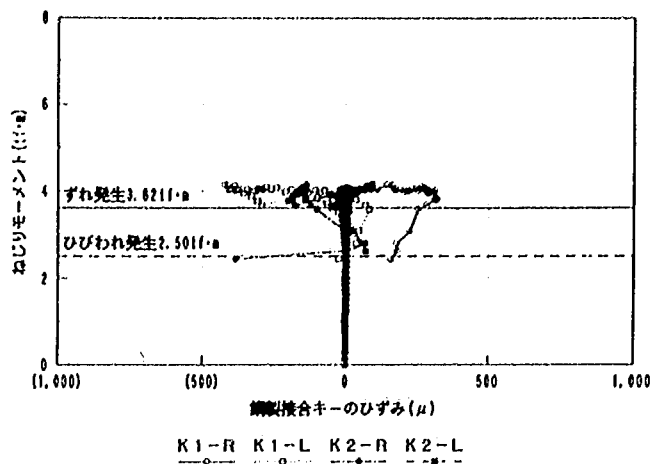


No.11 BP-S-30-16

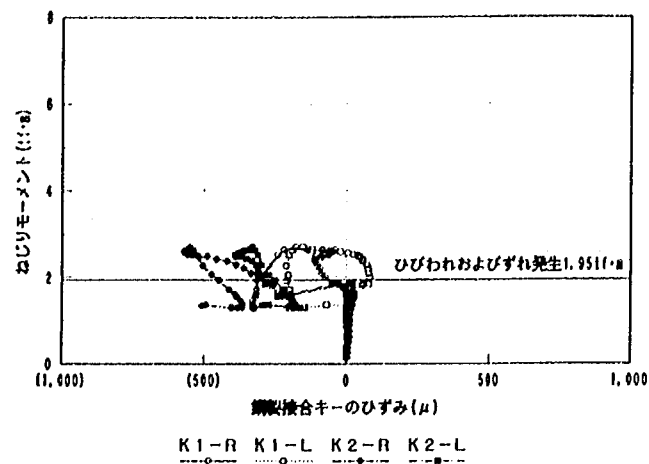


No.12 BP-S-60-16

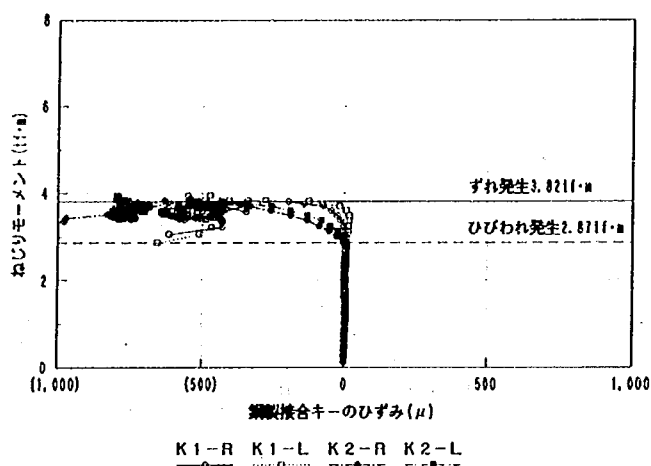
図-3.2.16 ねじりモーメントと鋼製接合キーのひずみの関係



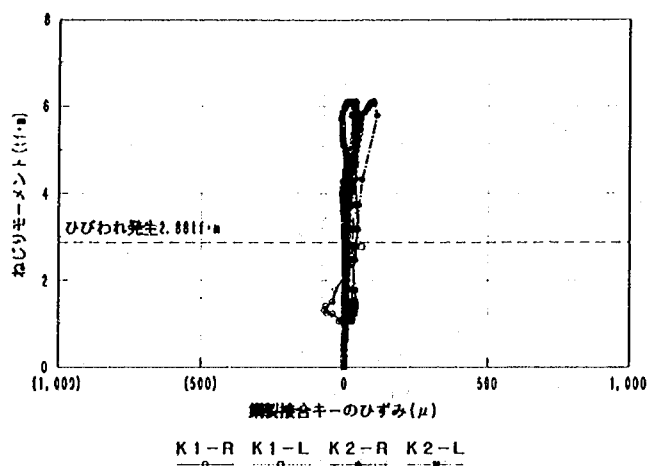
No.13 BP-K- E-13



No.14 BS-K- 0-13



No.15 BS-K-30-13



No.16 BS-K-60-13

図-3.2.16 ねじりモーメントと鋼製接合キーのひずみの関係

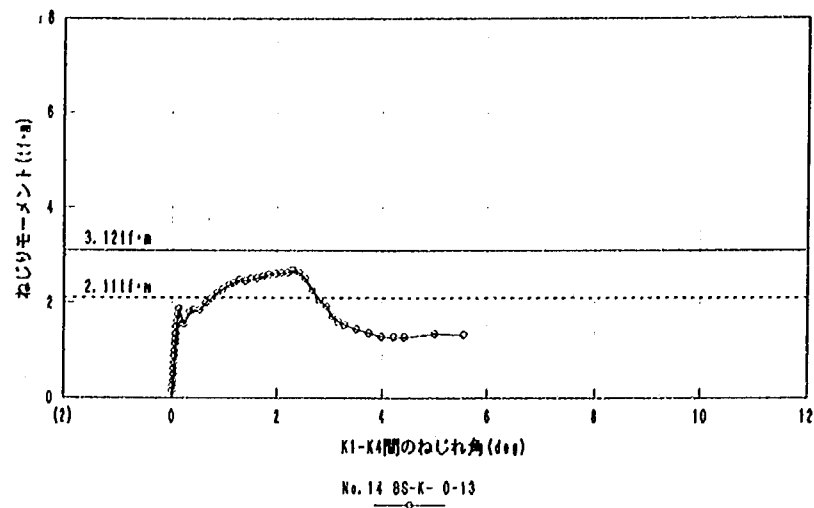


図-3.2.17 No.14 BS-K-0-13のねじりモーメントとねじれ角の関係

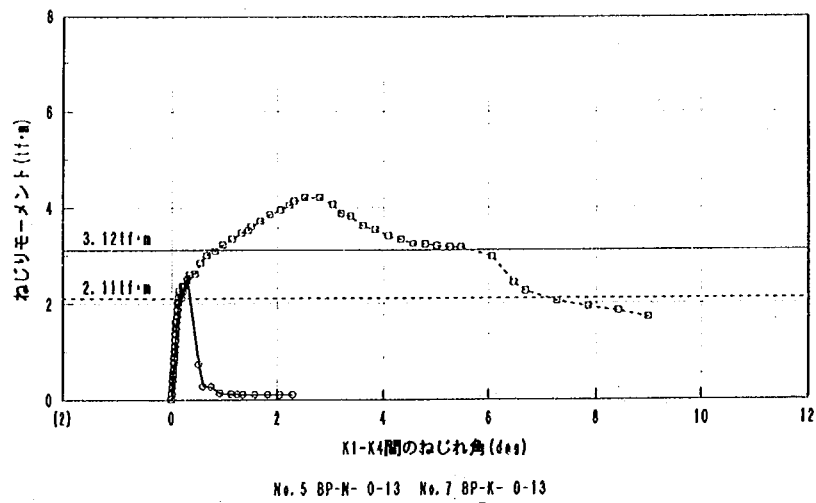


図-3.2.18 鋼製接合キーの効果 (プレストレス0 kgf/cm^2)

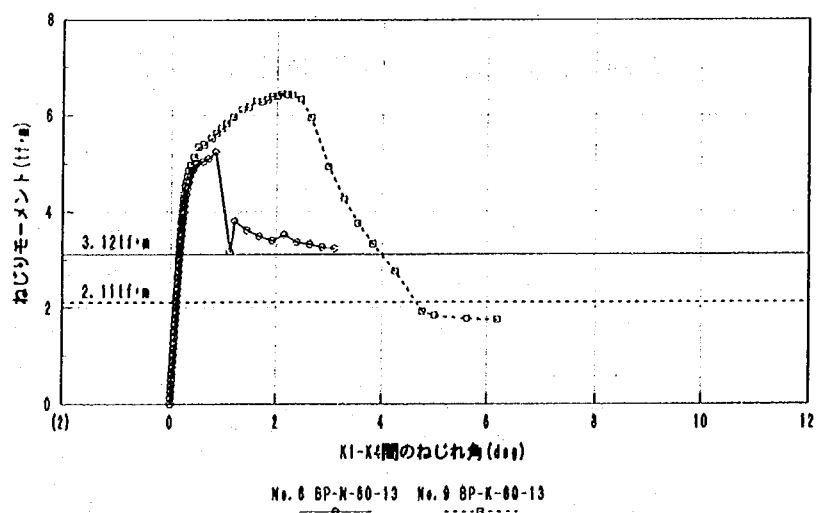
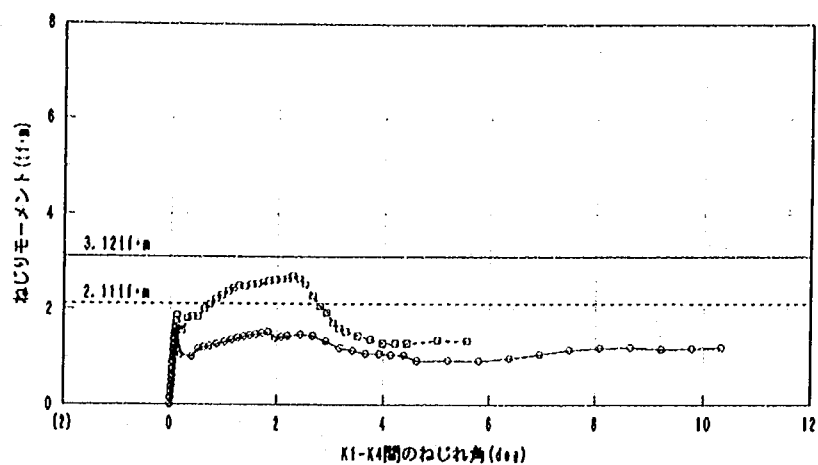
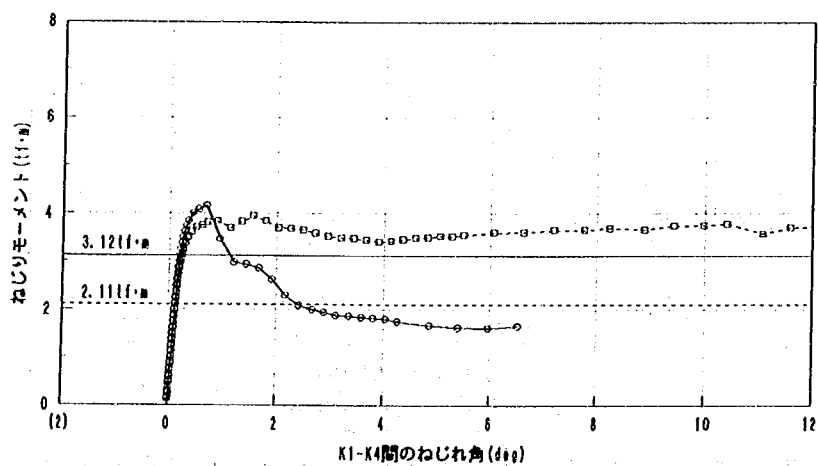


図-3.2.19 鋼製接合キーの効果 (プレストレス60 kgf/cm^2)



(a) プレストレス 0 kgf/cm²



(b) プレストレス 30 kgf/cm²

図-3.2.20 鋼製接合キーの配置位置による影響

3.2.6 プレストレス偏心の影響

実橋におけるプレストレスのほとんどは偏心分布となることから、プレストレスの偏心による影響を明らかにする必要がある。

完全接着、接合キアーアーム300mm、プレストレスを上縁10kgf/cm²、下縁50kgf/cm²、平均30kgf/cm²に偏心分布させた供試体(No.13 BP-K-E-13)と、完全接着、接合キアーアーム300mm、プレストレス30kgf/cm²に一樣分布させた供試体(No.8 BP-K-30-13)のねじりモーメント-ねじれ角の関係を図-3.2.21に示す。

これより、プレストレスの分布が一樣な場合は、ひびわれ発生モーメントが3.02tf・mであるのに対して偏心分布供試体は2.50tf・mであり、0.52tf・mの低下が認められた。また、プレストレスが30kgf/cm²に一樣分布した供試体の継目部にはずれが発生しなかったのに対し、偏心分布供試体では、プレストレスの導入量が10kgf/cm²の部分よりずれが発生した。破壊の性状も、前者がコンクリートの圧壊によって耐力が低下したのに対し、後者は接合キアー周辺のコンクリートの押抜きせん断破壊によって耐力が低下した。このため、最大耐力は、プレストレスが一樣に分布した供試体が5.64tf・mであるのに対して、偏心分布供試体は4.21tf・mと小さくなった。しかし、偏心分布供試体のずれ発生モーメントは、3.73tf・mであり、道示より得られたスターラップの降伏時のモーメント(2.11tf・m)およびコンクリートのせん断応力度の最大値より得られたモーメント(3.12tf・m)より大きな値となった。

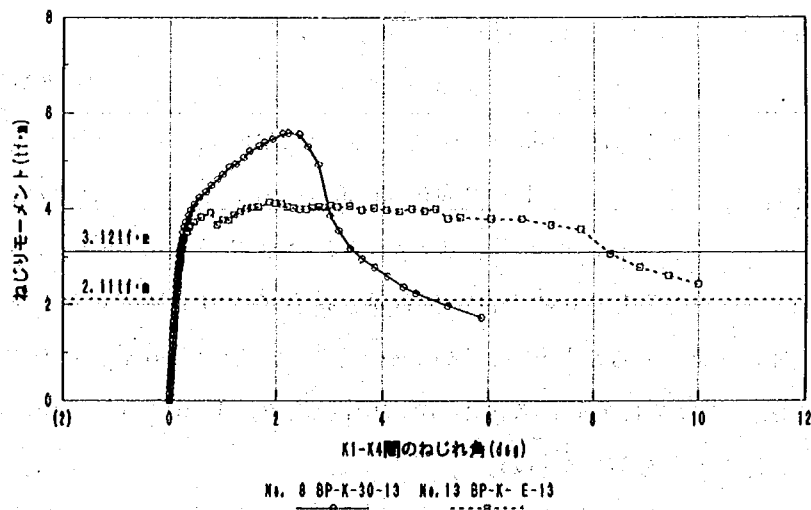


図-3.2.21 プレストレス偏心分布の影響

3.3 考 察

供試体の各接合状態において、プレストレスが継目部のずれに及ぼす効果は、3.2.2 プレストレスの効果で述べたとおりである。ここでは、ずれ発生の有無に着目して主要な荷重段階に対するプレストレスの効果を検討する。

表-3.3.1に各荷重段階におけるねじりモーメントとコンクリートのせん断応力度を示す。ひびわれ発生時のA点は、3.2.2 プレストレスの効果で述べた値である。また、ねじれ角が1deg時の値は、傾斜計K1-K4間のねじれ角が1deg程度となったときであり、供試体にはすでにひびわれが発生しており、ひびわれ後の剛性がほぼ一定となっている状態である。ここで、最大耐力およびねじれ角が1deg時の()内の数値は、その時点で継目部にずれが発生していることを示す。これより、ひびわれ発生時およびずれが発生しなかった供試体の最大耐力時とねじれ角1deg時についてのねじりによるコンクリートのせん断応力度とプレストレスの関係を図-3.3.1に示す。直線の傾きは、プレストレスによる耐力増加係数と考える。

ひびわれ発生時のプレストレスによる耐力増加係数は実測値で0.59となり、コンクリートのせん断応力度より算出した斜引張応力度は、プレストレス量0,30,60kgf/cm²でそれぞれ37.8,42.5,49.1kgf/cm²となった。これは、道示に規定された斜引張ひびわれを生じさせないためのコンクリートの許容斜引張応力度12kgf/cm²に対してそれぞれ、3.2,3.5,4.1倍となっている。同様に、A点のプレストレスによる耐力増加係数は0.66であり、プレストレス量0,30,60kgf/cm²での斜引張応力度は34.6,41.3,49.1kgf/cm²、ひびわれ発生に対する安全率はそれぞれ、2.9,3.4,4.2倍となった。

以上より、斜引張ひびわれの発生については、ブロック構造に対しても道示の規定による照査を行えば十分であると考えられる。

つぎに、ずれが発生しなかった供試体の最大耐力について考察する。プレストレスによる耐力増加係数は0.64、プレストレス量が0,30,60kgf/cm²でのコンクリートのせん断応力度は、それぞれ85.7,104.9,124.1kgf/cm²となった。これに対して、道示より算定したスターラップ降伏時のねじりモーメントによるコンクリートのせん断応力度は40.9kgf/cm²、コンクリートに圧壊が生じないように規定されたコンクリートのせん断応力度は60kgf/cm²である。供試体は、スターラップ降伏時のコンクリートのせん断応力度に対しては、プレストレス量0,30,60kgf/cm²についてそれぞれ、2.1,2.6,3.0倍と大きな耐力を有し、コンクリートに圧壊を生じさせない規定値に対しても同様に、1.4,1.7,2.1倍の耐力となった。継目部にずれが発生しない場合は、接着剤、接合キーおよびプレストレスが効果的にねじりを伝達して耐力を向上させていることから、ブロック構造に対しても道示規定の適用が十分可能と思われる。ねじれ角が1deg時のプレストレスによる耐力増加係数は0.76であり、ひびわれ発生時および最大耐力時と比較して若干大きな値となった。

つぎに、ずれが発生した供試体のずれ発生時と最大耐力時のねじりモーメントによるコンクリートのせん断応力度とプレストレスの関係を図-3.3.2に示す。ここで、3.2.1 主ひずみ分布、ひびわれ発生状況および破壊形態で述べたように、完全接着、接合キーアーム200mm、プレストレス60kgf/cm²(No.12

BP-S-60-16)の供試体のずれ性状は、他の供試体と異なることから削除した。

ずれ発生時およびずれ発生後のプレストレスによる摩擦係数はともに1.03程度、ずれ発生時の切片によって表される継目部の耐力は40.9kgf/cm²程度となった。継目部にずれが生じた後の最大耐力時のコンクリートのせん断応力度は、プレストレス0,30,60kgf/cm²で、それぞれ46.3,77.2,108.2kgf/cm²となり、道示より算定したスターラップ降伏時のコンクリートのせん断応力度(40.9kgf/cm²)と比較すると、プレストレス0,30,60kgf/cm²についてそれぞれ、1.1,1.9,2.6倍、道示で規定されたコンクリートのせん断応力度の最大値(60kgf/cm²)に対しては、同様に0.8,1.3,1.8倍程度の耐力となっている。これより、鉄筋量をスターラップの降伏と同時にコンクリートの圧壊が起こる程度まで増加させた場合でも、プレストレスを13.3kgf/cm²以上導入することによって道示の規定を上回る。

表-3.3.1 荷重段階におけるねじりモーメントとコンクリートのせん断応力度

項 目		ねじりモーメント(tf・m)			コンクリートのせん断応力度(kgf/cm ²)		
プレストレス		0kgf/cm ²	30kgf/cm ²	60kgf/cm ²	0kgf/cm ²	30kgf/cm ²	60kgf/cm ²
ひびわれ 発生 実測値	MC-N	1.88	2.88	4.13	36.5	55.9	80.1
	MD-N	—	—	4.25	—	—	82.5
	BP-N	2.11	—	4.24	40.9	—	82.3
	BP-K	2.27	3.24	4.12	44.0	62.9	79.9
	BP-S	1.63	2.88	3.12	31.6	55.9	60.5
	BP-E	—	2.50	—	—	48.5	—
	BS-K	1.95	2.87	2.88	37.8	55.7	55.9
ひびわれ 発生 A 点	MC-N	1.62	3.11	3.69	31.4	60.3	71.6
	MD-N	—	—	4.12	—	—	79.9
	BP-N	1.88	—	3.80	36.5	—	73.7
	BP-K	2.25	3.14	4.15	43.7	60.9	80.5
	BP-S	1.30	2.85	3.53	25.2	55.3	68.5
	BP-E	—	2.95	—	—	57.2	—
	BS-K	1.47	2.72	3.19	28.5	52.8	61.9
ずれ発生	MC-N	—	—	—	—	—	—
	MD-N	—	—	—	—	—	—
	BP-N	2.52	—	5.05	48.9	—	98.0
	BP-K	—	—	—	—	—	—
	BP-S	1.63	4.09	6.90	31.6	79.3	133.9
	BP-E	—	3.62	—	—	70.2	—
	BS-K	1.95	3.82	—	37.8	74.1	—
最大耐力	MC-N	4.43	5.39	6.27	85.9	104.6	121.6
	MD-N	—	—	—	—	—	127.8
	BP-N	(2.52)	—	(5.29)	(48.9)	—	(102.6)
	BP-K	4.30	5.64	6.48	83.4	109.4	125.7
	BP-S	(1.63)	(4.25)	(6.90)	(31.6)	(82.5)	(133.9)
	BP-E	—	(4.21)	—	—	(81.7)	—
	BS-K	(2.72)	(4.04)	6.15	(52.8)	(78.4)	119.3
傾斜計 K1-K4間 1deg回転	MC-N	3.53	4.49	5.43	65.0	87.0	105.3
	MD-N	—	—	5.73	—	—	111.2
	BP-N	(0.14)	—	(3.17)	(2.7)	—	(61.4)
	BP-K	3.23	4.73	5.83	62.6	91.8	113.1
	BP-S	(1.32)	(3.46)	5.86	(25.5)	(67.1)	113.6
	BP-E	—	(3.87)	—	—	(73.2)	—
	BS-K	(2.29)	(3.84)	5.74	(44.3)	(74.4)	106.1

()内は、ずれが発生している供試体

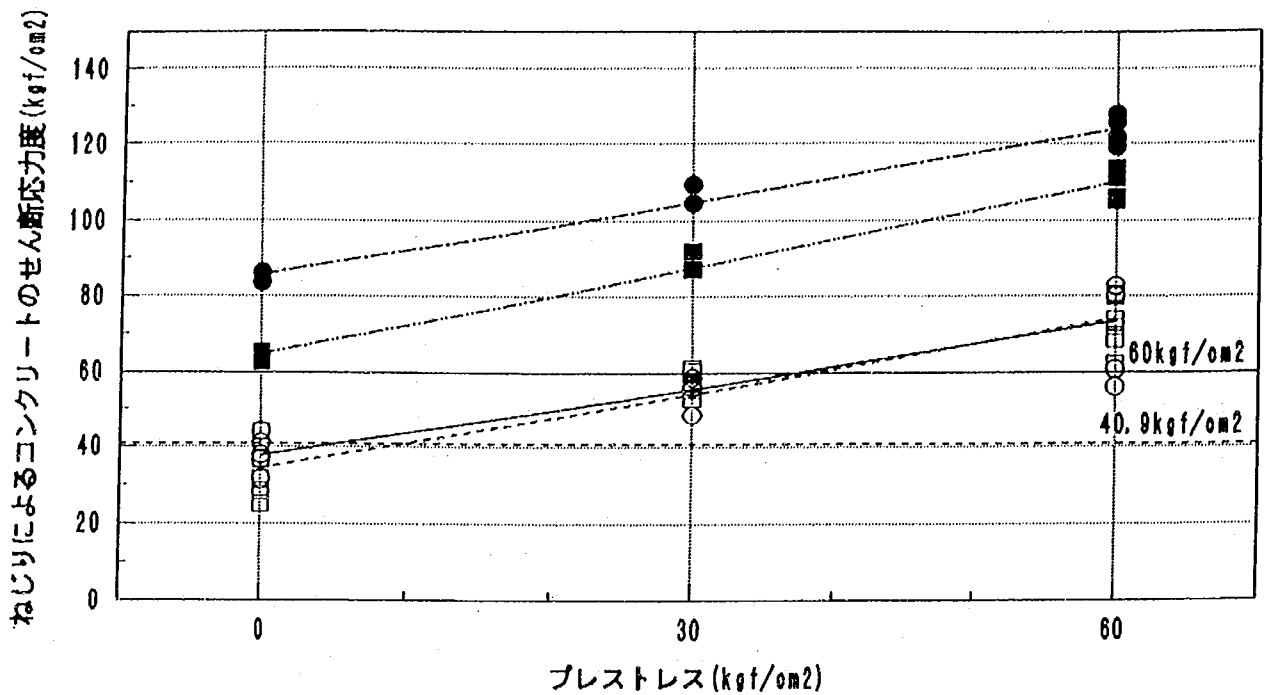


図-3.3.1 ねじりモーメントによるコンクリートのせん断応力度とプレストレスの関係 (ずれ無し)

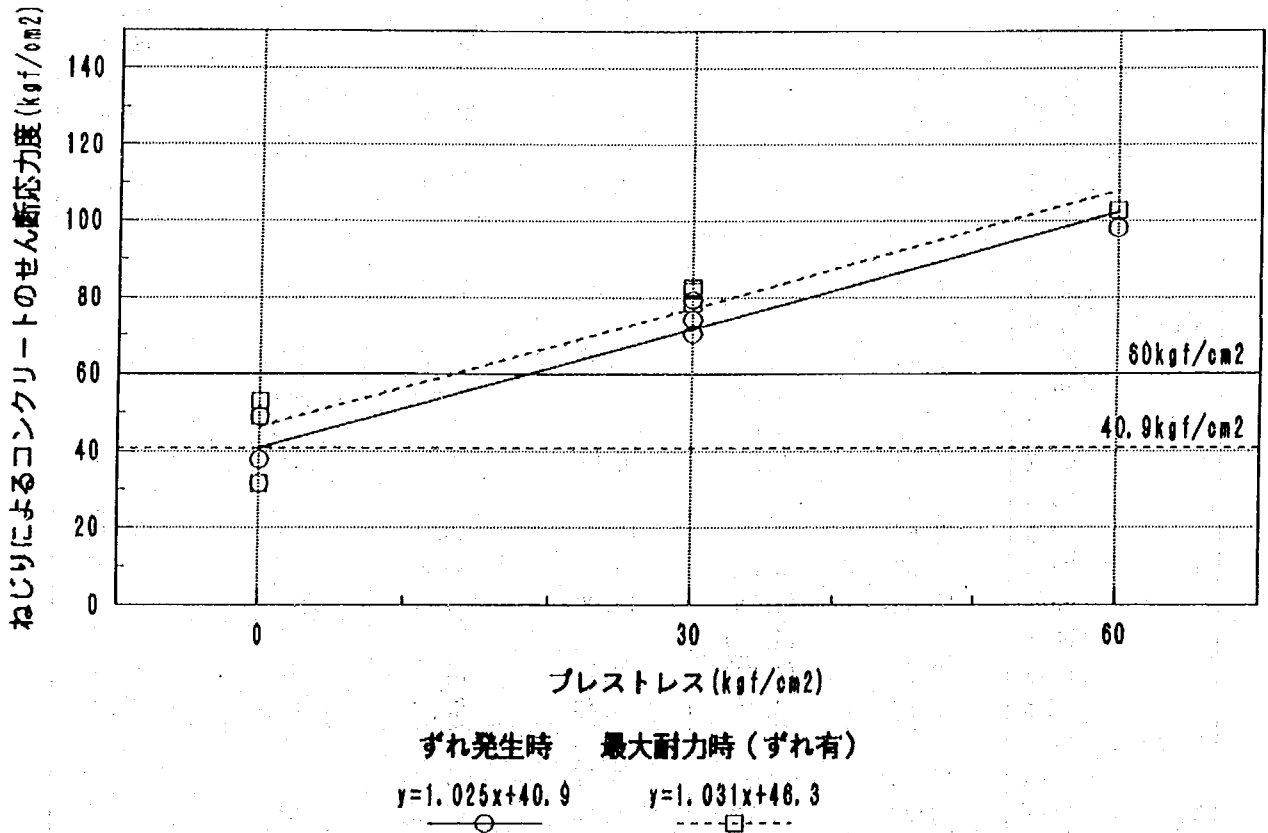


図-3.3.2 ねじりモーメントによるコンクリートのせん断応力度とプレストレスの関係 (ずれ有り)

3.4 まとめ

本研究では、ポストテンションTげた橋の継目部のねじり伝達機構およびねじり耐力を明らかにするために、プレストレス、接着剤、軸方向鉄筋および接合キーの効果を純ねじり試験によって検討した。得られた結果をまとめると以下のとおりである。

- ①プレストレスは、ひびわれおよび継目部のずれ発生の抑制、最大耐力の向上に有効に作用する。
- ②接合キー、接着剤およびプレストレスは、継目部のねじり伝達に有効に作用している。
- ③軸方向鉄筋の不連続性の影響は、最大耐力に達するまではあまり見られなかった。
- ④接合キーを有する継目部にずれが発生した場合は、接合キー周辺のコンクリートに押抜きせん断破壊が生じる。
- ⑤プレストレスによる耐力の増加は、 $y=ax+b$ で表わすことが可能であり、傾き a によって示される耐力増加係数（プレストレスによる摩擦係数）および切片 b で示されるプレストレスを導入しない場合の耐力は、ひびわれ発生時で0.59および37.8kgf/cm²、ずれが発生しない場合の最大耐力時で0.64および85.7kgf/cm²、ずれ発生時で1.03および40.9kgf/cm²、ずれ発生後の最大耐力時で1.03および46.3kgf/cm²程度となった。
- ⑥接着剤、接合キーおよびプレストレスを適切に用いることにより継目部が十分な耐力を有していれば、ブロック構造においても継目部にずれは発生せず、一体構造とほぼ同等の安全性を有する。

【参考文献】

- 1) 「道路橋示方書・同解説 I 共通編 III コンクリート橋編」、(社)日本道路協会、平成6年2月
- 2) 宮崎 修輔「鉄筋コンクリート部材の諸性状(その7-ねじり)」、コンクリート・ライブラリ 一第34号、土木学会、1972年8月
- 3) 松島 博「ねじりを受けるプレキャストコンクリート接合部材の挙動」、土木学会論文報告集 第328号、1982年12月
- 4) 「PC桁ブロック継目部におけるねじり抵抗に関する研究報告書」、(財)高速道路調査会、昭和60年3月

4. あとがき

平成3年度は、プレキャストブロック橋のポストテンションTげた橋に着目して、鋼製接合キーを用いた継目部のせん断伝達機構を把握するために純せん断実験を行い、プレストレスの効果および鋼製接合キーの耐荷力等を明らかにした。また、平成4年度は、箱げた橋に着目し、コンクリート製接合キーを用いた継目部のせん断伝達機構や破壊形態について実験を行い、プレストレスの効果、補強鉄筋の挙動、接合キーの形状および寸法の効果等を把握した。

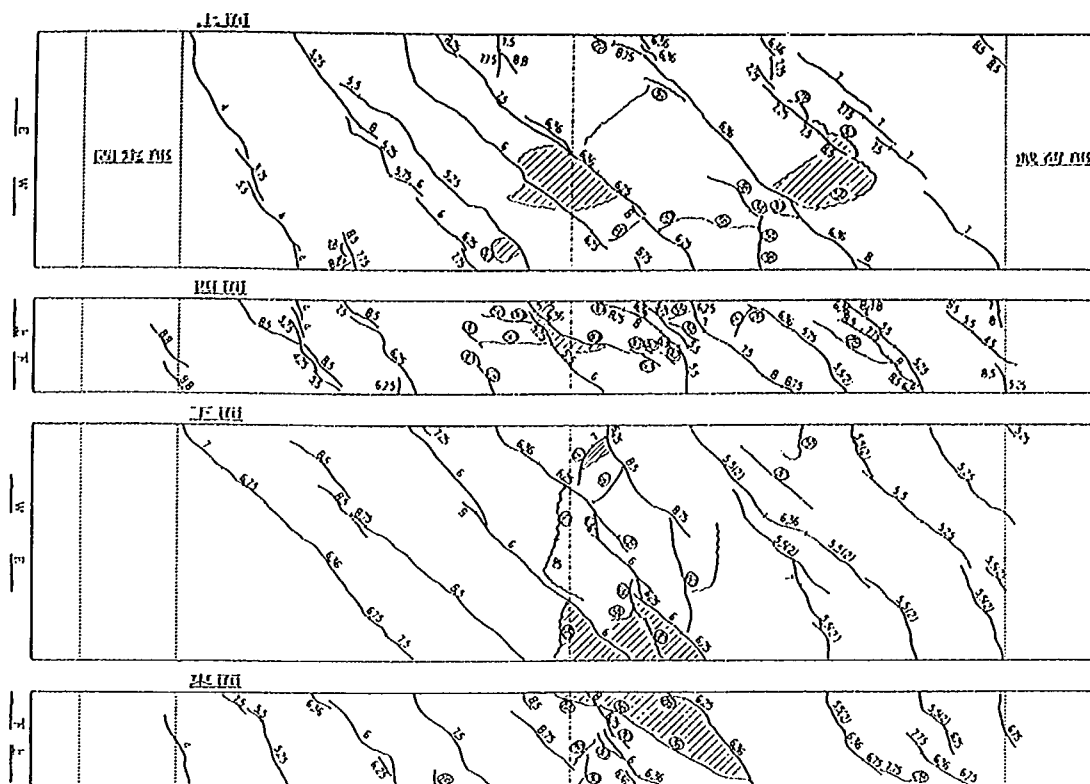
本共同研究の最終年度にあたる平成5年度は、ポストテンションTげた橋に着目し、鋼製接合キーを用いた継目部のねじり伝達機構や耐力を把握するために純ねじり実験を行い、プレストレス、接着剤、軸方向鉄筋および接合キーの効果等を明らかにした。

今後は、これまで得られた結果を踏まえて、プレキャストブロック橋に関する合理的な設計法を確立する予定である。

付 録－１ 実験データ

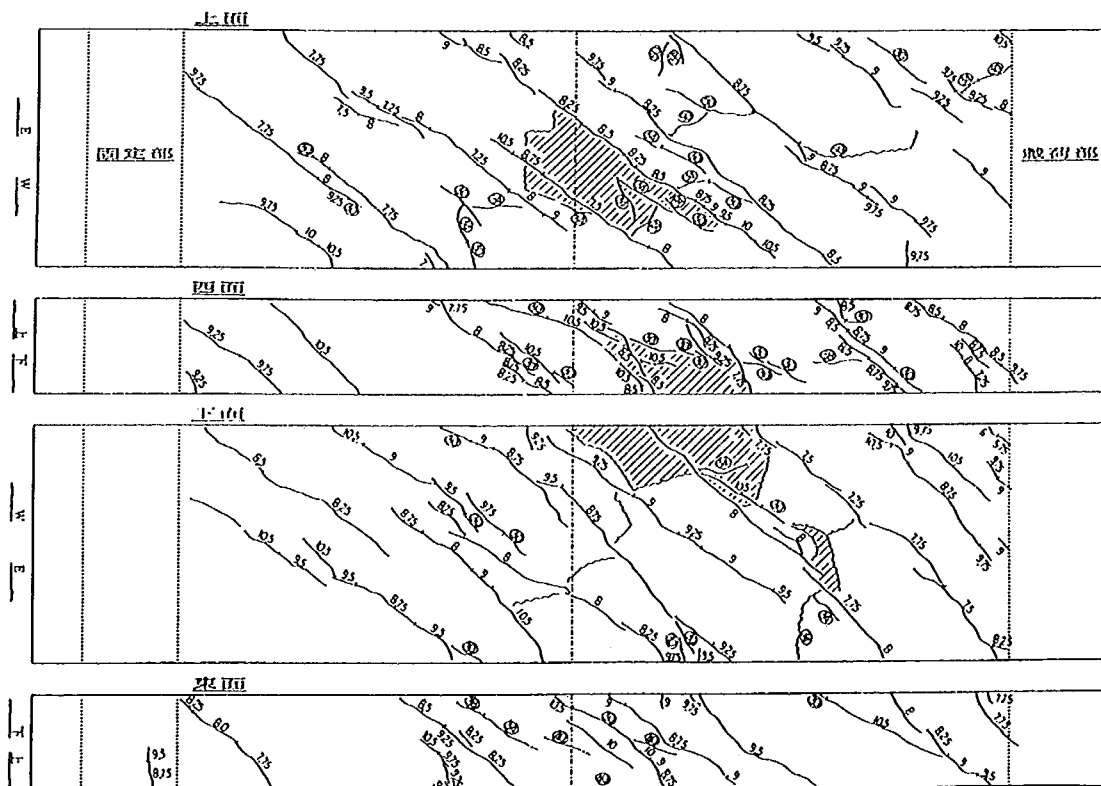
- (1) ひびわれ形状図
- (2) ひびわれ発生点のモデル化
- (3) ずれ量
- (4) 鉄筋のひずみ
- (5) 主ひずみ分布
- (6) 写真（載荷後）

(1) ひびわれ形状図



- 記号・数字 説 明
- 1) 数字のみ: ひびわれ発生荷重(tf)
 - 2) 丸 数 字: ひびわれ発生変位(mm)
 - 3) 破 線: 初期ひびわれ
 - 4) ~~~~~: 圧壊等による浮き上がり
 - 5) ////: 剥離欠落部

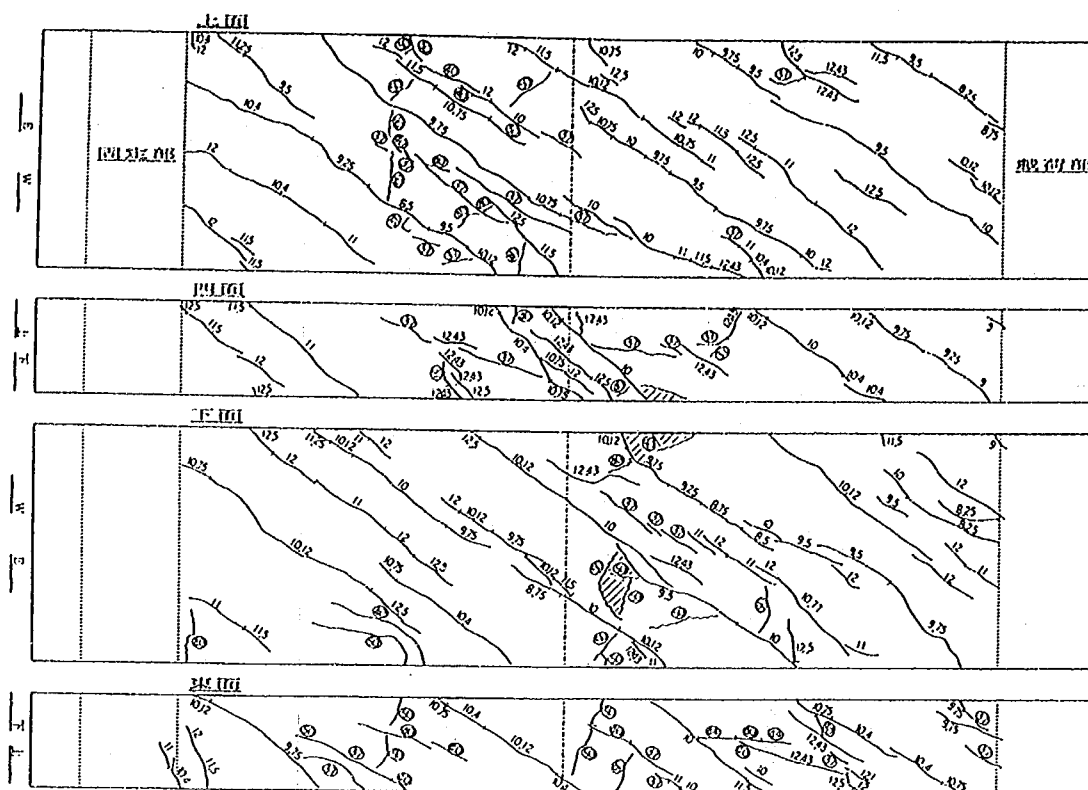
No.1 MC-N- 0-13



- 記号・数字 説 明
- 1) 数字のみ: ひびわれ発生荷重(tf)
 - 2) 丸 数 字: ひびわれ発生変位(mm)
 - 3) 破 線: 初期ひびわれ
 - 4) ~~~~~: 圧壊等による浮き上がり
 - 5) ////: 剥離欠落部

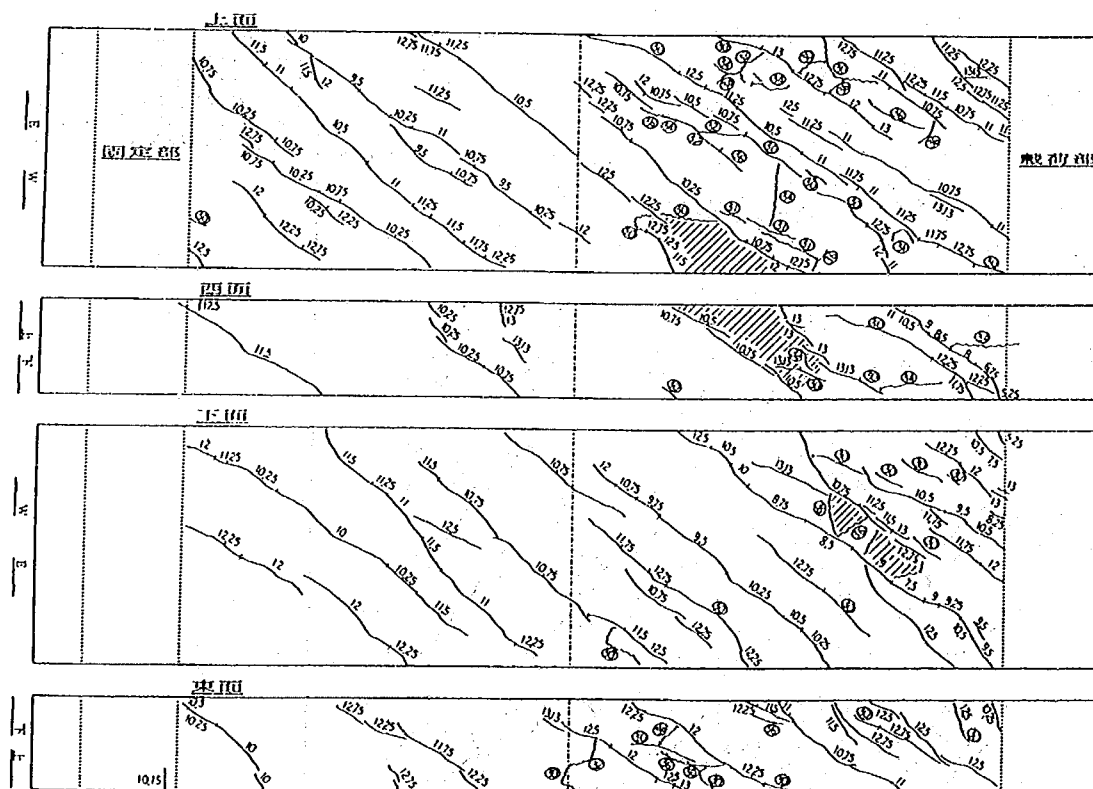
No.2 MC-N-30-13

ひびわれ形状図



- 記号・数字 説明
- 1) 数字のみ: ひびわれ発生荷重 (tf)
 - 2) 丸数字: ひびわれ発生変位 (mm)
 - 3) 破線: 初期ひびわれ
 - 4) ~~~~~: 圧縮等による浮き上がり
 - 5) ////: 剥離欠落部

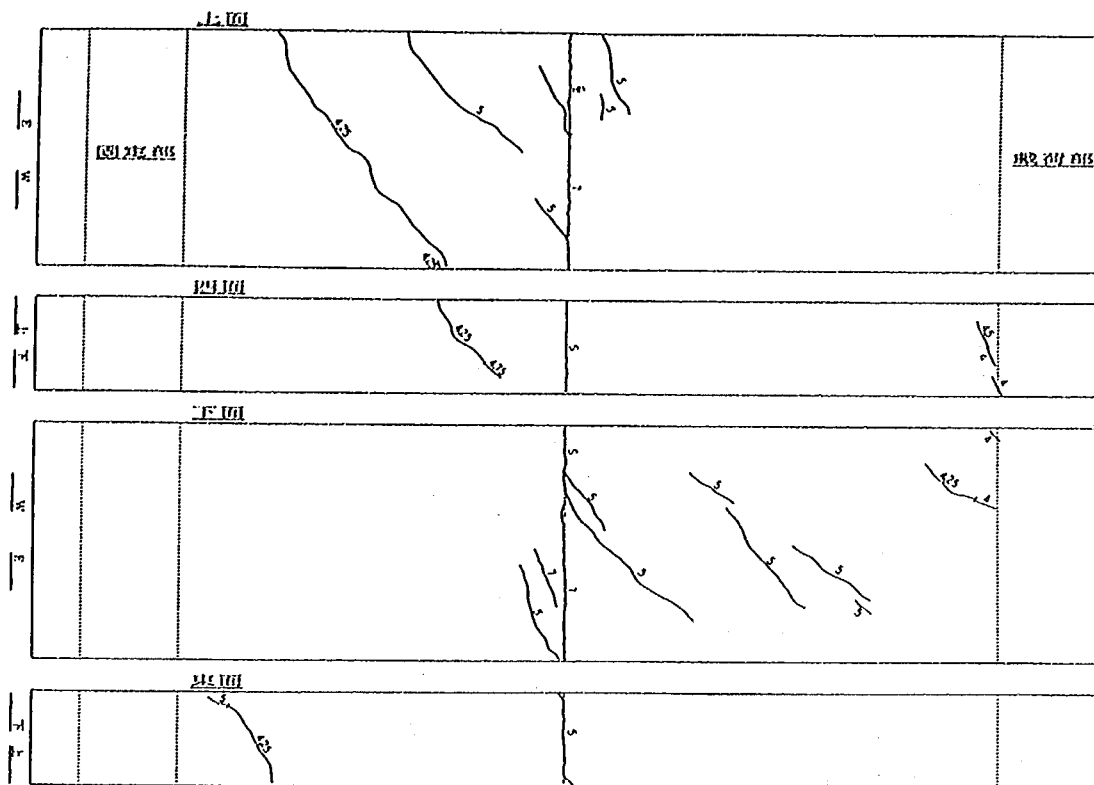
No.3 MC-N-60-13



- 記号・数字 説明
- 1) 数字のみ: ひびわれ発生荷重 (tf)
 - 2) 丸数字: ひびわれ発生変位 (mm)
 - 3) 破線: 初期ひびわれ
 - 4) ~~~~~: 圧縮等による浮き上がり
 - 5) ////: 剥離欠落部

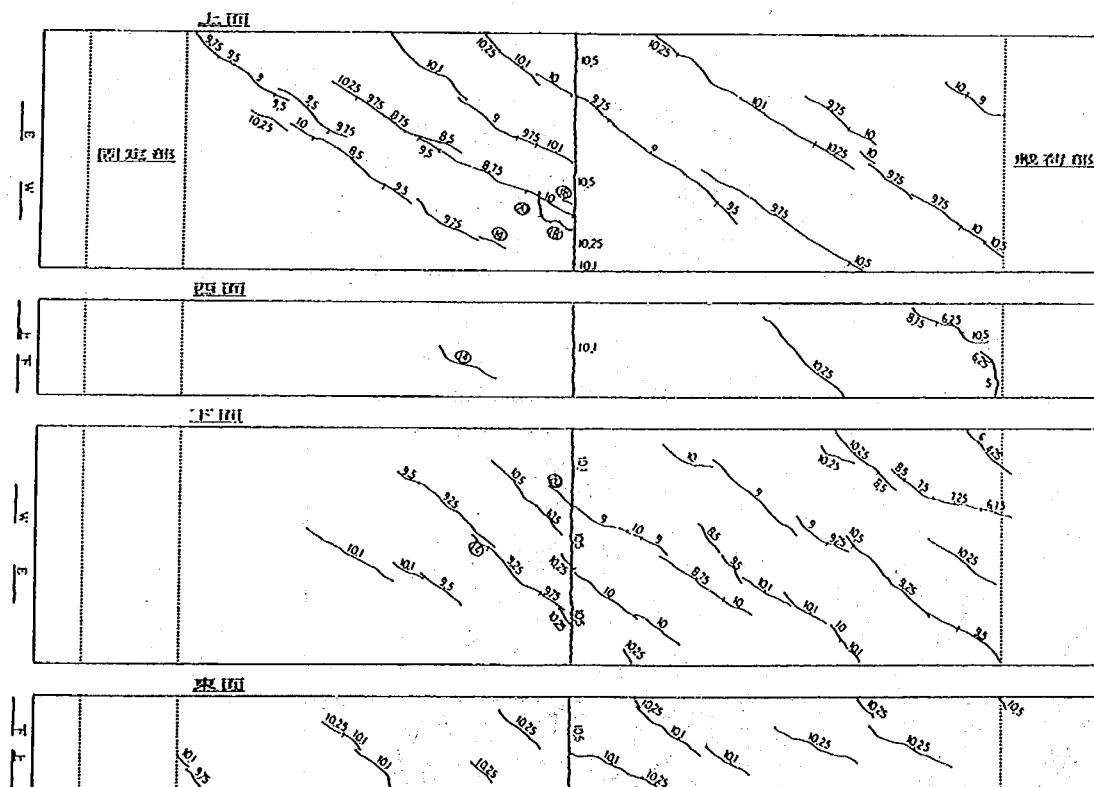
No.4 MD-N-60-13

ひびわれ形状図



- 記号・数字 説明
- 1) 数字のみ: ひびわれ発生荷重 (tf)
 - 2) 丸数字: ひびわれ発生変位 (mm)
 - 3) 破線: 初期ひびわれ
 - 4) ~~~~~: 圧縮等による浮き上がり
 - 5) ////: 剥離欠落部

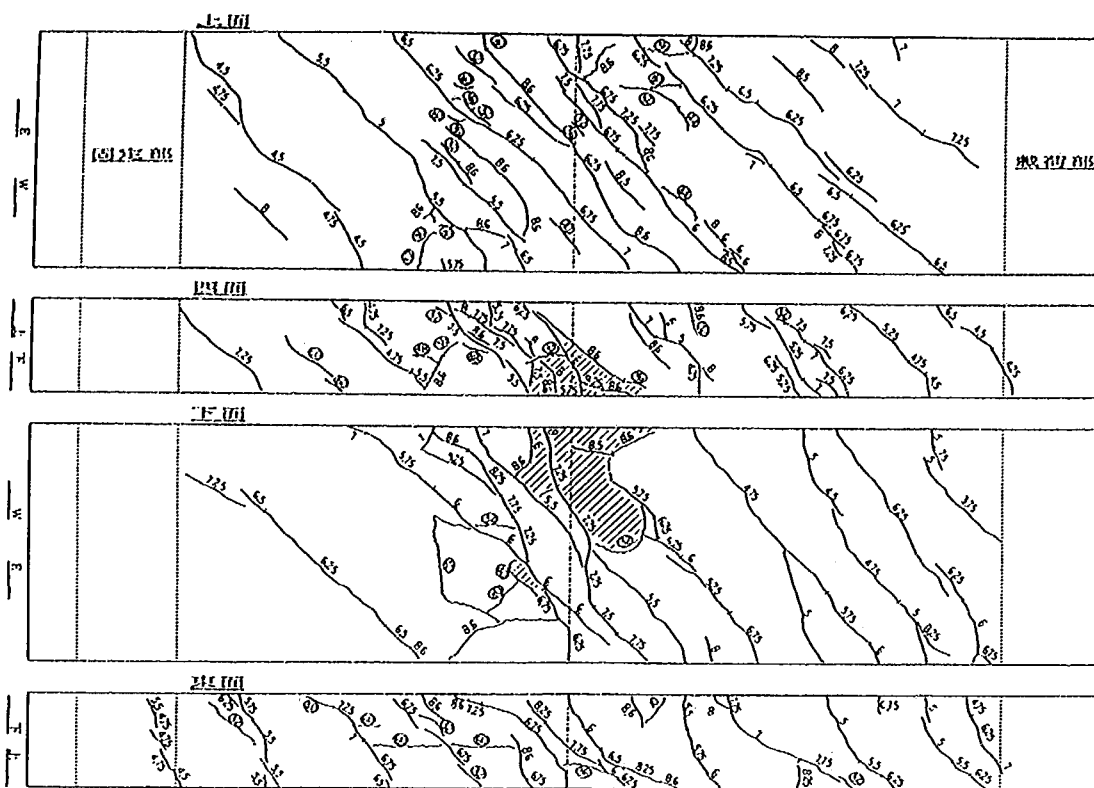
No.5 BP-N- 0-13



- 記号・数字 説明
- 1) 数字のみ: ひびわれ発生荷重 (tf)
 - 2) 丸数字: ひびわれ発生変位 (mm)
 - 3) 破線: 初期ひびわれ
 - 4) ~~~~~: 圧縮等による浮き上がり
 - 5) ////: 剥離欠落部

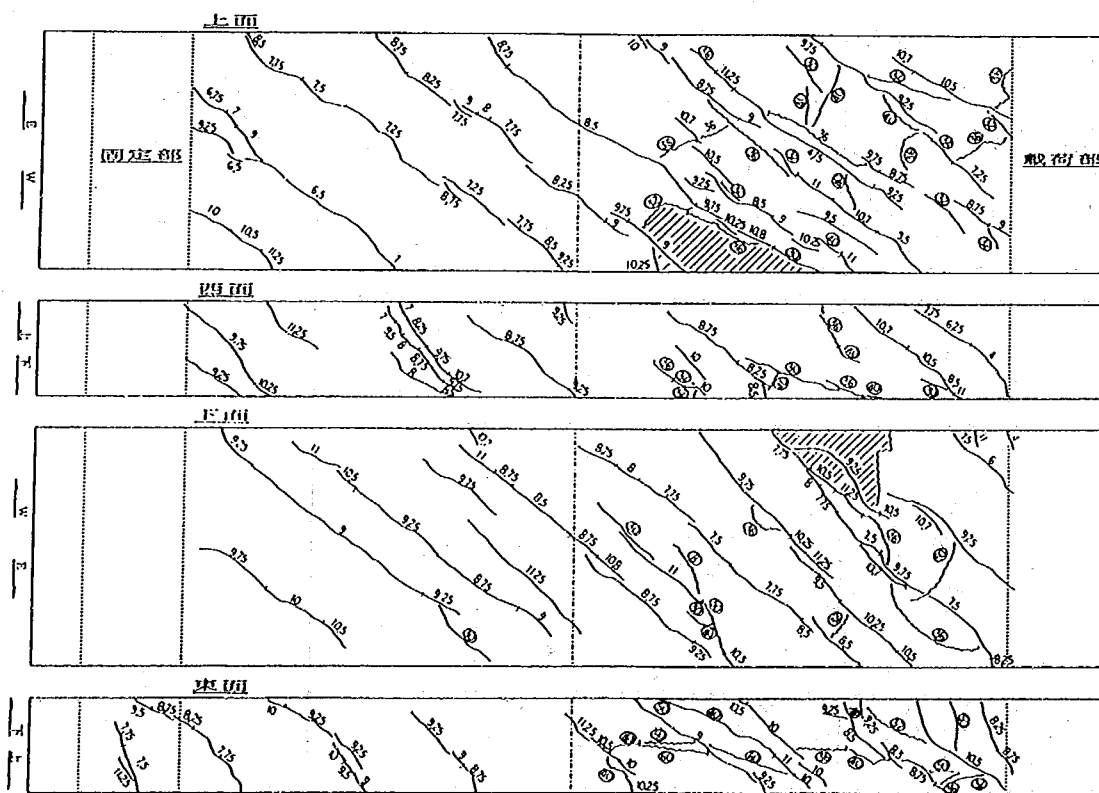
No.6 BP-N-60-13

ひびわれ形状図



- 記号・数字 説 明
- 1) 数字のみ：ひびわれ発生荷重(1f)
 - 2) 丸 数 字：ひびわれ発生変位(mm)
 - 3) 破 線：初期ひびわれ
 - 4) ~~~~~：圧縮等による浮き上がり
 - 5) // // //：剥離欠落部

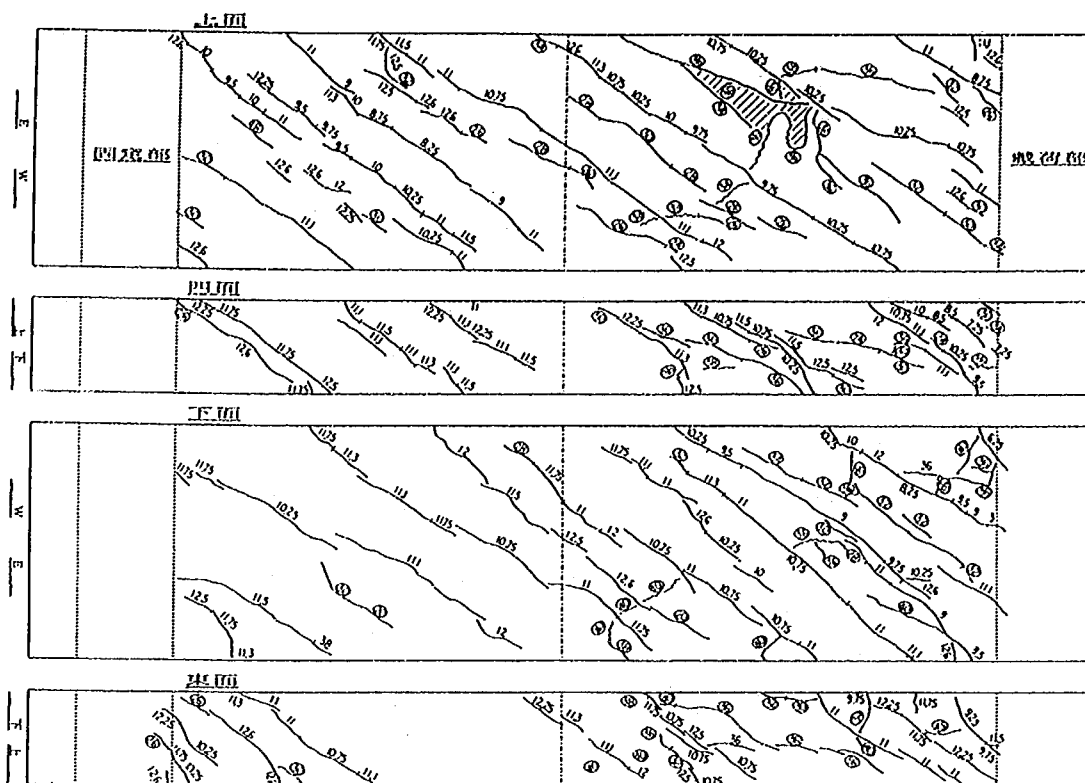
No.7 BP-K- 0-13



- 記号・数字 説 明
- 1) 数字のみ：ひびわれ発生荷重(1f)
 - 2) 丸 数 字：ひびわれ発生変位(mm)
 - 3) 破 線：初期ひびわれ
 - 4) ~~~~~：圧縮等による浮き上がり
 - 5) // // //：剥離欠落部

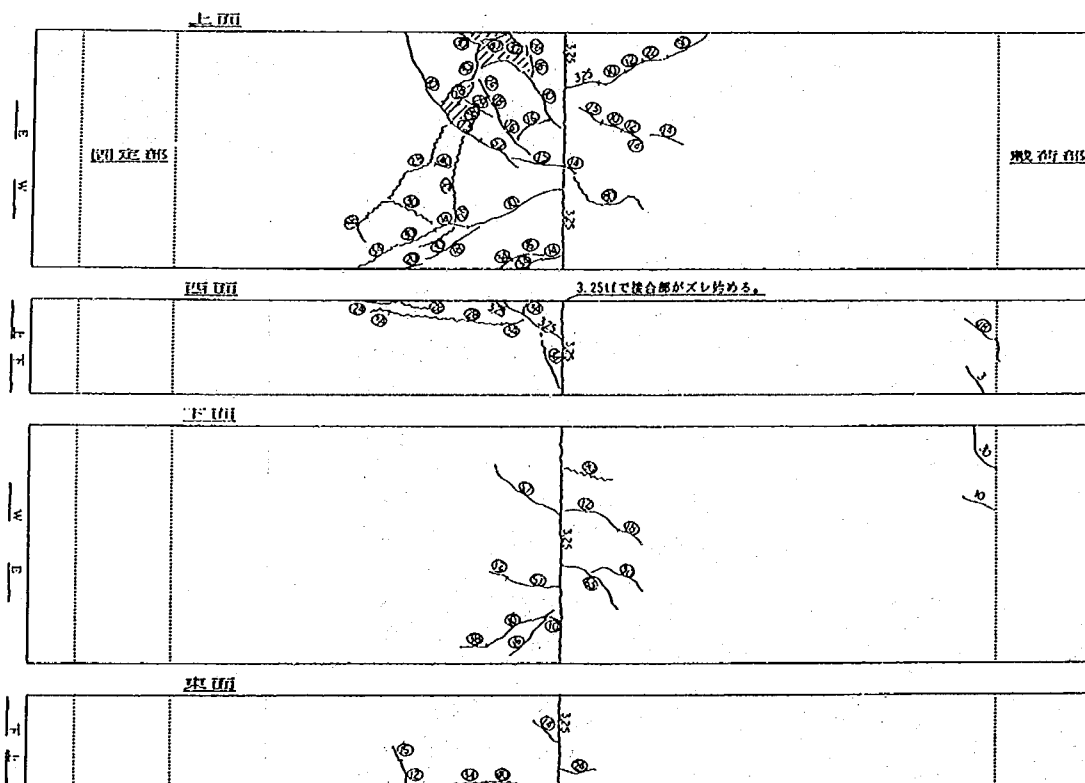
No.8 BP-K-30-13

ひびわれ形状図



- 記号・数字 説明
- 1) 数字のみ: ひびわれ発生荷重(tf)
 - 2) 丸数字: ひびわれ発生変位(mm)
 - 3) 破線: 初期ひびわれ
 - 4) 〰〰〰: 圧縮等による浮き上がり
 - 5) // // //: 剥離欠落部

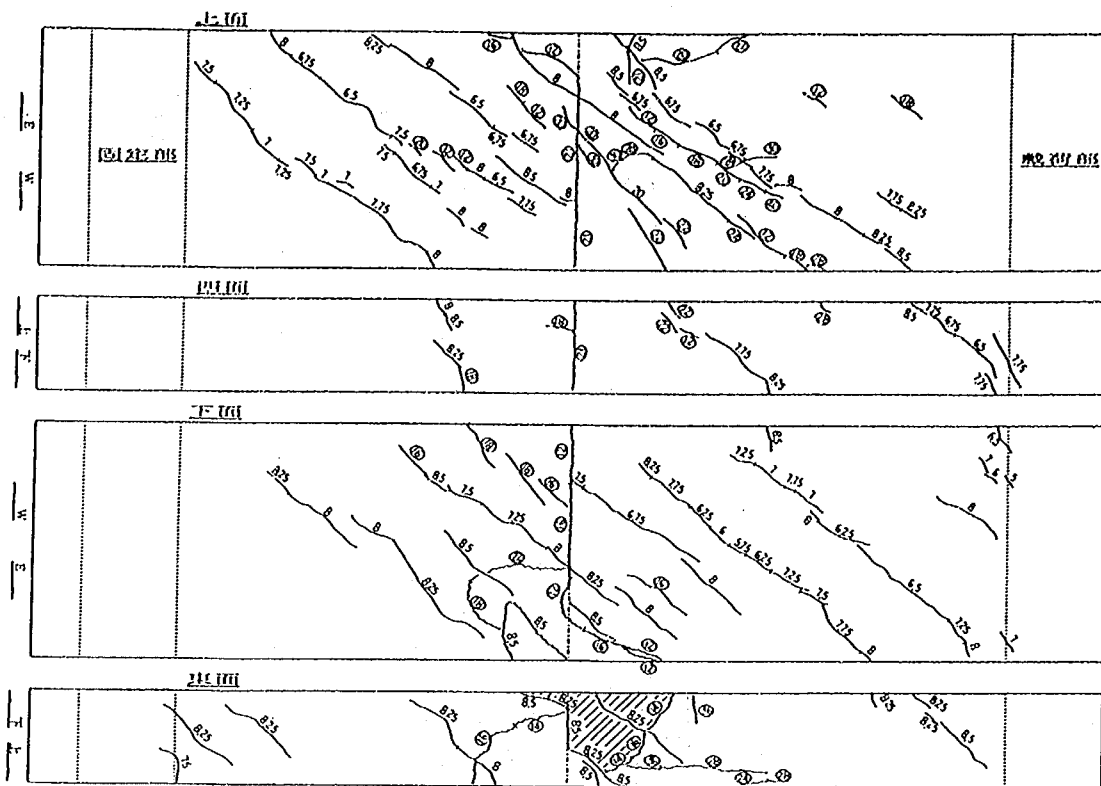
No.9 BP-K-60-13



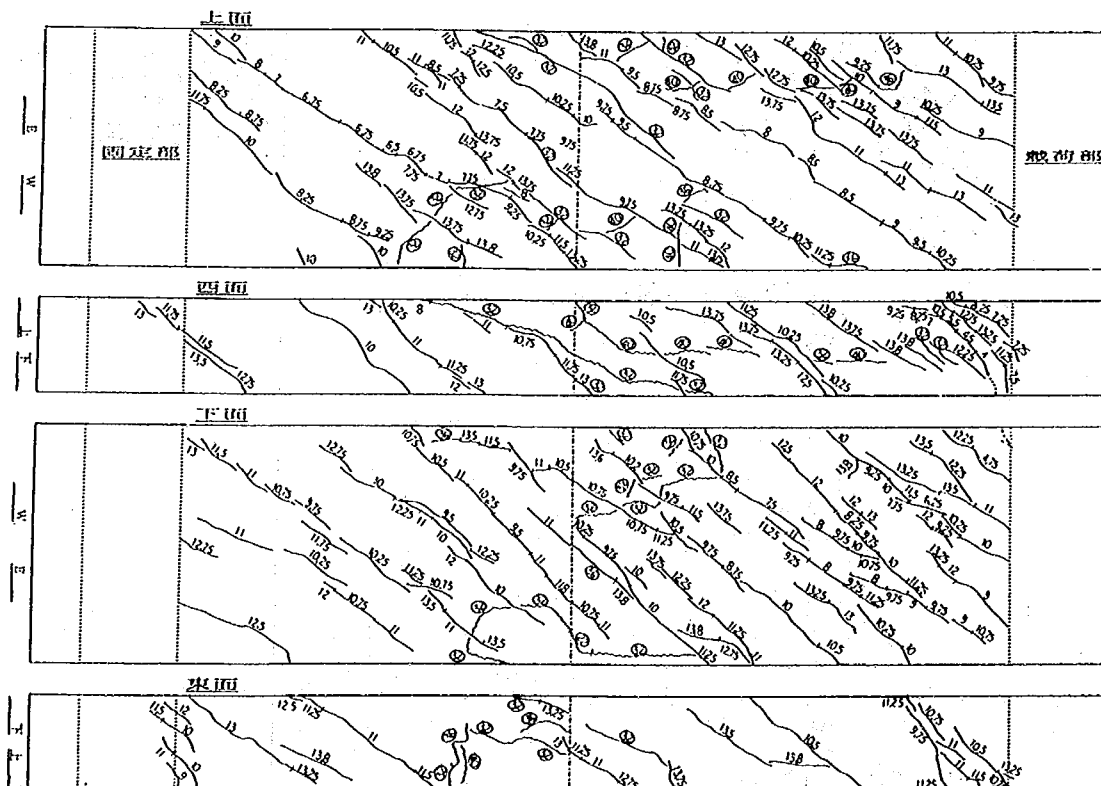
- 記号・数字 説明
- 1) 数字のみ: ひびわれ発生荷重(tf)
 - 2) 丸数字: ひびわれ発生変位(mm)
 - 3) 破線: 初期ひびわれ
 - 4) 〰〰〰: 圧縮等による浮き上がり
 - 5) // // //: 剥離欠落部

No.10 BP-S- 0-16

ひびわれ形状図

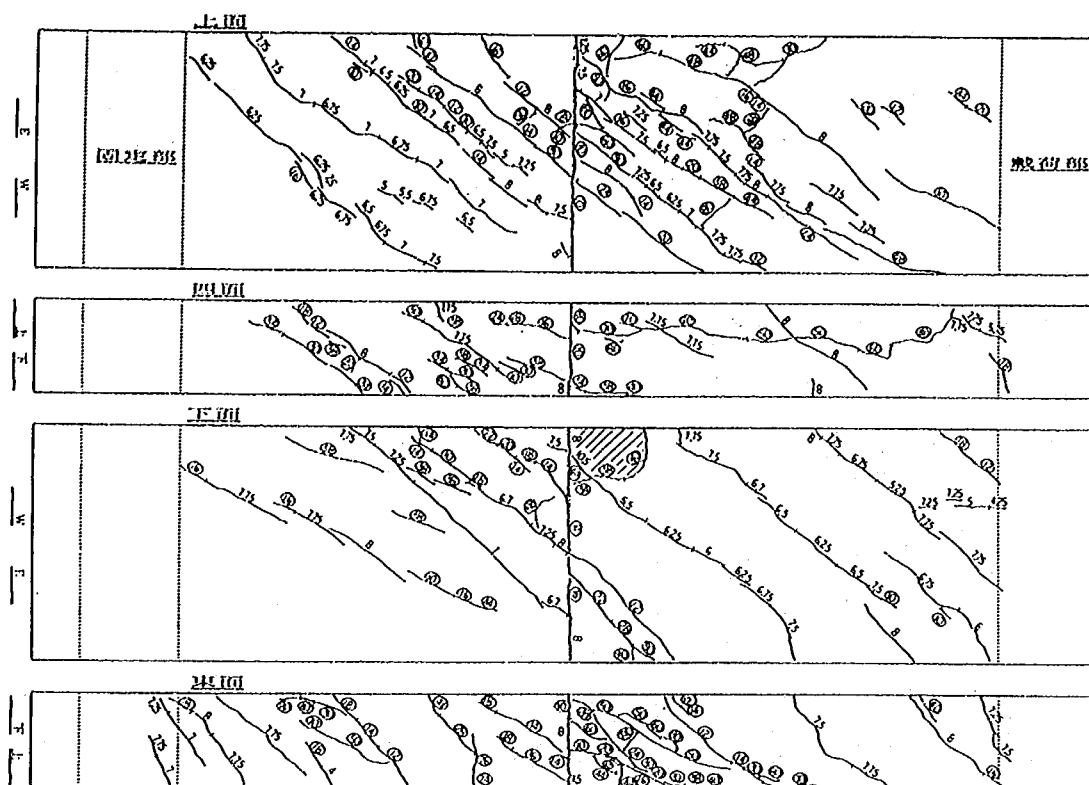


No.11 BP-S-30-16



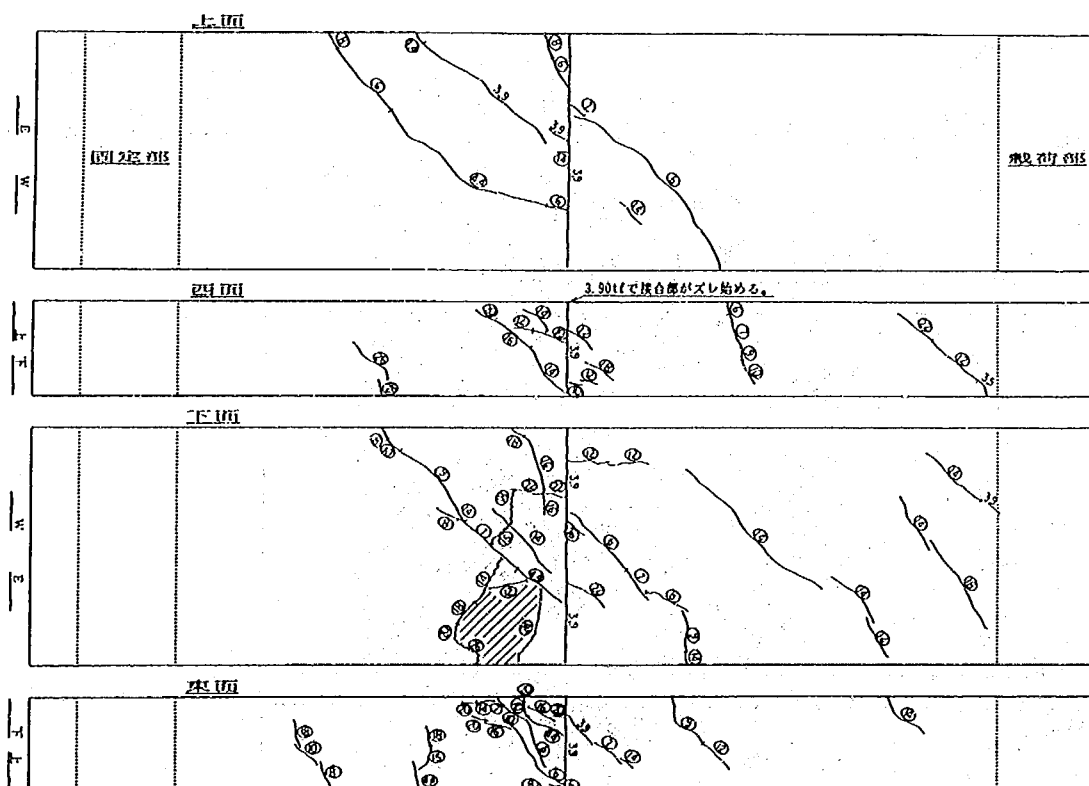
No.12 BP-S-60-16

ひびわれ形状図



記号・数字 説明
 1) 数字のみ: ひびわれ発生荷重 (tf)
 2) 丸数字: ひびわれ発生変位 (mm)
 3) 破線: 初期ひびわれ
 4) ~~~~~: 圧縮等による浮き上がり
 5) ////: 剥離欠落部

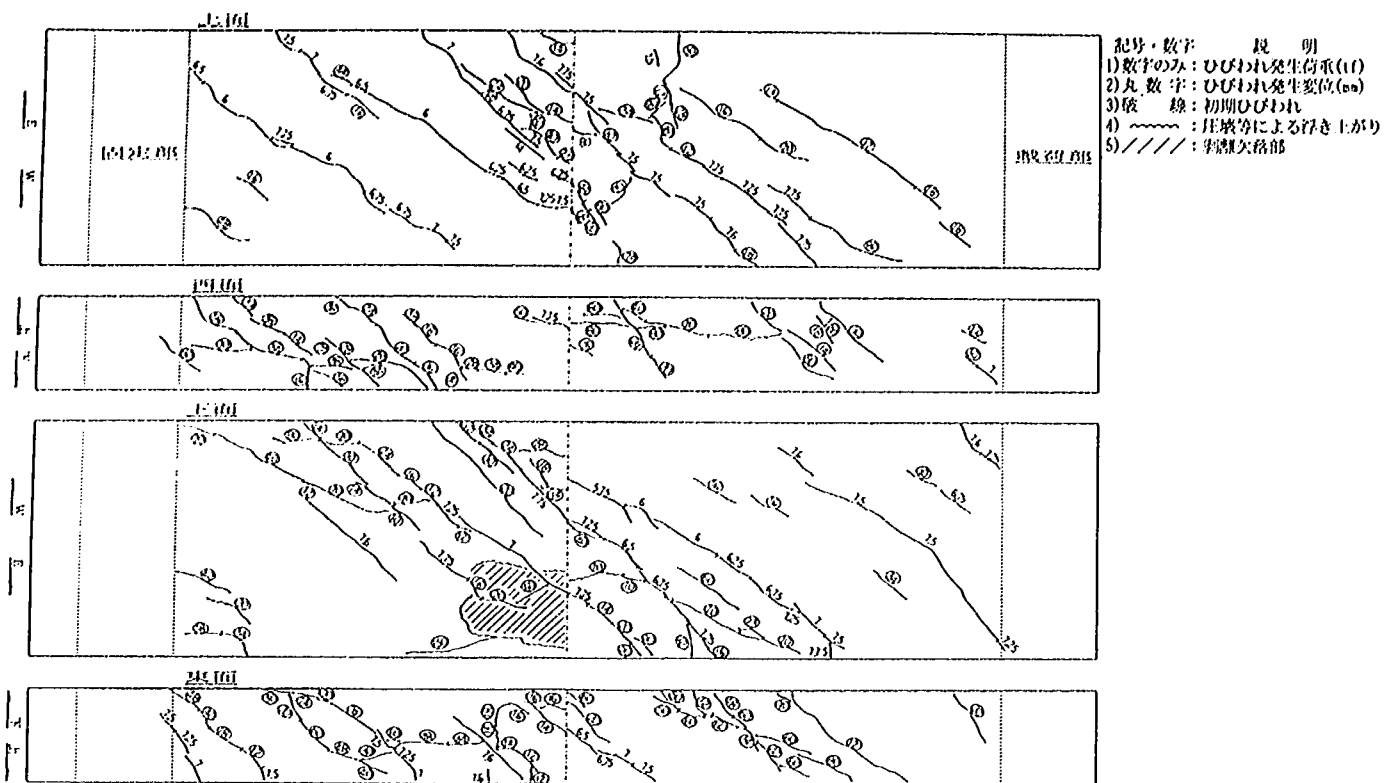
No.13 BP-K- E-13



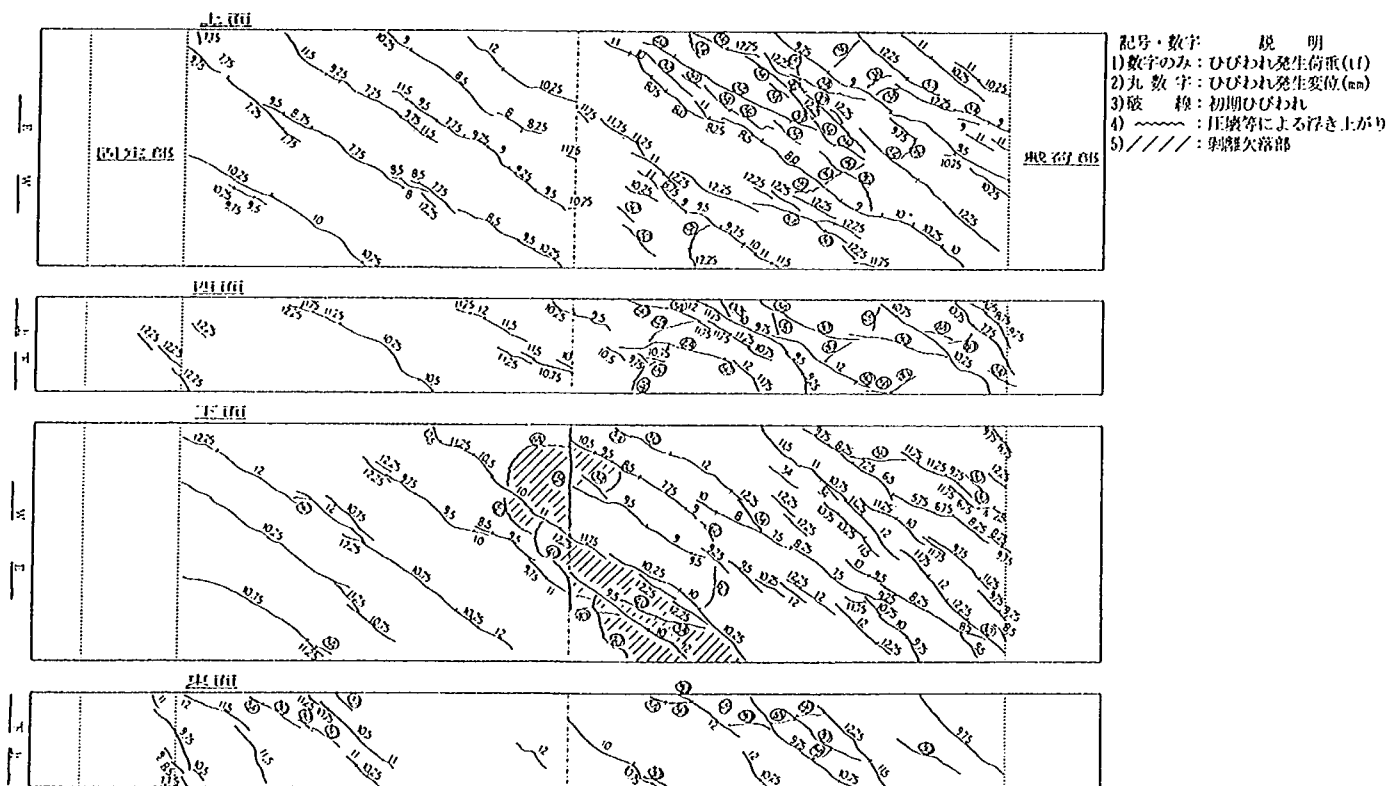
記号・数字 説明
 1) 数字のみ: ひびわれ発生荷重 (tf)
 2) 丸数字: ひびわれ発生変位 (mm)
 3) 破線: 初期ひびわれ
 4) ~~~~~: 圧縮等による浮き上がり
 5) ////: 剥離欠落部

No.14 BS-K- 0-13

ひびわれ形状図



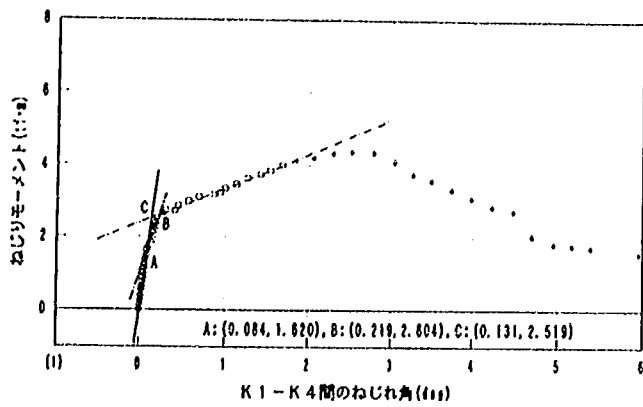
No.15 BS-K-30-13



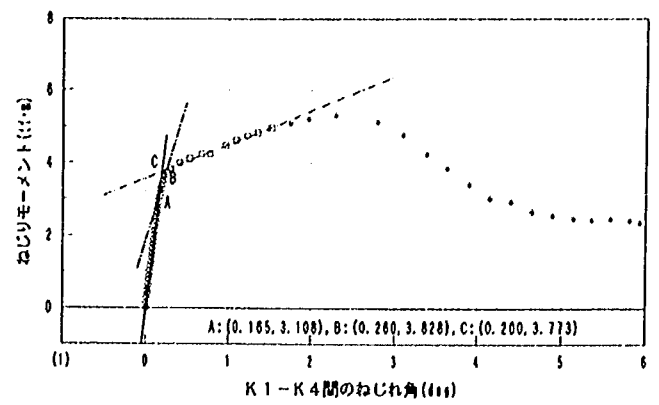
No.16 BS-K-60-13

ひびわれ形状図

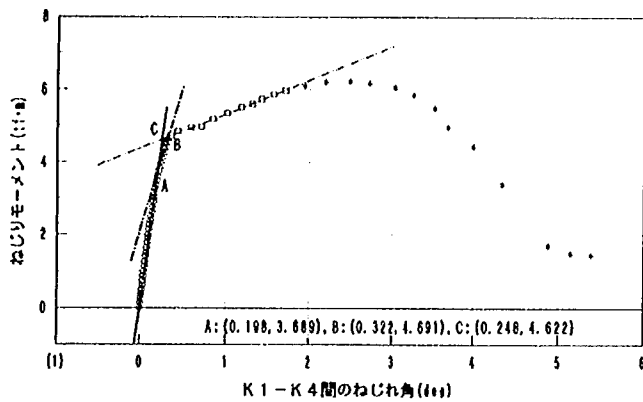
(2) ひびわれ発生点のモデル化



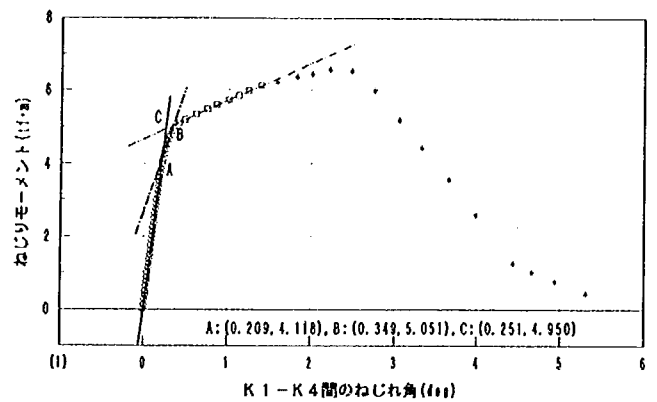
No.1 MC-N-0-13



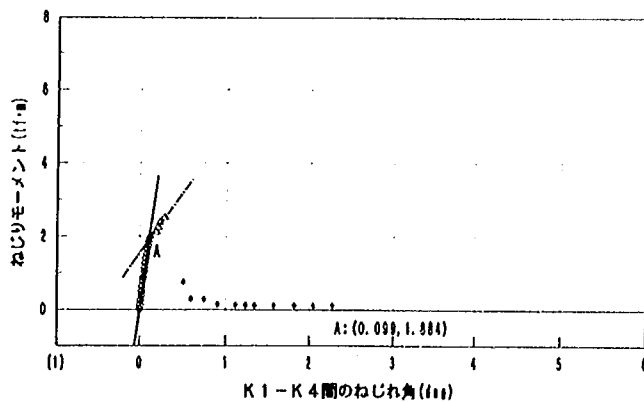
No.2 MC-N-30-13



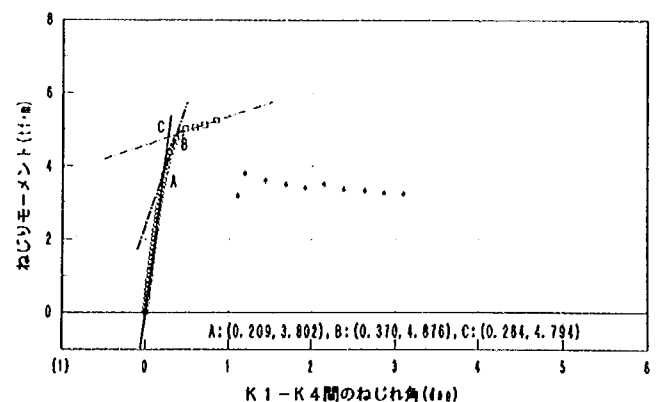
No.3 MC-N-60-13



No.4 MD-N-60-13

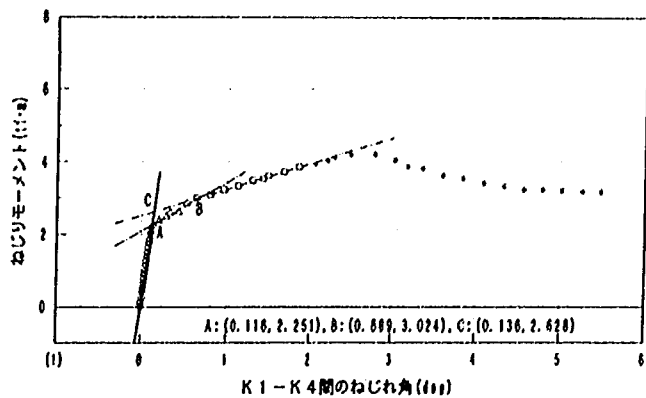


No.5 BP-N-0-13



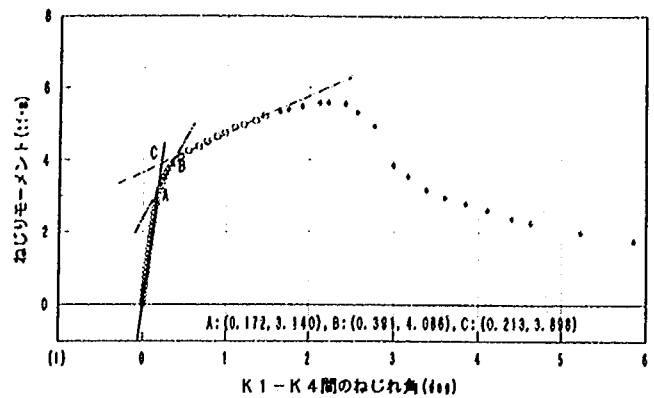
No.6 BP-N-60-13

各供試体のねじりモーメントとねじれ角の関係



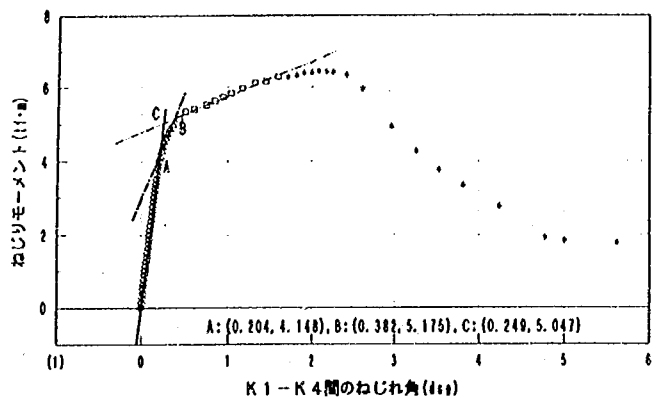
第1回繰繰線 第2回繰繰線 第3回繰繰線 回外データ
 $y=19.366x$ $y=1.351x+2.094$ $y=0.716x+2.531$

No.7 BP-K-0-13



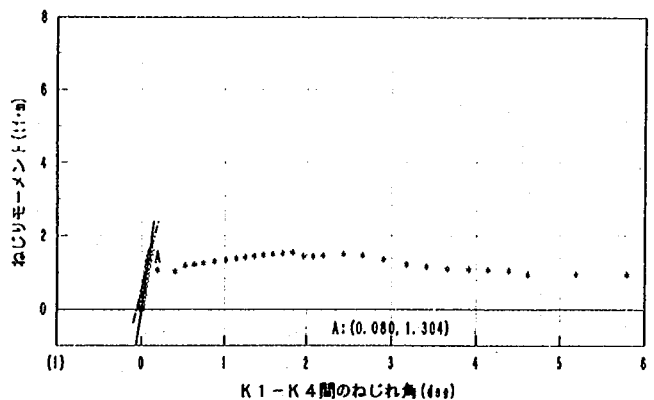
第1回繰繰線 第2回繰繰線 第3回繰繰線 回外データ
 $y=18.286x$ $y=4.313x+2.399$ $y=1.054x+3.673$

No.8 BP-K-30-13



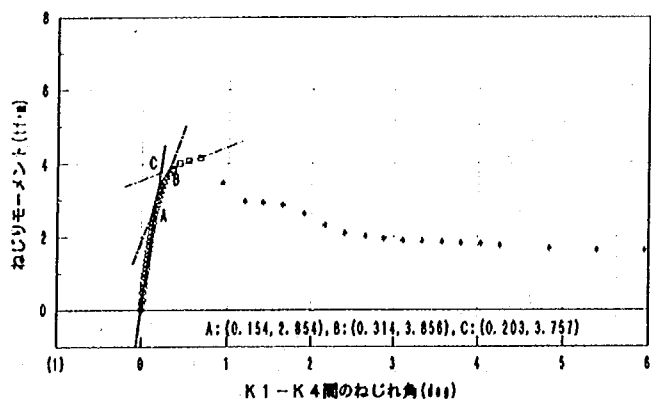
第1回繰繰線 第2回繰繰線 第3回繰繰線 回外データ
 $y=20.307x$ $y=5.764x+2.971$ $y=0.856x+4.810$

No.9 BP-K-60-13



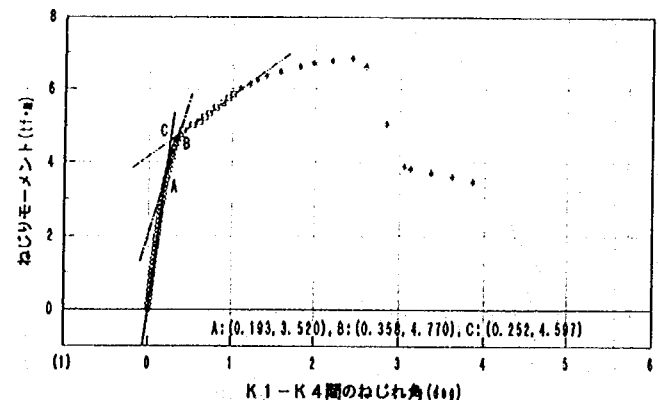
第1回繰繰線 第2回繰繰線 回外データ
 $y=16.200x$ $y=9.250x+0.559$

No.10 BP-S-0-16



第1回繰繰線 第2回繰繰線 第3回繰繰線 回外データ
 $y=18.491x$ $y=6.288x+1.088$ $y=0.896x+3.575$

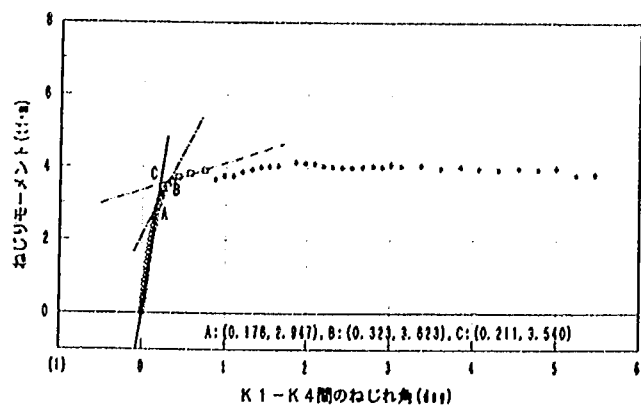
No.11 BP-S-30-16



第1回繰繰線 第2回繰繰線 第3回繰繰線 回外データ
 $y=18.272x$ $y=7.573x+2.081$ $y=1.634x+4.188$

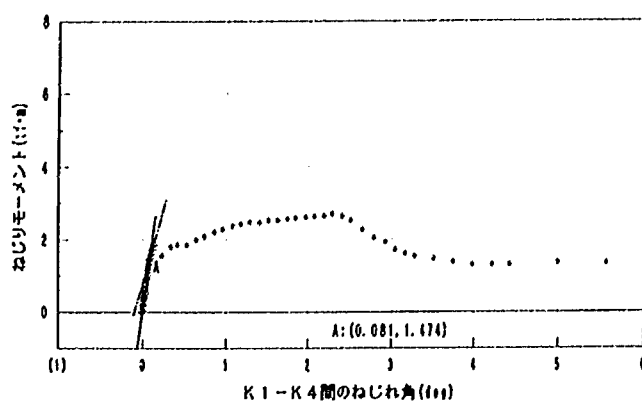
No.12 BP-S-60-16

各供試体のねじりモーメントとねじれ角の関係



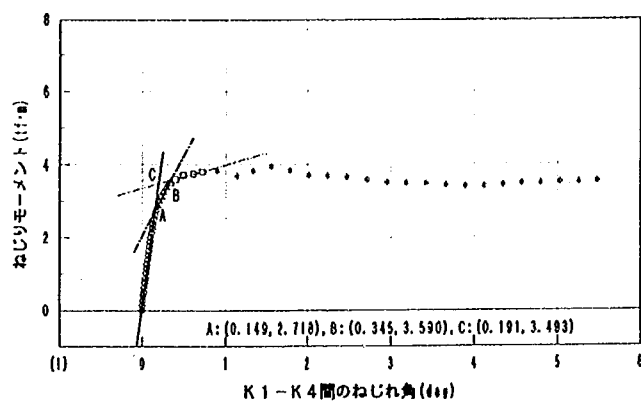
第1回帰線 第2回帰線 第3回帰線 回帰外データ
 $y=18.753x$ $y=4.605x+2.137$ $y=0.748x+3.382$

No.13 BP-K-E-13



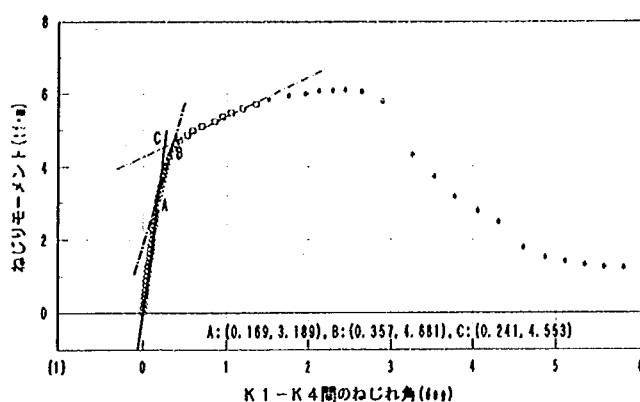
第1回帰線 第2回帰線 回帰外データ
 $y=18.151x$ $y=8.513x+0.783$

No.14 BS-K-0-13



第1回帰線 第2回帰線 第3回帰線 回帰外データ
 $y=18.246x$ $y=4.454x+2.054$ $y=0.632x+3.372$

No.15 BS-K-30-13

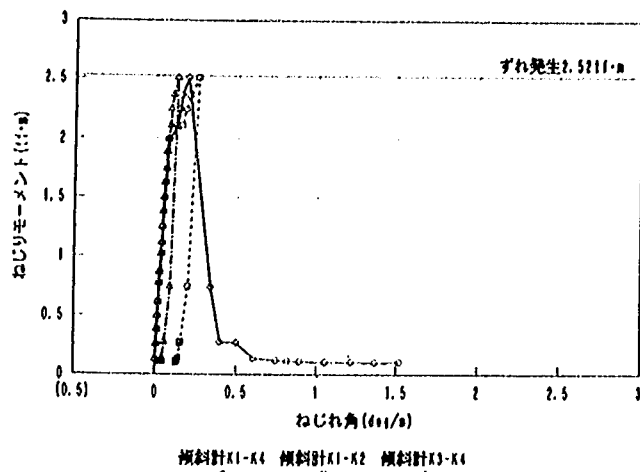


第1回帰線 第2回帰線 第3回帰線 回帰外データ
 $y=18.906x$ $y=7.914x+1.854$ $y=1.097x+4.289$

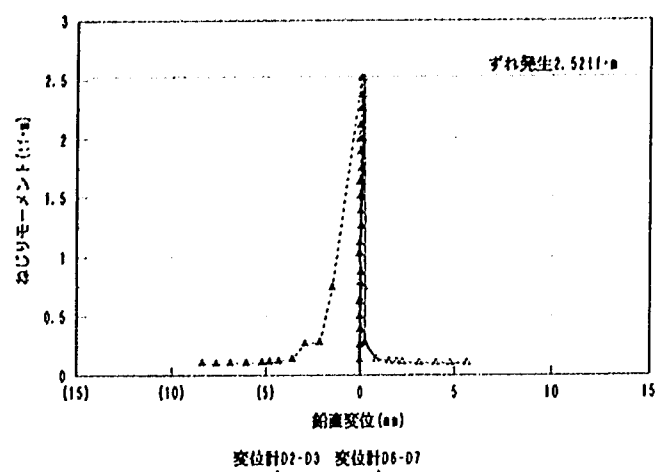
No.16 BS-K-60-13

各供試体のねじりモーメントとねじれ角の関係

(3) ず れ 量

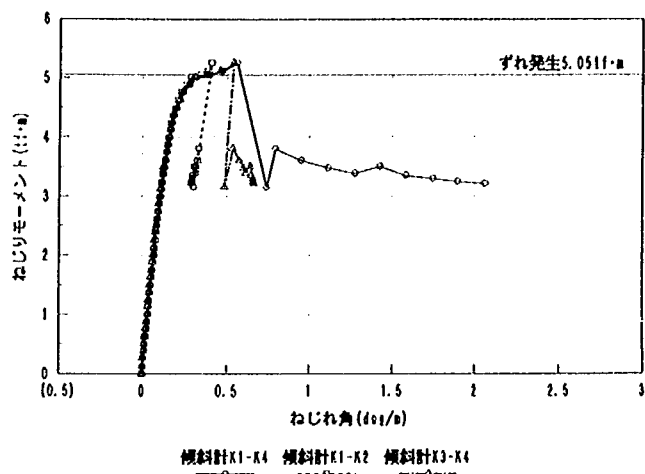


傾斜計

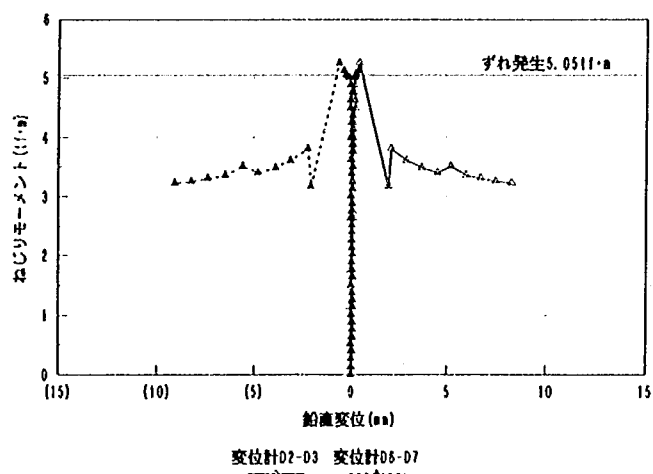


変位計

No5 BP-N- 0-13

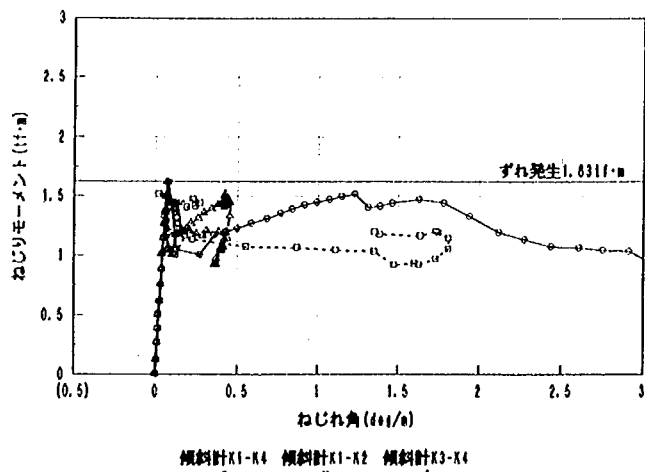


傾斜計

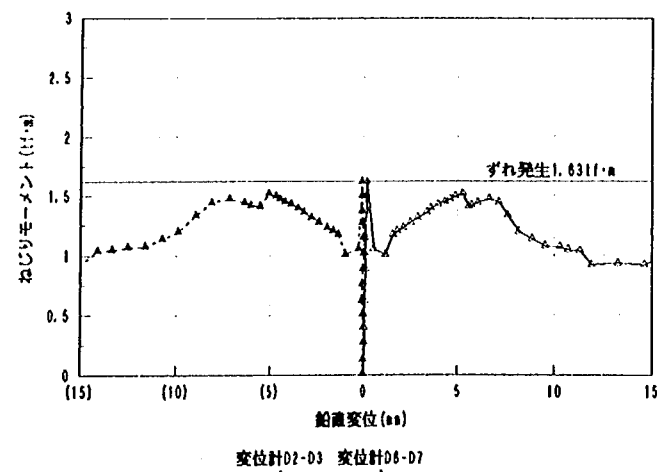


変位計

No6 BP-N-60-13



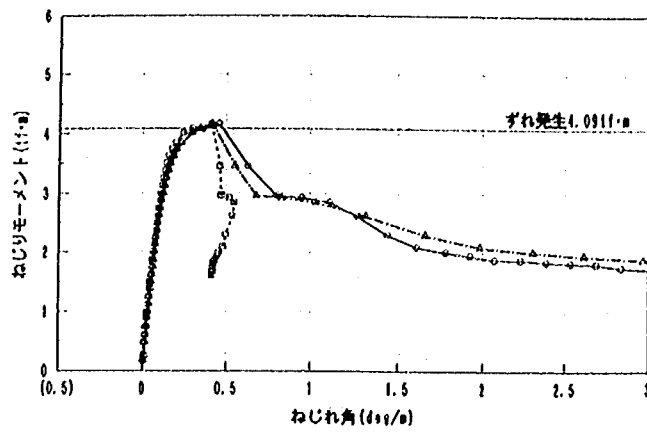
傾斜計



変位計

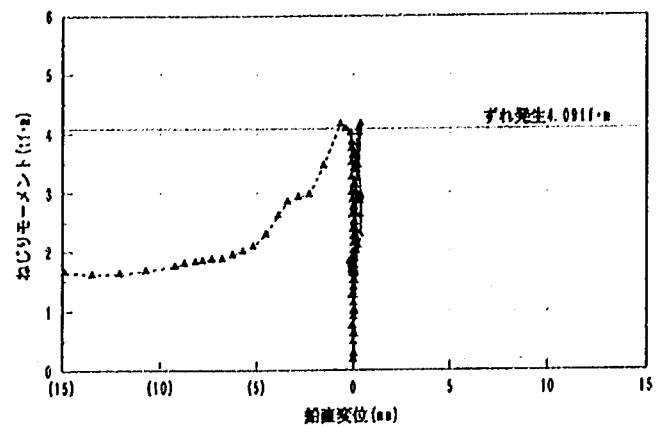
No10 BP-S- 0-16

ねじりモーメントとずれの関係



傾斜計K1-K4 傾斜計K1-K2 傾斜計K3-K4

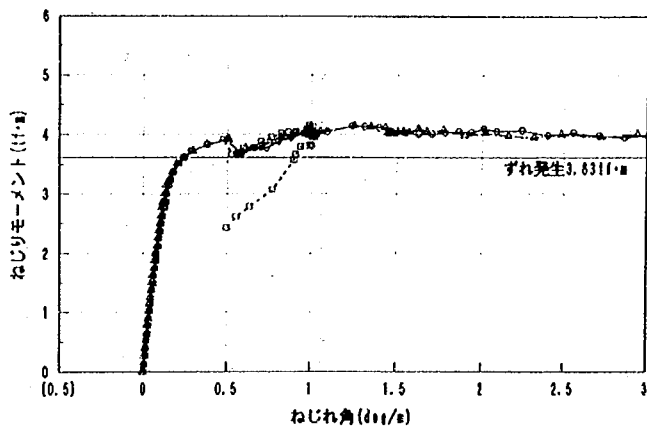
傾斜計



変位計D2-D3 変位計D6-D7

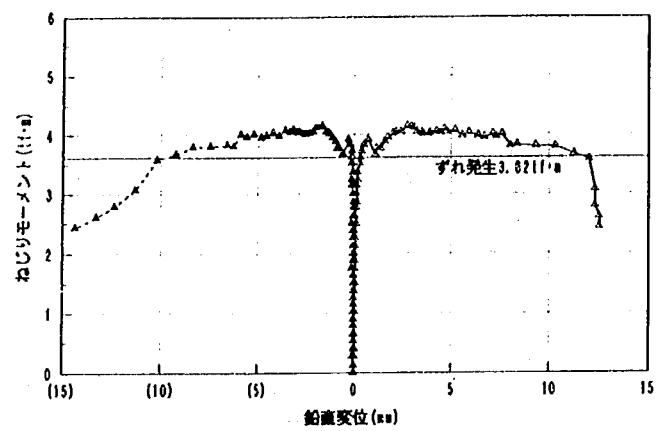
変位計

No.11 BP-S-30-16



傾斜計K1-K4 傾斜計K1-K2 傾斜計K3-K4

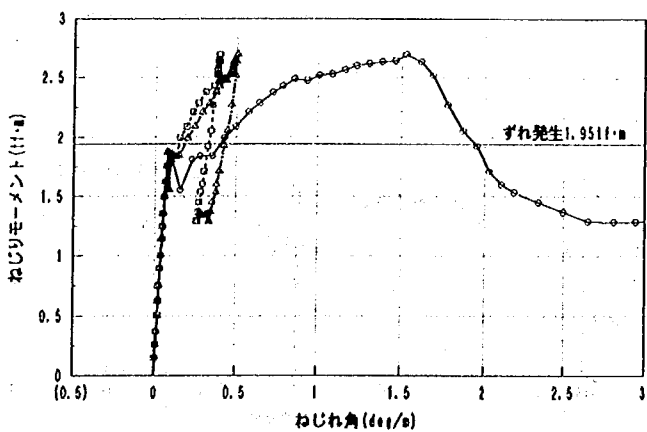
傾斜計



変位計D2-D3 変位計D6-D7

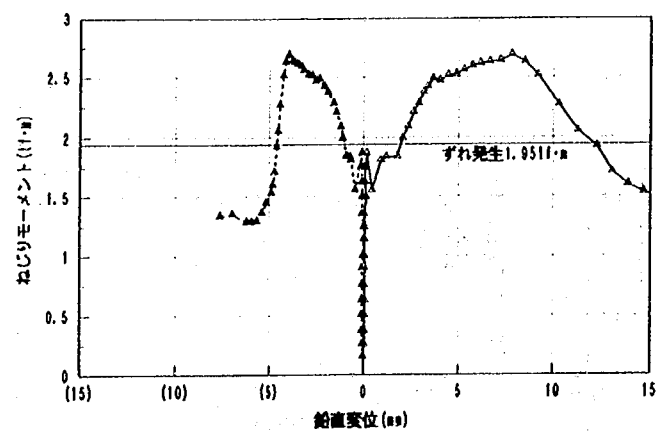
変位計

No.13 BP-K-E-13



傾斜計K1-K4 傾斜計K1-K2 傾斜計K3-K4

傾斜計

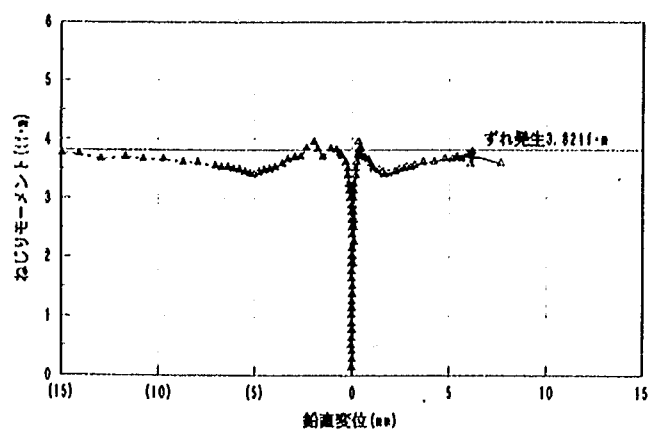
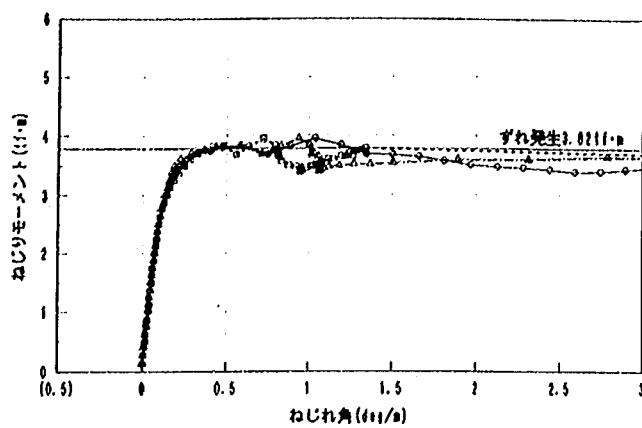


変位計D2-D3 変位計D6-D7

変位計

No.14 BS-K-0-13

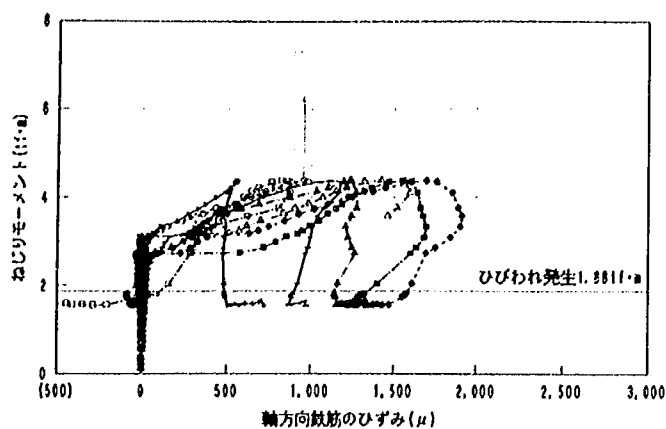
ねじりモーメントとずれの関係



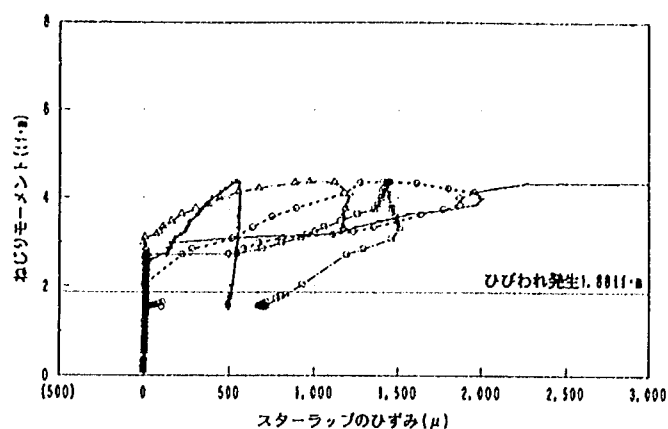
No.15 BS-K-30-13

ねじりモーメントとずれの関係

(4) 鉄筋のひずみ

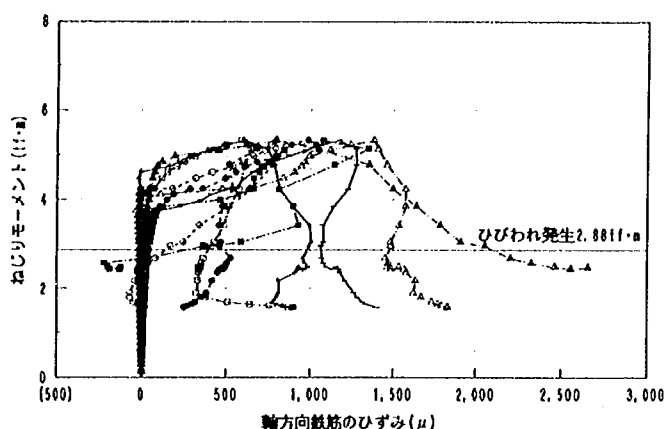


軸方向鉄筋

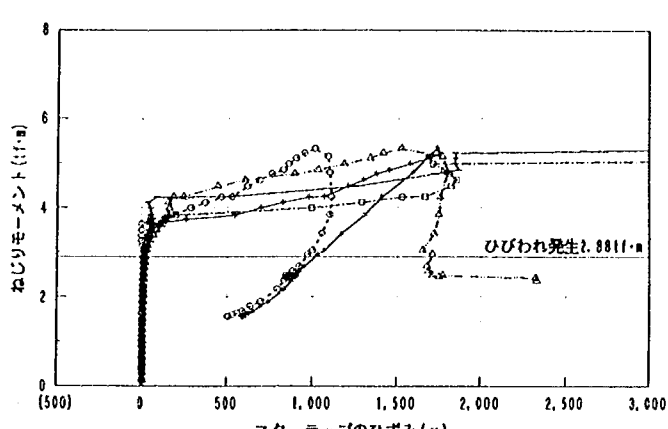


スターラップ

No.1 MC-N-0-13

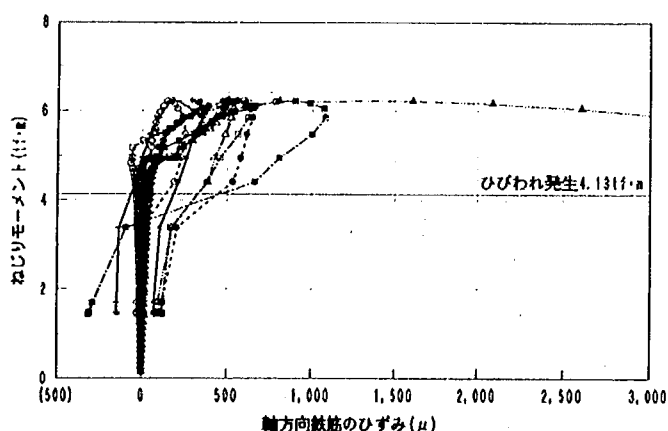


軸方向鉄筋

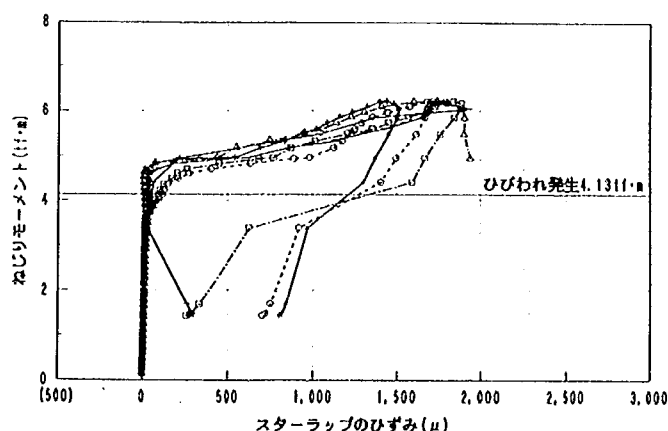


スターラップ

No.2 MC-N-30-13



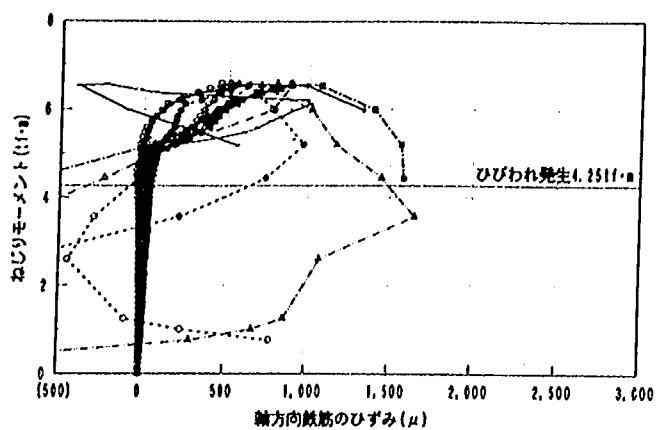
軸方向鉄筋



スターラップ

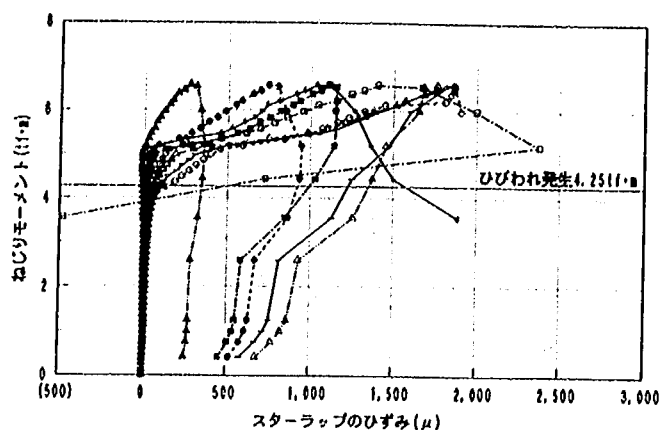
No.3 MC-N-60-13

ねじりモーメントと軸方向鉄筋およびスターラップのひずみの関係



T-1 T-2 T-3 T-4 T-5 T-6 T-7 T-8

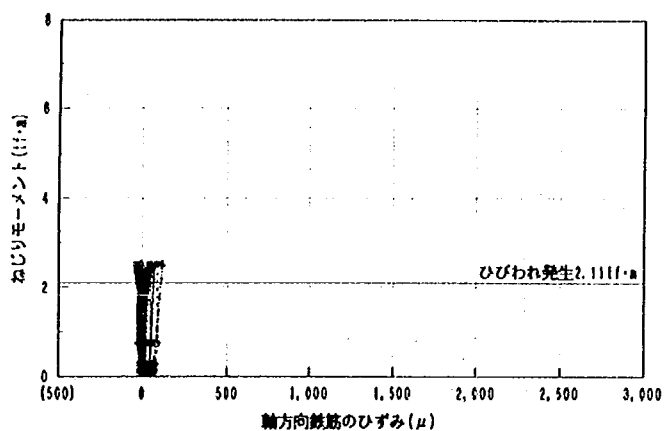
軸方向鉄筋



F-1 F-2 F-3 F-4 F-5 F-6 F-7 F-8

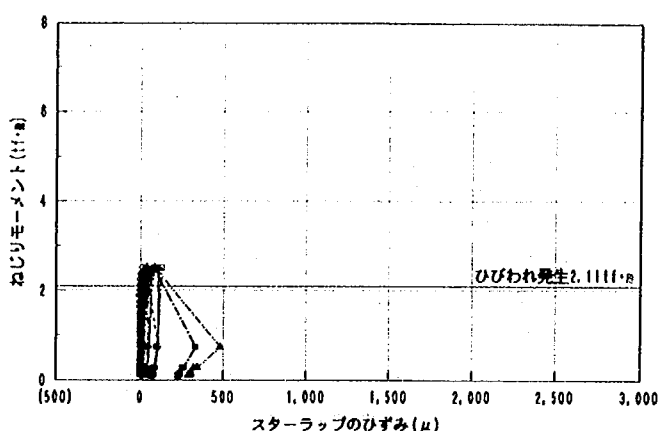
スターラップ

No.4 MD-N-60-13



T-1 T-2 T-3 T-4 T-5 T-6 T-7 T-8

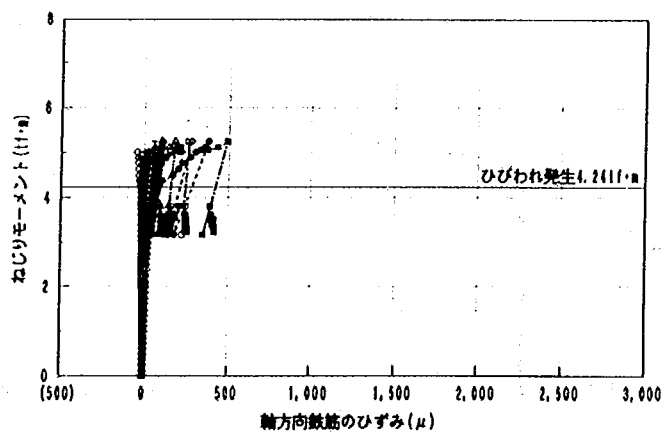
軸方向鉄筋



F-1 F-2 F-3 F-4 F-5 F-6 F-7 F-8

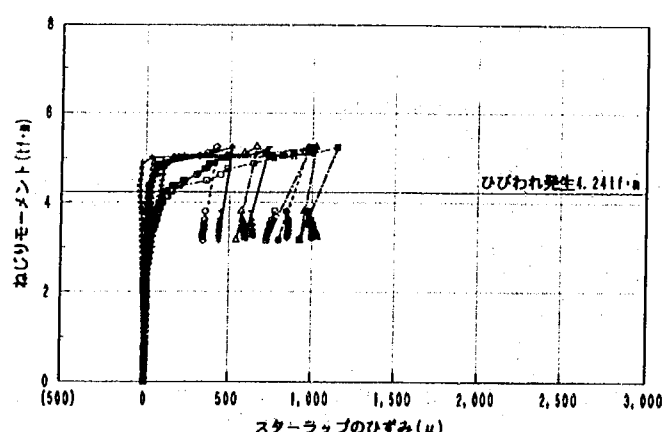
スターラップ

No.5 BP-N-0-13



T-1 T-2 T-3 T-4 T-5 T-6 T-7 T-8

軸方向鉄筋

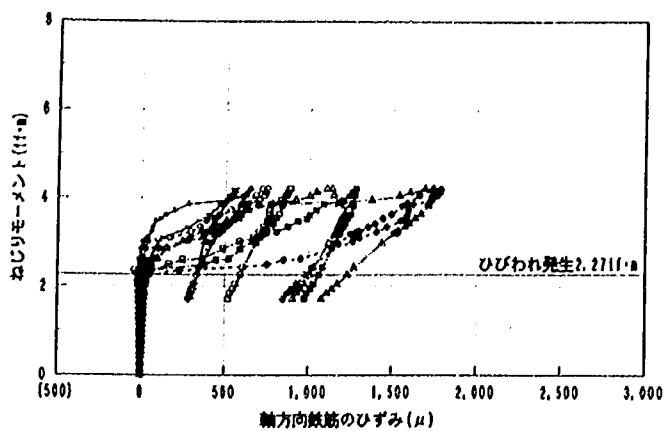


F-1 F-2 F-3 F-4 F-5 F-6 F-7 F-8

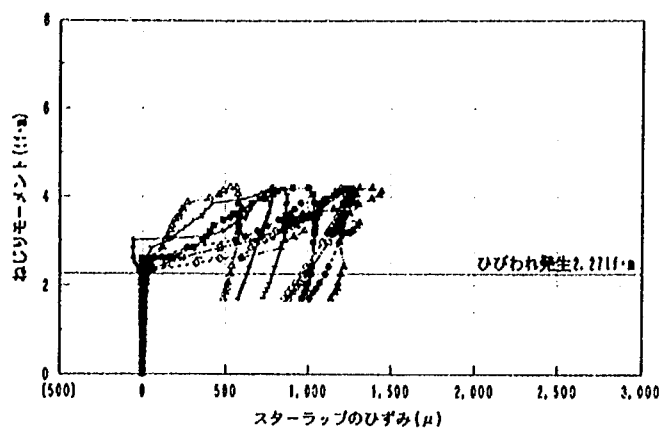
スターラップ

No.6 BP-N-60-13

ねじりモーメントと軸方向鉄筋およびスターラップのひずみの関係

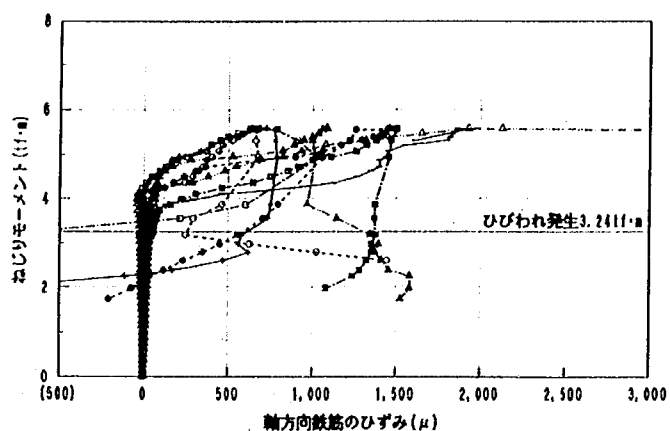


軸方向鉄筋

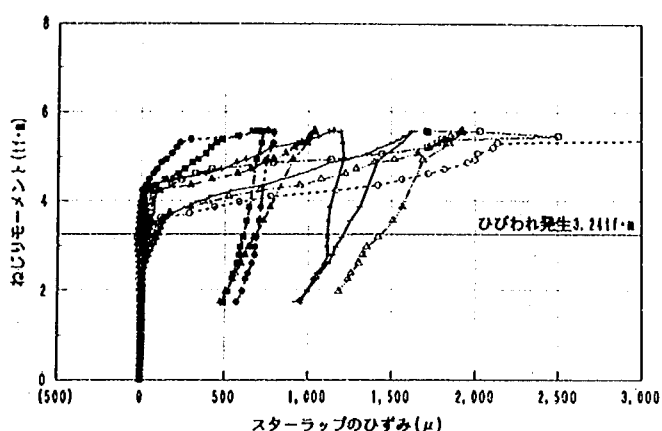


スターラップ

No.7 BP-K-0-13

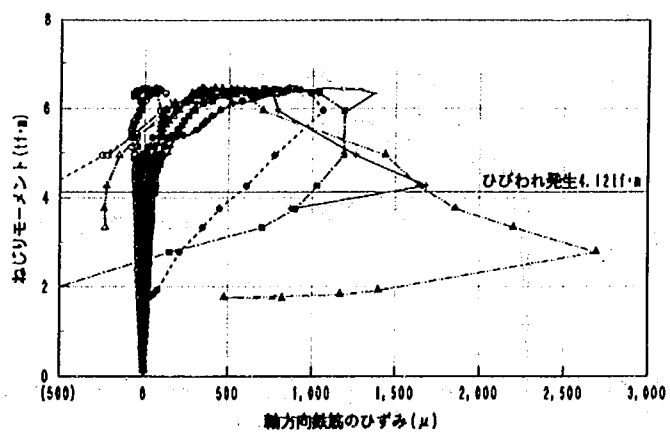


軸方向鉄筋

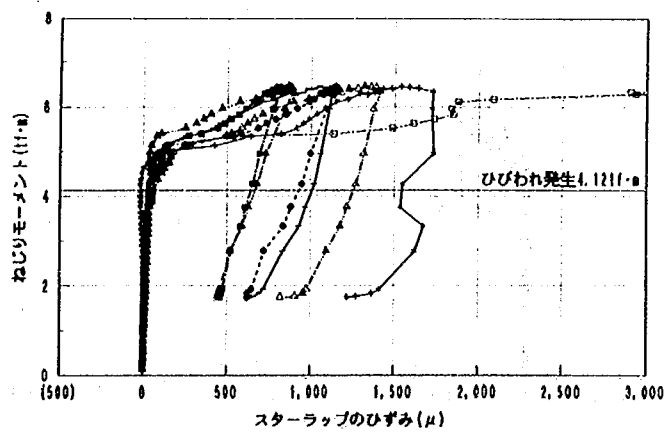


スターラップ

No.8 BP-K-30-13



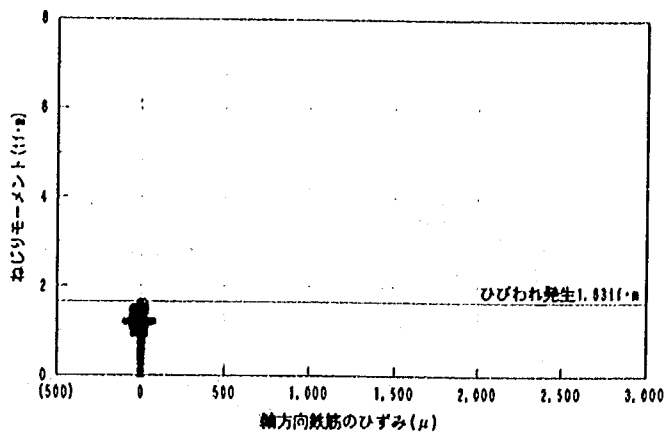
軸方向鉄筋



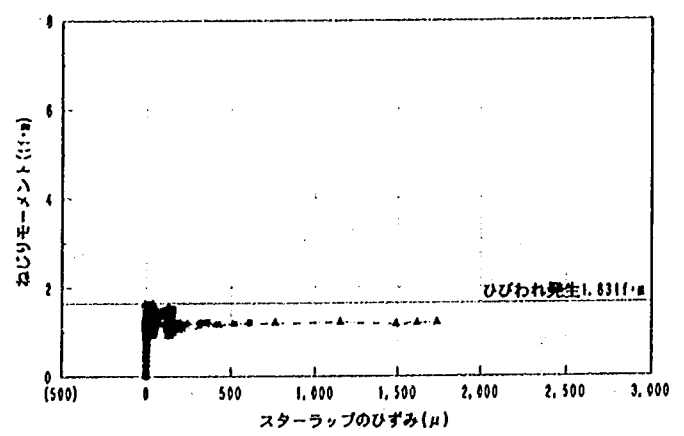
スターラップ

No.9 BP-K-60-13

ねじりモーメントと軸方向鉄筋およびスターラップのひずみの関係

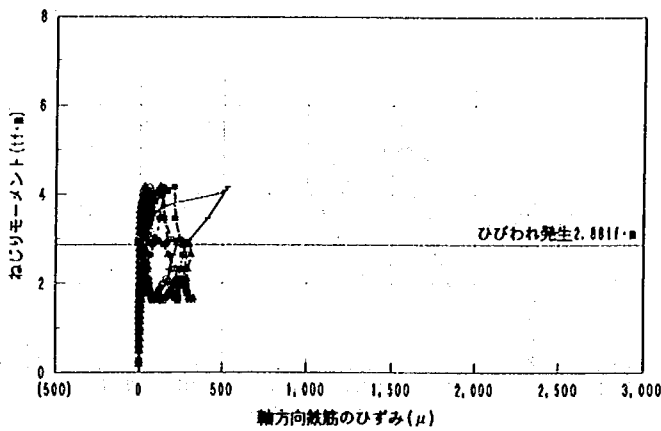


軸方向鉄筋

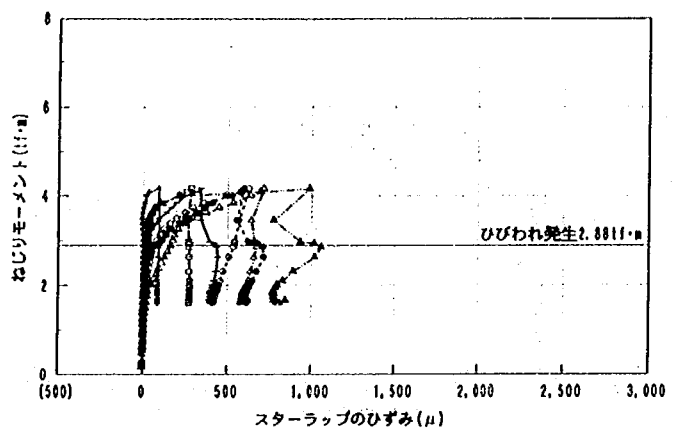


スターラップ

No.10 BP-S-0-16

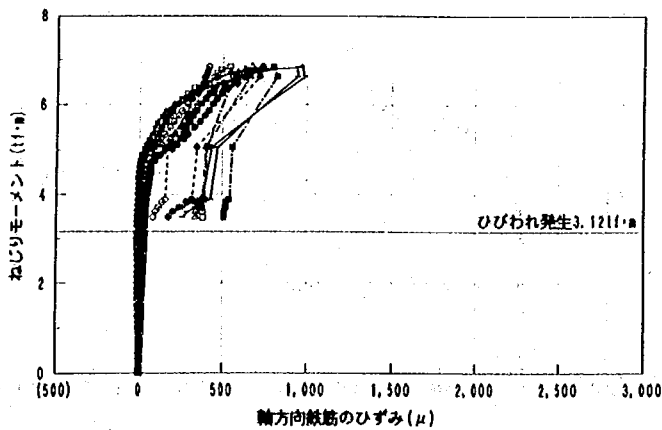


軸方向鉄筋

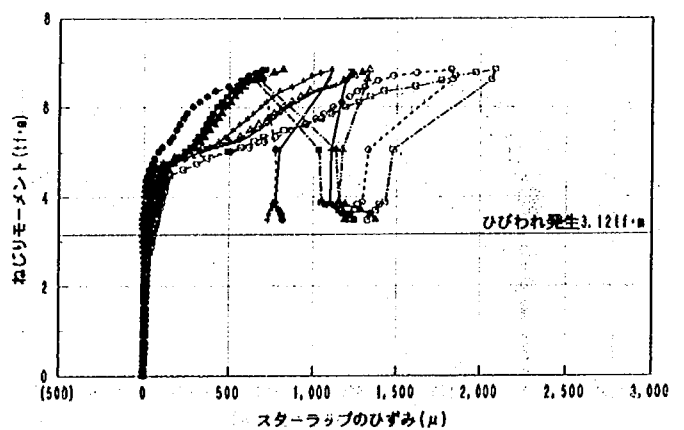


スターラップ

No.11 BP-S-30-16



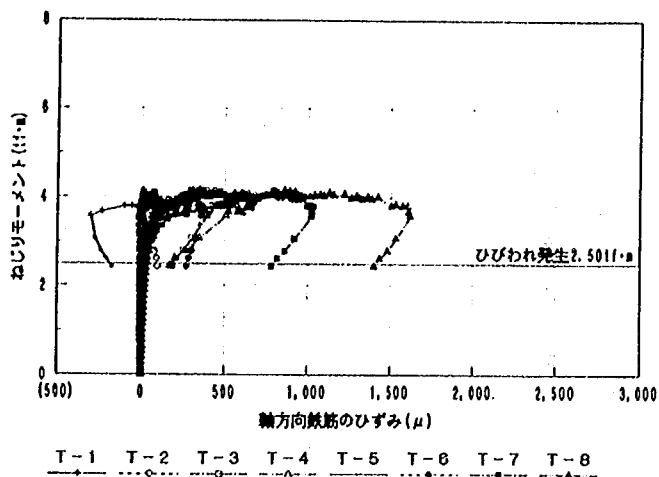
軸方向鉄筋



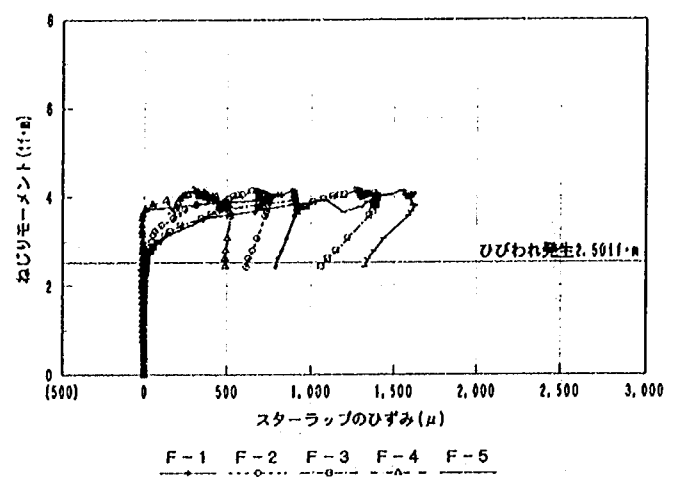
スターラップ

No.12 BP-S-60-16

ねじりモーメントと軸方向鉄筋およびスターラップのひずみの関係

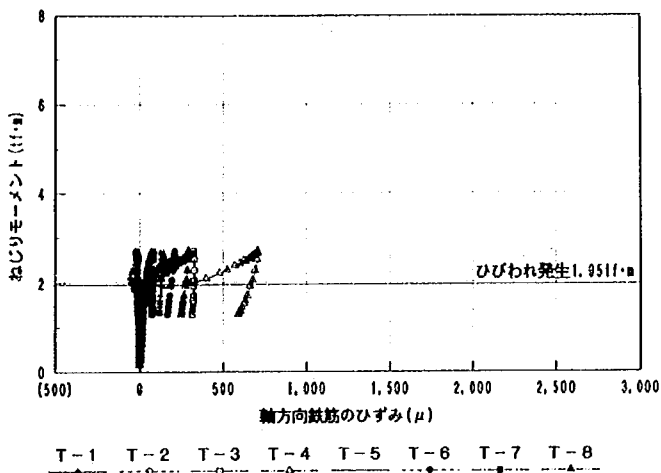


軸方向鉄筋

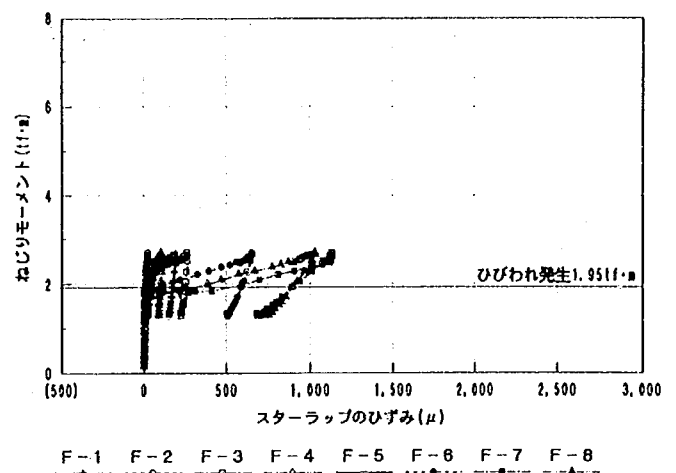


スターラップ

No.13 BP-K-E-13

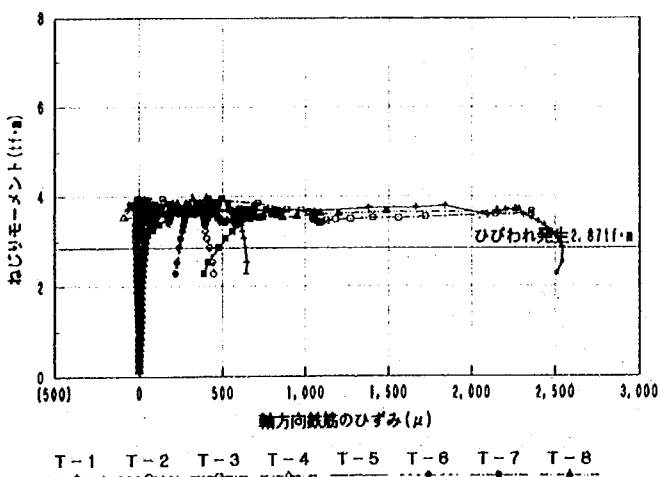


軸方向鉄筋

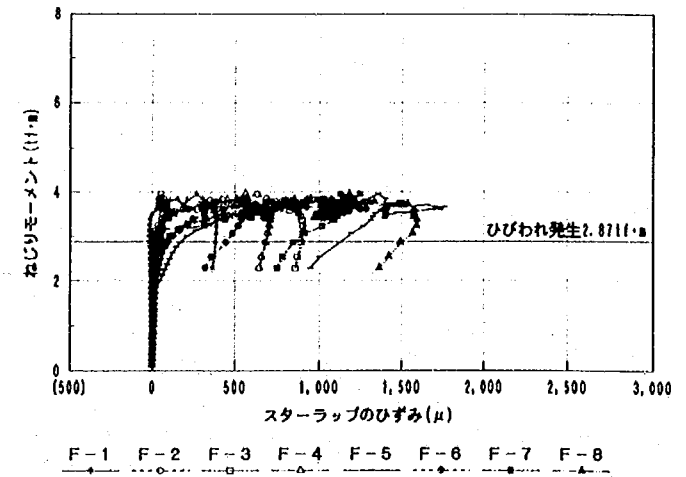


スターラップ

No.14 BS-K-0-13



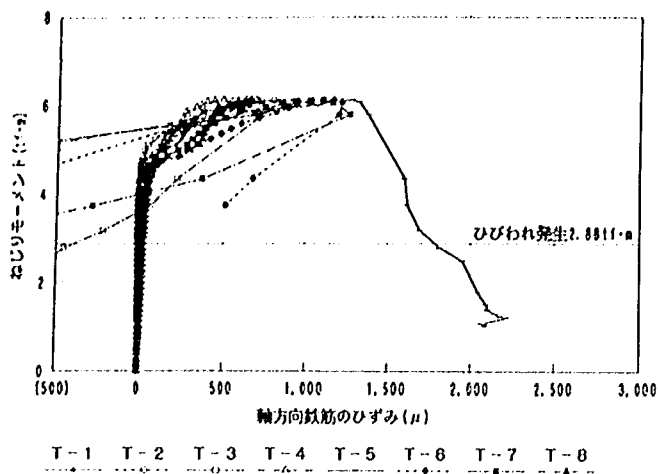
軸方向鉄筋



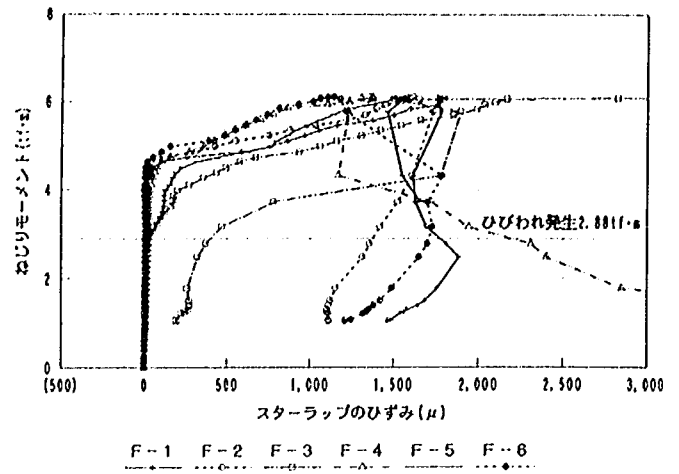
スターラップ

No.15 BS-K-30-13

ねじりモーメントと軸方向鉄筋およびスターラップのひずみの関係



軸方向鉄筋

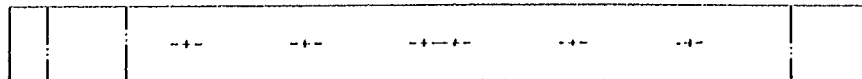
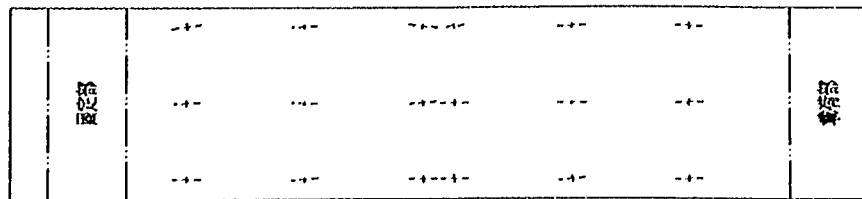


スターラップ

No.16 BS-K-60-13

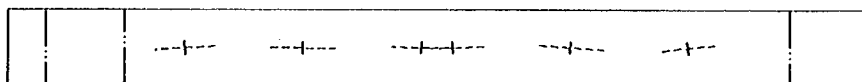
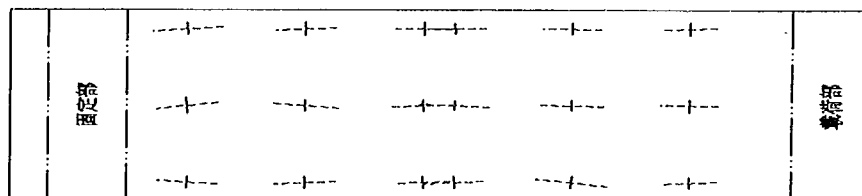
ねじりモーメントと軸方向鉄筋およびスターラップのひずみの関係

(5) 主ひずみ分布



——: 200 μ
 - - - - : -200 μ

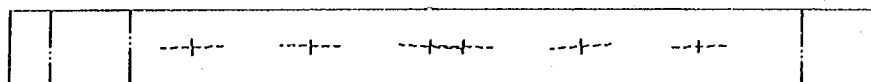
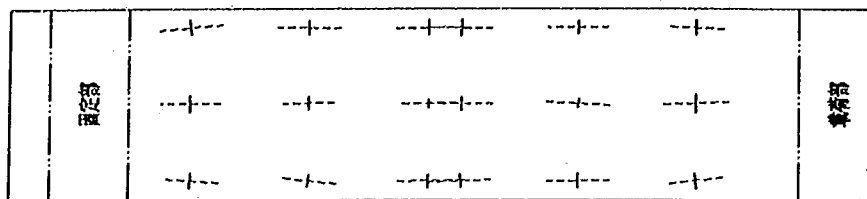
No.2 MC-N-30-13



——: 200 μ
 - - - - : -200 μ

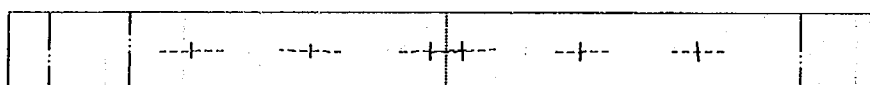
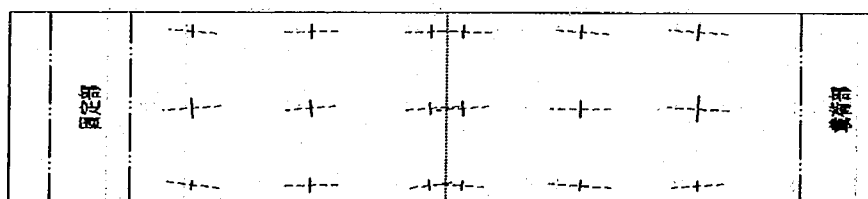
No.3 MC-N-60-13

プレストレス導入直後の主ひずみ分布



———: 200μ
 - - - - -: -200μ

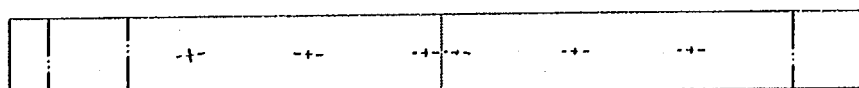
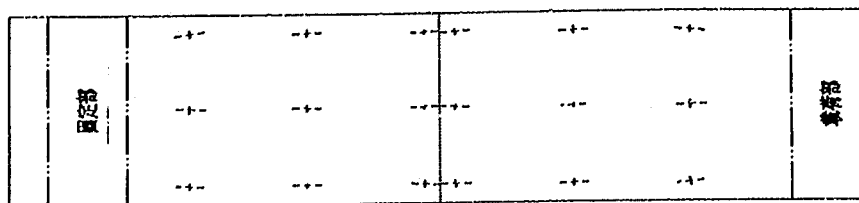
No.4 MD-N-60-13



———: 200μ
 - - - - -: -200μ

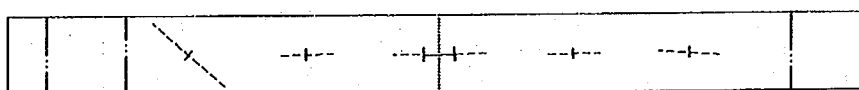
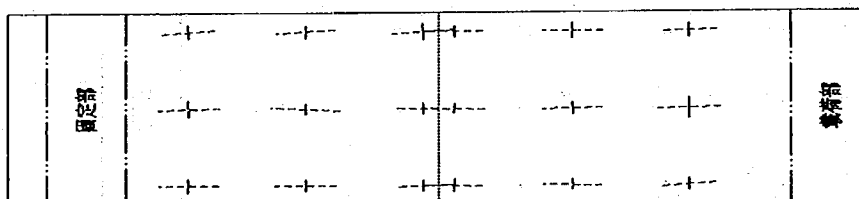
No.6 BP-N-60-13

プレストレス導入直後の主ひずみ分布



——: 200 μ
 -----: -200 μ

No.8 BP-K-30-13



——: 200 μ
 -----: -200 μ

No.9 BP-K-60-13

プレストレス導入直後の主ひずみ分布

		+	+	+	+	+	+		
	固定部								自由部

		+	+	+	+	+	+		
--	--	---	---	---	---	---	---	--	--

————: 200 μ
 - - - - : -200 μ

No.13 BP-K- E-13

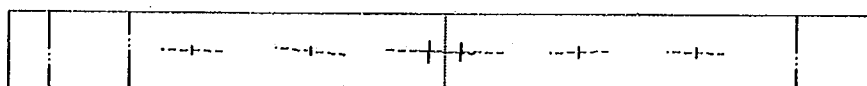
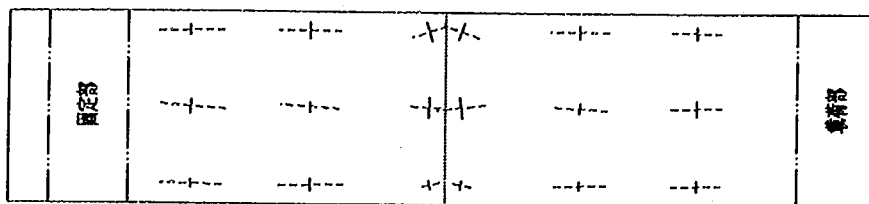
		+	+	+	+	+	+		
	固定部								自由部

		+	+	+	+	+	+		
--	--	---	---	---	---	---	---	--	--

————: 200 μ
 - - - - : -200 μ

No.15 BS-K-30-13

プレストレス導入直後の主ひずみ分布

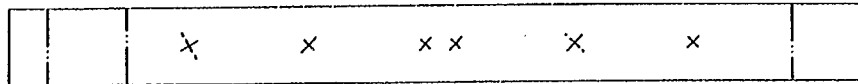
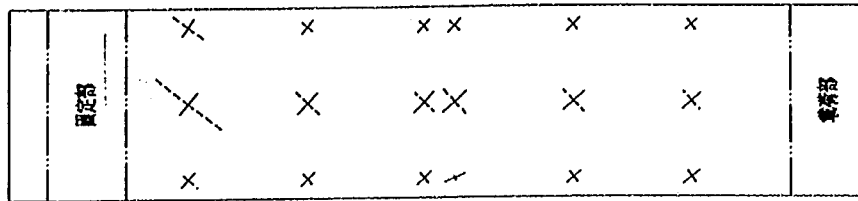


—————: 200 μ

-----: -200 μ

No.16 BS-K-60-13

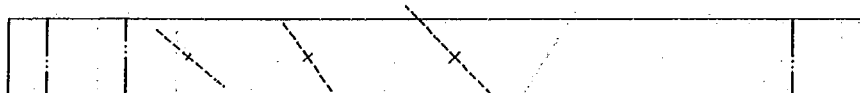
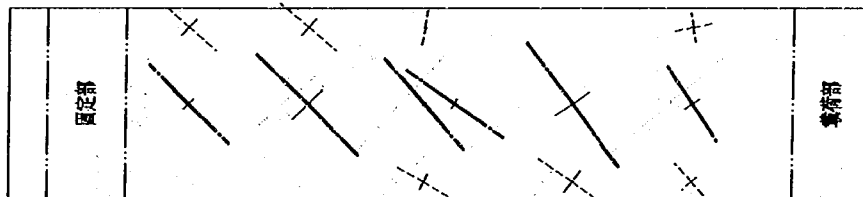
プレストレス導入直後の主ひずみ分布



1.88 tf·m

—: 300 μ
 ---: -300 μ
 —: -750 μ

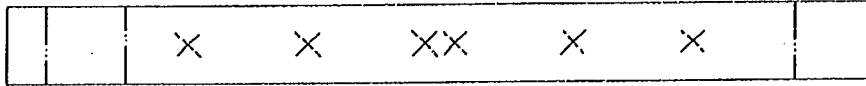
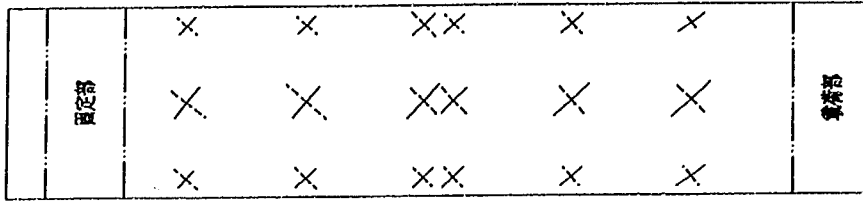
No.1 MC-N- 0-13 ひびわれ発生直後



4.36 tf·m

—: 300 μ
 ---: -300 μ
 —: -750 μ

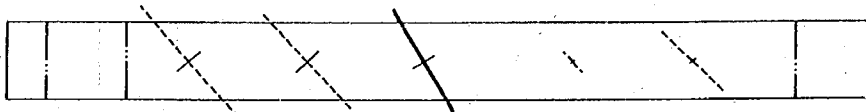
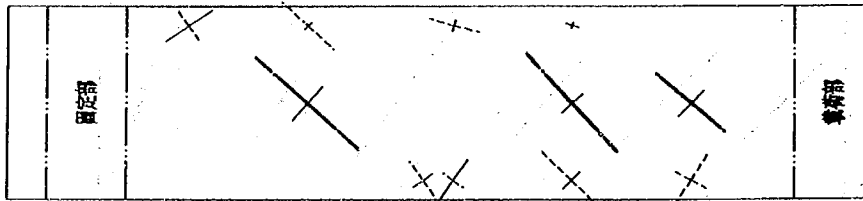
No.1 MC-N- 0-13 最大モーメント直後
 ねじりモーメントによるコンクリートの主ひずみ分布



2.88tf・m

—: 300 μ
 ---: -300 μ
 —: -750 μ

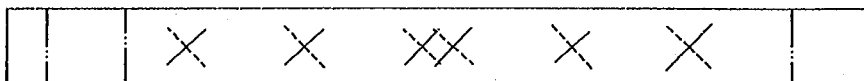
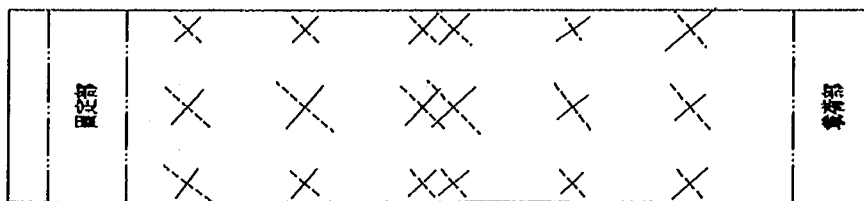
No.2 MC-N-30-13 ひびわれ発生直後



5.15tf・m

—: 300 μ
 ---: -300 μ
 —: -750 μ

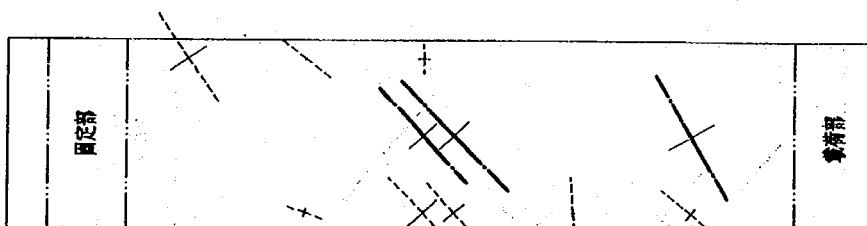
No.2 MC-N-30-13 最大モーメント直後
 ねじりモーメントによるコンクリートの主ひずみ分布



4. 13 t f · m

— : 300 μ
 - - - : -300 μ
 — : -750 μ

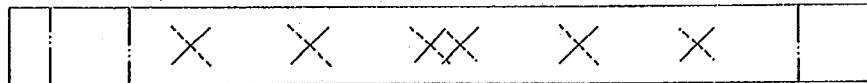
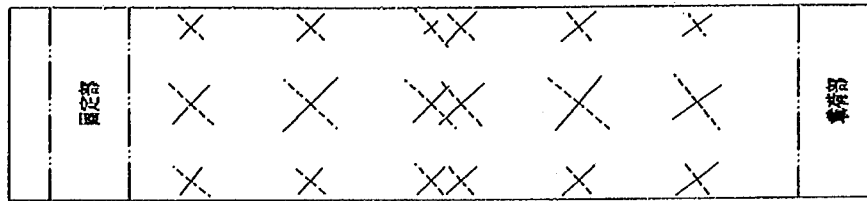
No.3 MC-N-60-13 ひびわれ発生直後



6. 22 t f · m

— : 300 μ
 - - - : -300 μ
 — : -750 μ

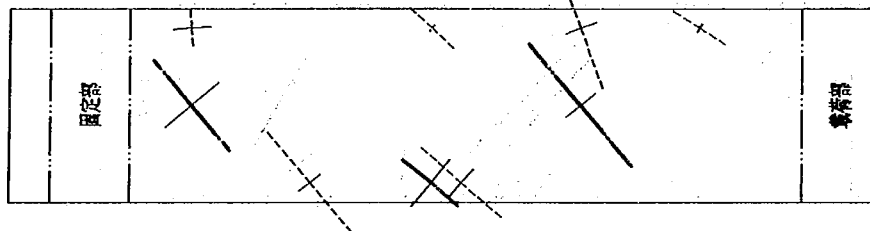
No.3 MC-N-60-13 最大モーメント直後
 ねじりモーメントによるコンクリートの主ひずみ分布



4.251 f·m

—: 300 μ
 - - - : -300 μ
 —: -750 μ

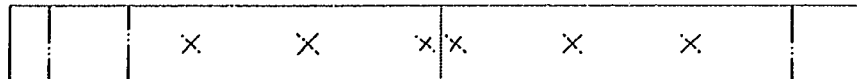
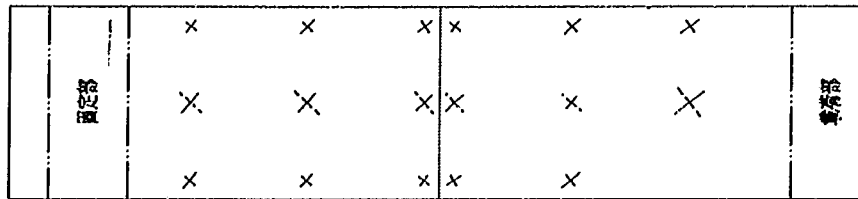
No.4 MD-N-60-13 ひびわれ発生直後



6.571 f·m

—: 300 μ
 - - - : -300 μ
 —: -750 μ

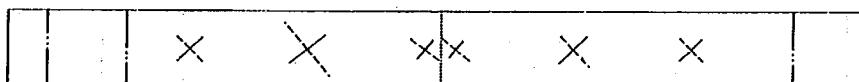
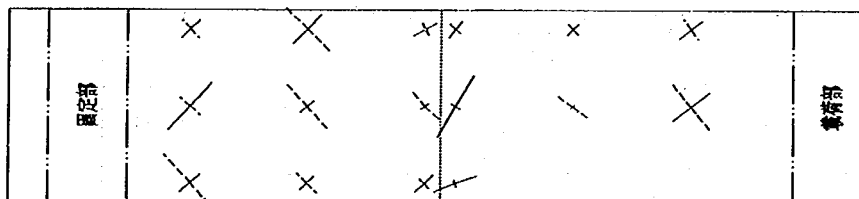
No.4 MD-N-60-13 最大モーメント直後
 ねじりモーメントによるコンクリートの主ひずみ分布



2.11tf・m

—: 300 μ
 - - - : -300 μ
 —: -750 μ

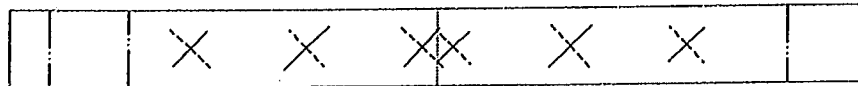
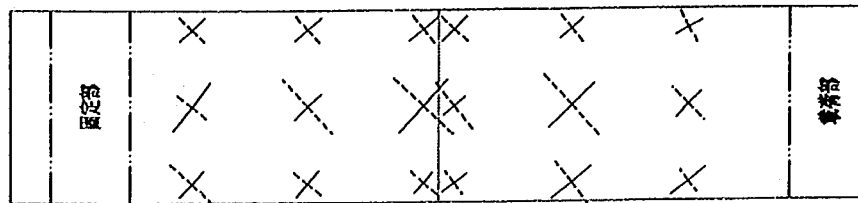
No5 BP-N- 0-13 ひびわれ発生直後



2.51tf・m

—: 300 μ
 - - - : -300 μ
 —: -750 μ

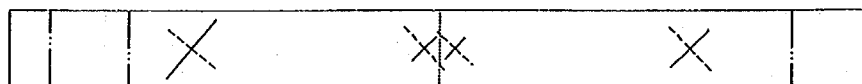
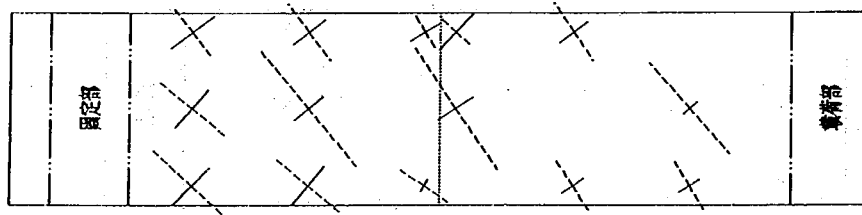
No5 BP-N- 0-13 最大 (ずれ発生) モーメント直後
 ねじりモーメントによるコンクリートの主ひずみ分布



4.24tf・m

—: 300 μ
 - - - : -300 μ
 —: -750 μ

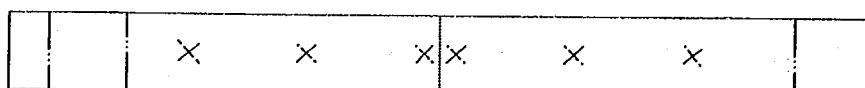
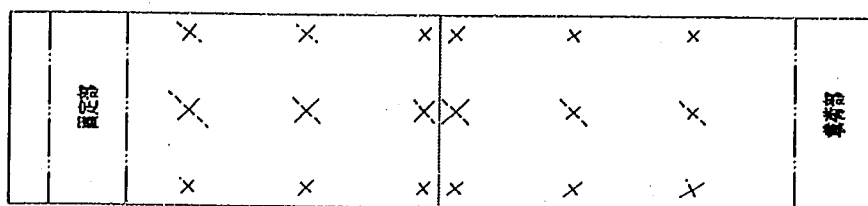
No.6 BP-N-60-13 ひびわれ発生直後



5.25tf・m

—: 300 μ
 - - - : -300 μ
 —: -750 μ

No.6 BP-N-60-13 最大（ずれ発生）モーメント直後
 ねじりモーメントによるコンクリートの主ひずみ分布



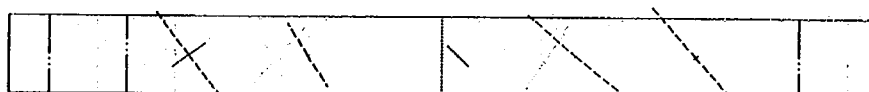
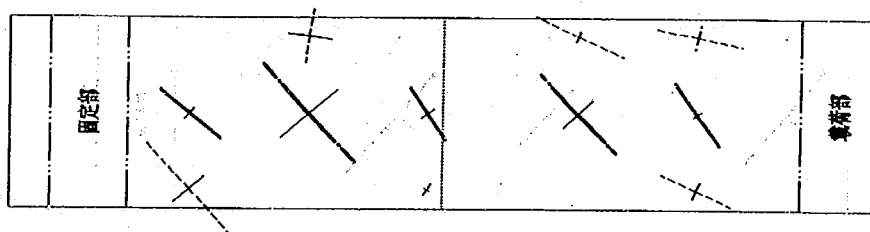
2.27tf・m

——: 300 μ

-----: -300 μ

——: -750 μ

No.7 BP-K- 0-13 ひびわれ発生直後



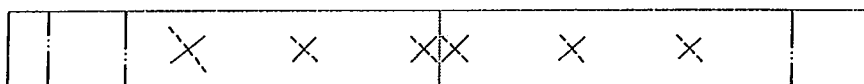
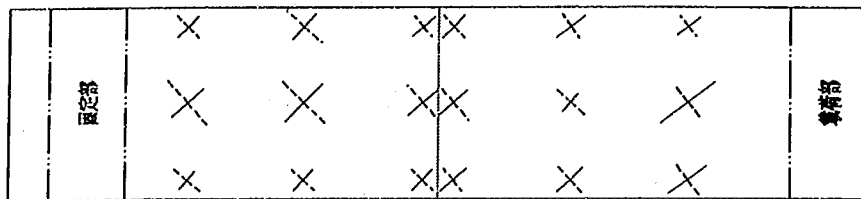
4.22tf・m

——: 300 μ

-----: -300 μ

——: -750 μ

No.7 BP-K- 0-13 最大モーメント直後
ねじりモーメントによるコンクリートの主ひずみ分布



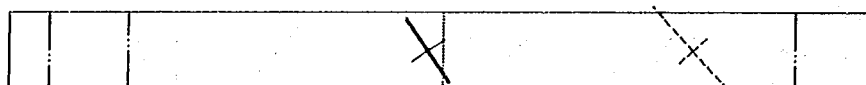
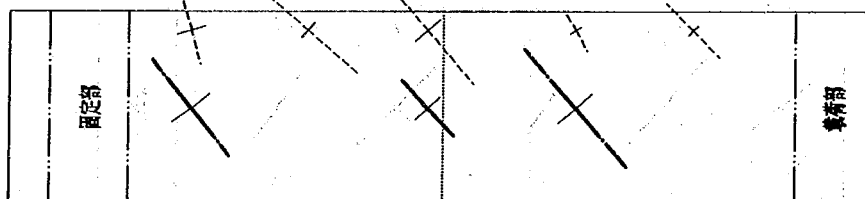
3.24 t f · m

—: 300 μ

- - - : -300 μ

—: -750 μ

No8 BP-K-30-13 ひびわれ発生直後



5.56 t f · m

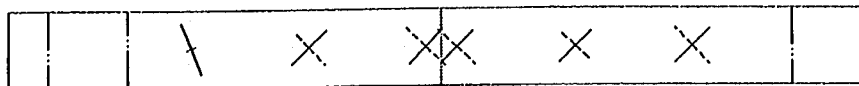
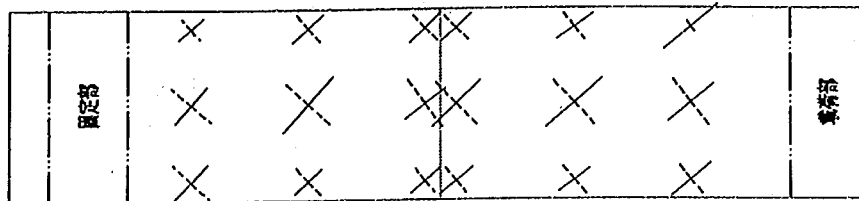
—: 300 μ

- - - : -300 μ

—: -750 μ

No8 BP-K-30-13 最大モーメント直後

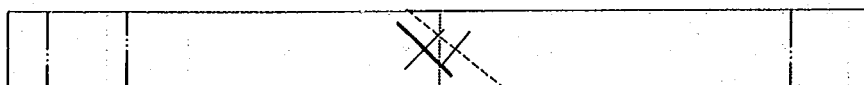
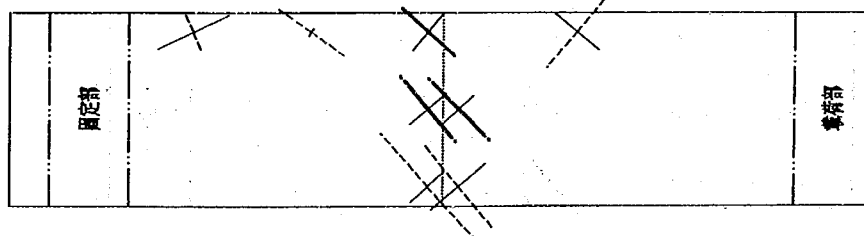
ねじりモーメントによるコンクリートの主ひずみ分布



4.12tf・m

——: 300 μ
 - - - : -300 μ
 ———: -750 μ

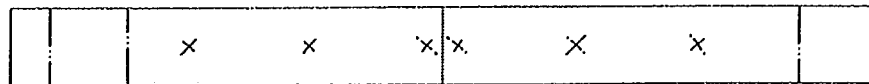
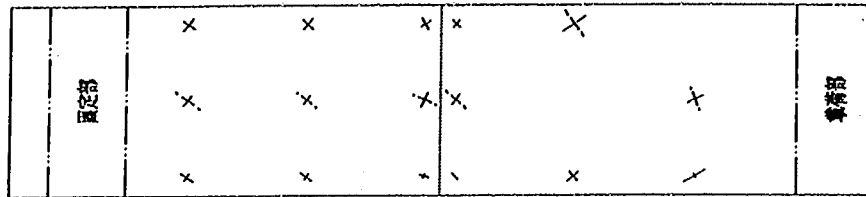
No.9 BP-K-60-13 ひびわれ発生直後



6.44tf・m

——: 300 μ
 - - - : -300 μ
 ———: -750 μ

No.9 BP-K-60-13 最大モーメント直後
 ねじりモーメントによるコンクリートの主ひずみ分布



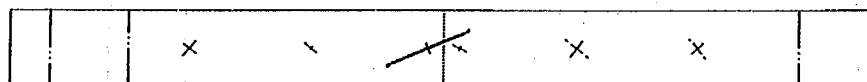
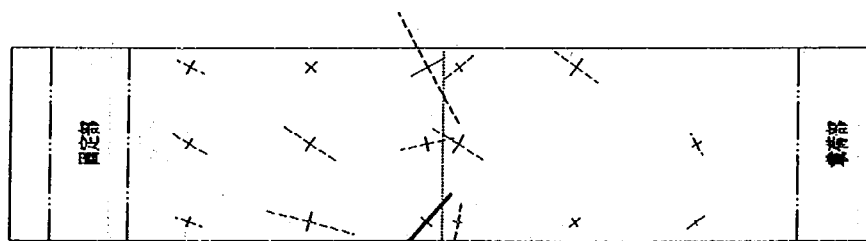
1.62tf・m

——: 300 μ

- - - - : -300 μ

——: -750 μ

No.10 BP-S- 0-16 ひびわれ発生（ずれ発生、最大モーメント）直後



1.52tf・m

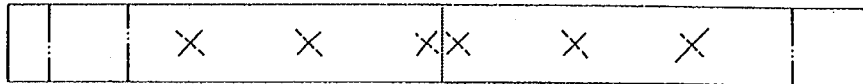
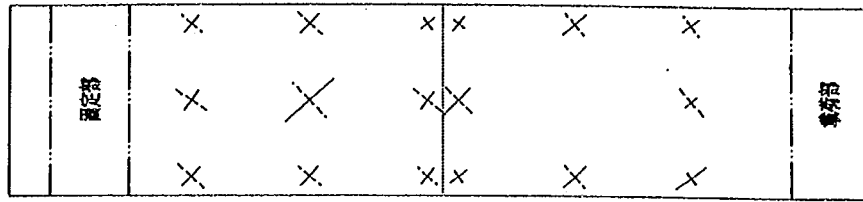
——: 300 μ

- - - - : -300 μ

——: -750 μ

No.10 BP-S-0-16 最大モーメント後

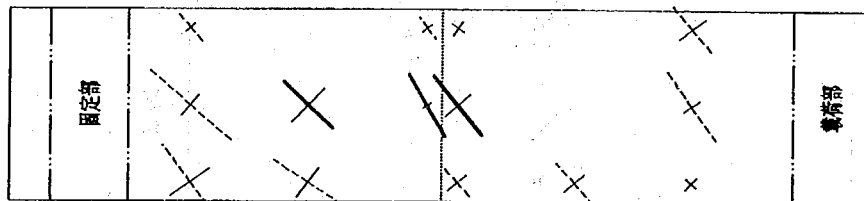
ねじりモーメントによるコンクリートの主ひずみ分布



2.88 t f · m

—: 300 μ
 - - - : -300 μ
 —: -750 μ

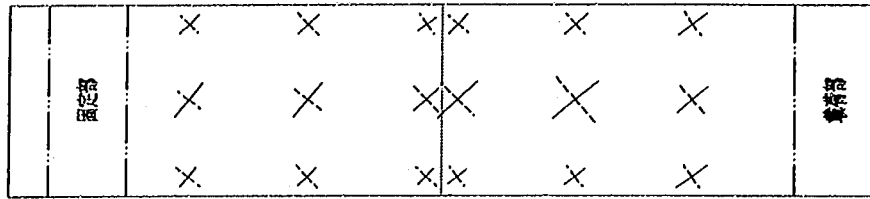
No11 BP-S-30-16 ひびわれ発生直後



4.17 t f · m

—: 300 μ
 - - - : -300 μ
 —: -750 μ

No11 BP-S-30-16 最大 (ずれ発生) モーメント直後
 ねじりモーメントによるコンクリートの主ひずみ分布



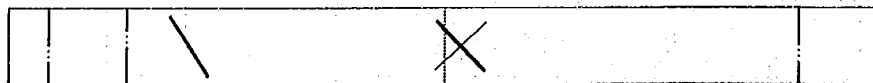
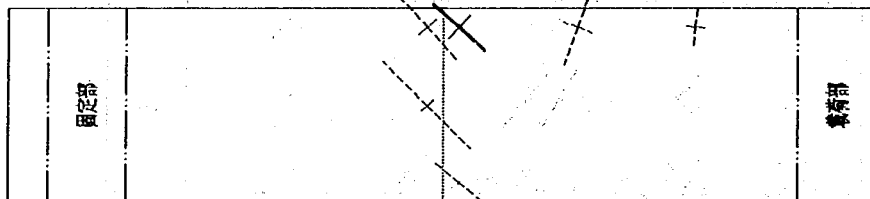
3.12tf・m

——: 300 μ

- - - - : -300 μ

——: -750 μ

No.12 BP-S-60-16 ひびわれ発生直後



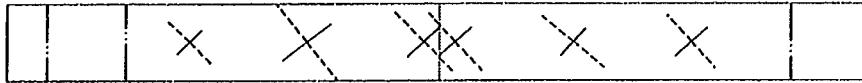
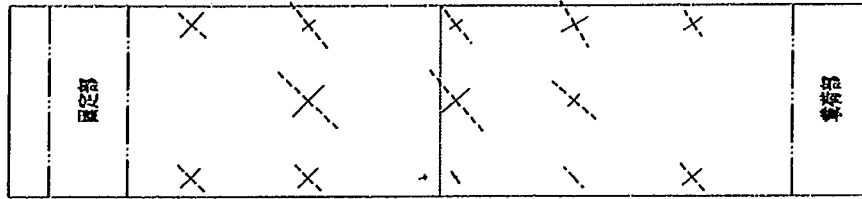
6.84tf・m

——: 300 μ

- - - - : -300 μ

——: -750 μ

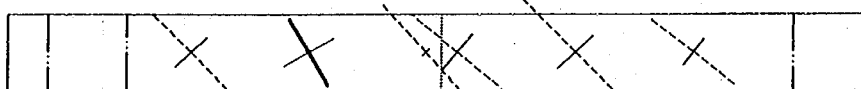
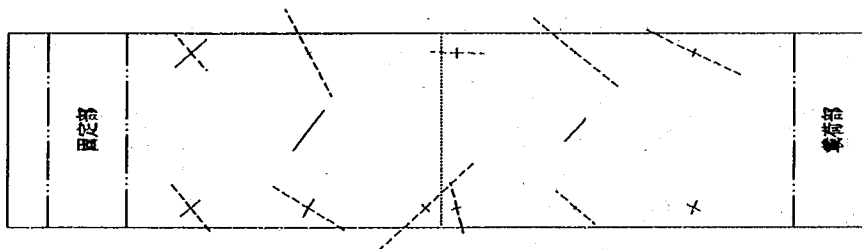
No.12 BP-S-60-16 最大モーメント直後
ねじりモーメントによるコンクリートの主ひずみ分布



3.62tf・m

——: 300 μ
 - - - - : -300 μ
 ———: -750 μ

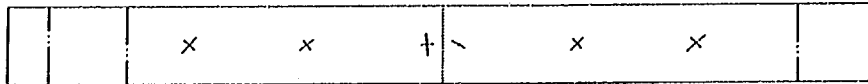
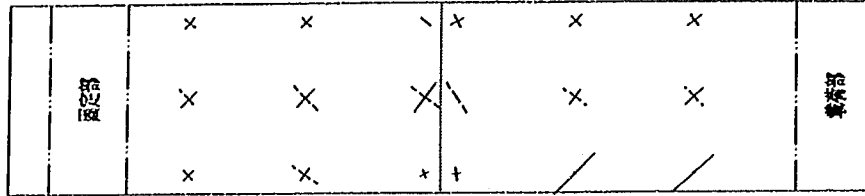
No.13 BP-K- E-13 ずれ発生直後



4.13tf・m

——: 300 μ
 - - - - : -300 μ
 ———: -750 μ

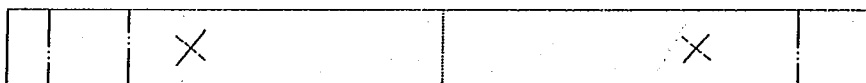
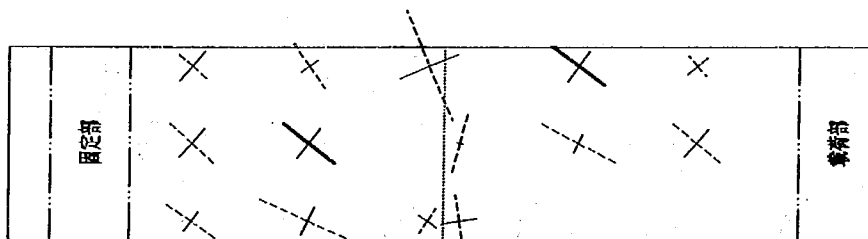
No.13 BP-K- E-13 最大モーメント直後
 ねじりモーメントによるコンクリートの主ひずみ分布



1.56 t f · m

—: 300 μ
 - - - : -300 μ
 —: -750 μ

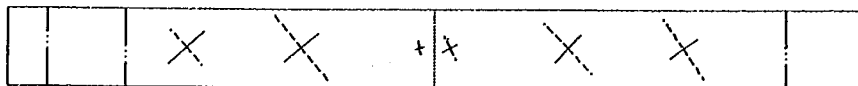
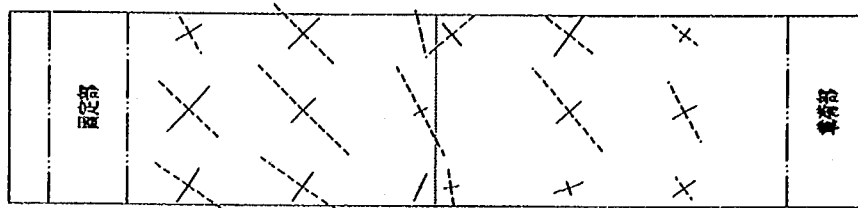
No.14 BS-K- 0-13 ひびわれ発生 (ずれ発生) 直後



2.63 t f · m

—: 300 μ
 - - - : -300 μ
 —: -750 μ

No.14 BS-K- 0-13 最大モーメント直後
 ねじりモーメントによるコンクリートの主ひずみ分布



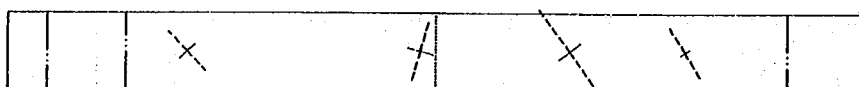
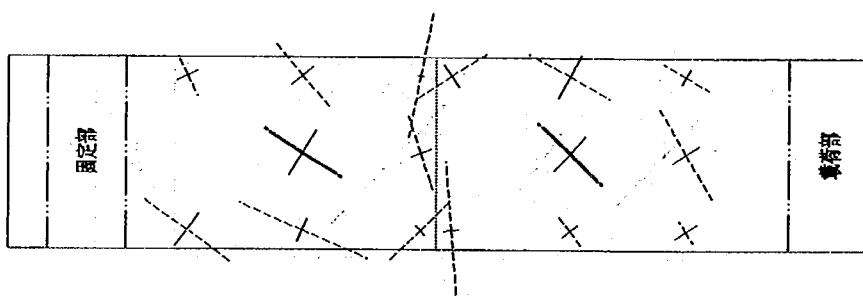
3.82tf・m

—: 300 μ

- - - : -300 μ

—: -750 μ

No.15 BS-K-30-13 ずれ発生直後



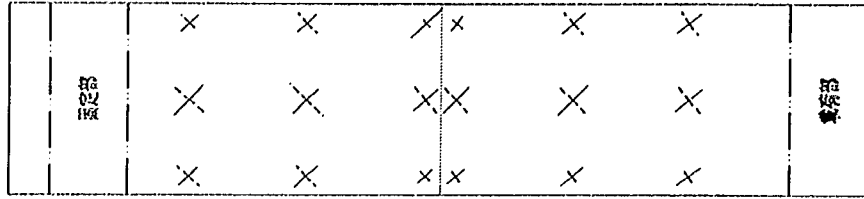
3.85tf・m

—: 300 μ

- - - : -300 μ

—: -750 μ

No.15 BS-K-30-13 最大モーメント直後
ねじりモーメントによるコンクリートの主ひずみ分布



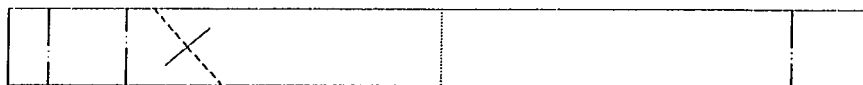
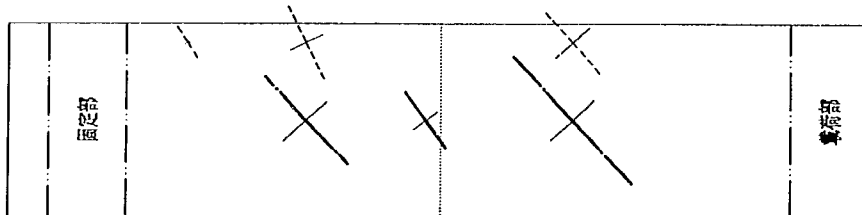
2.88tf・m

————: 300 μ

-----: -300 μ

———: -750 μ

No.16 BS-K-60-13 ひびわれ発生直後



6.11tf・m

————: 300 μ

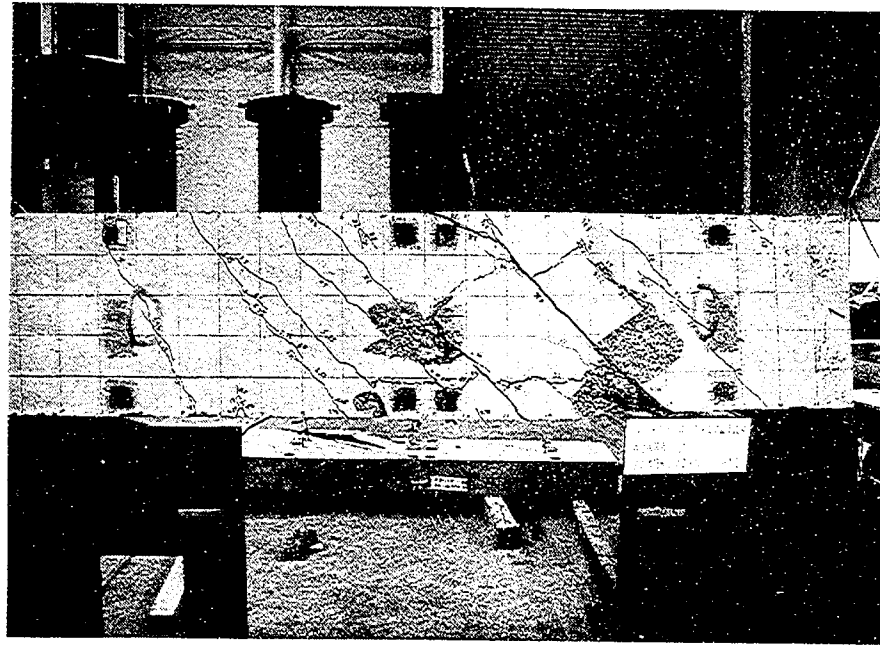
-----: -300 μ

———: -750 μ

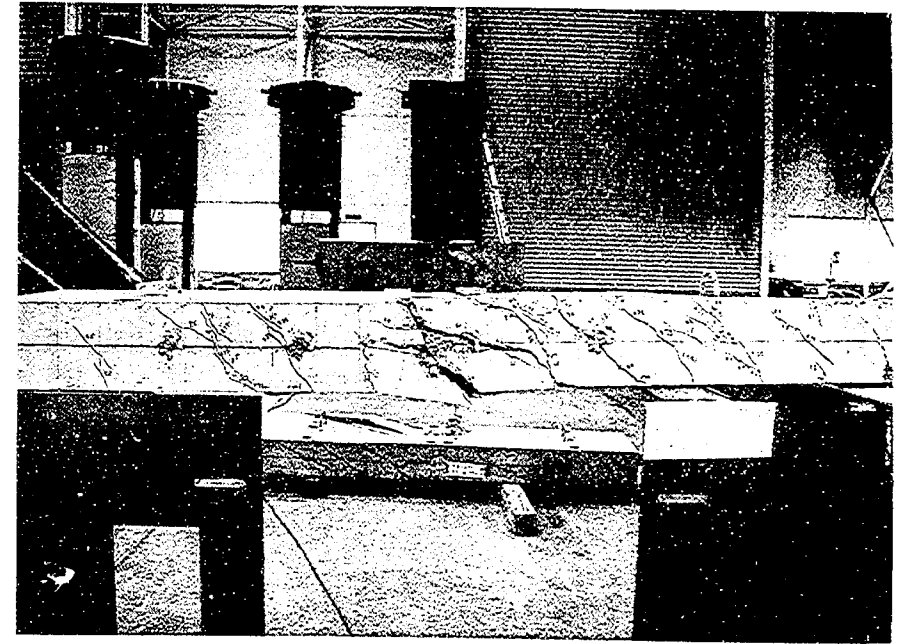
No.16 BS-K-60-13 最大モーメント直後

ねじりモーメントによるコンクリートの主ひずみ分布

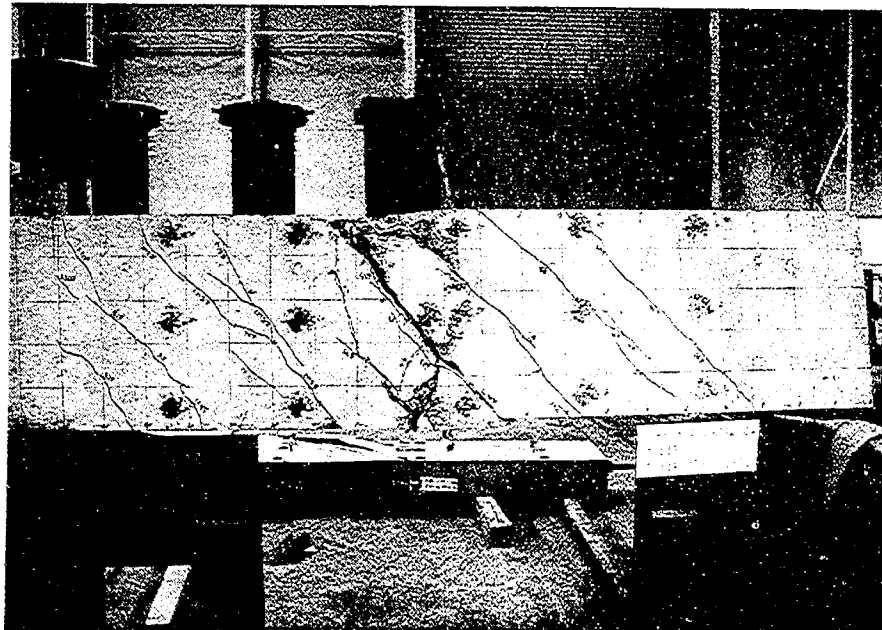
(6) 写真（載荷後）



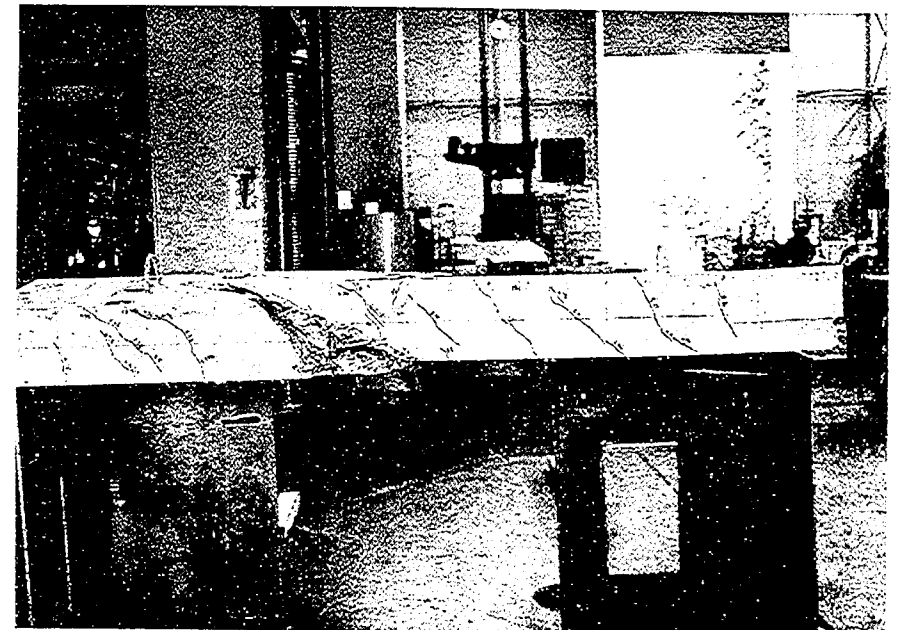
上面



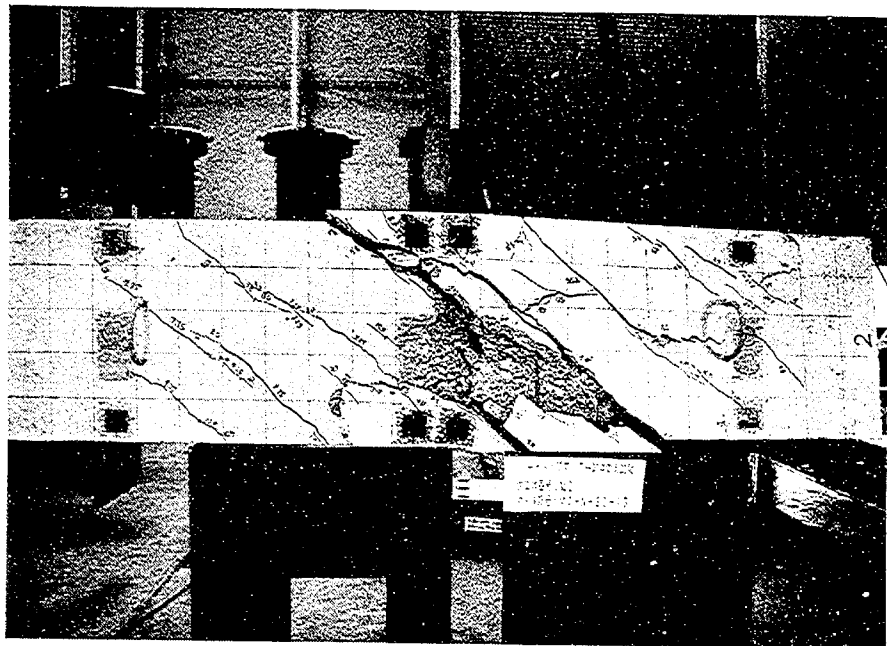
西面



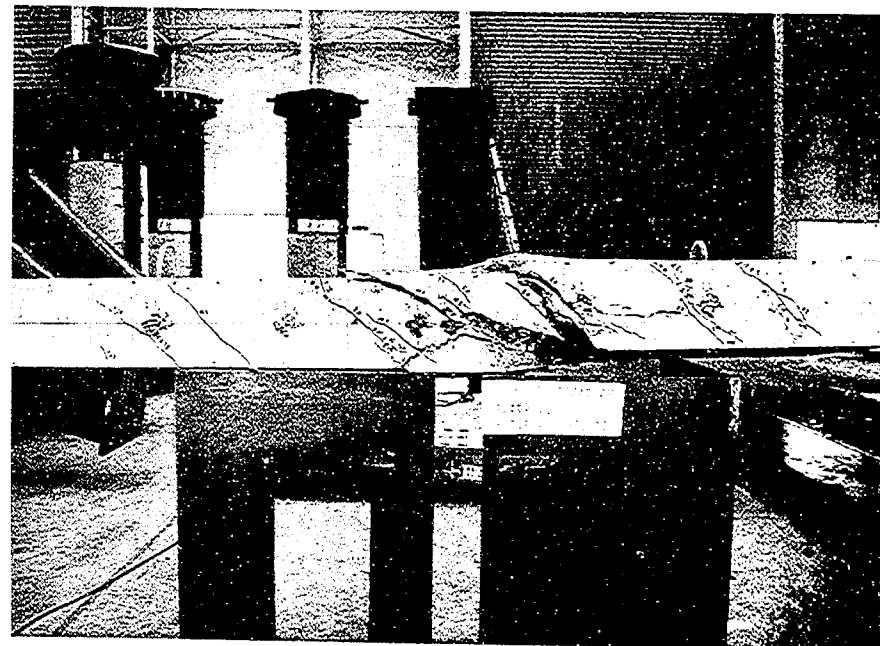
下面



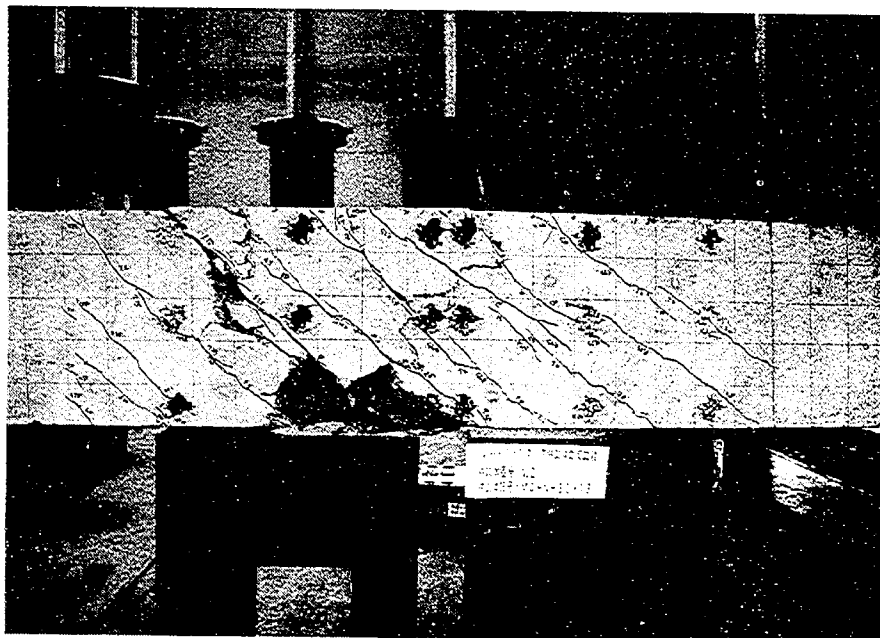
東面



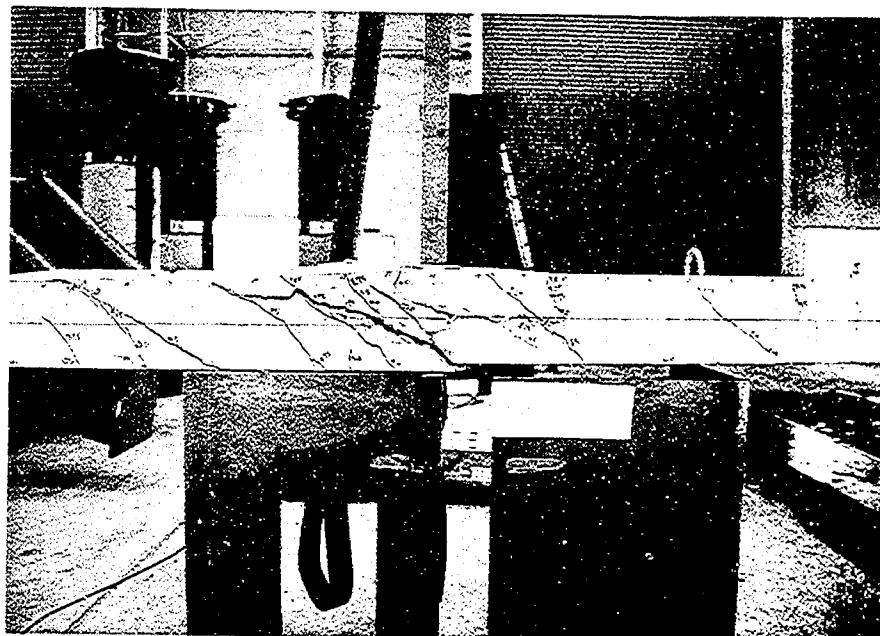
上面



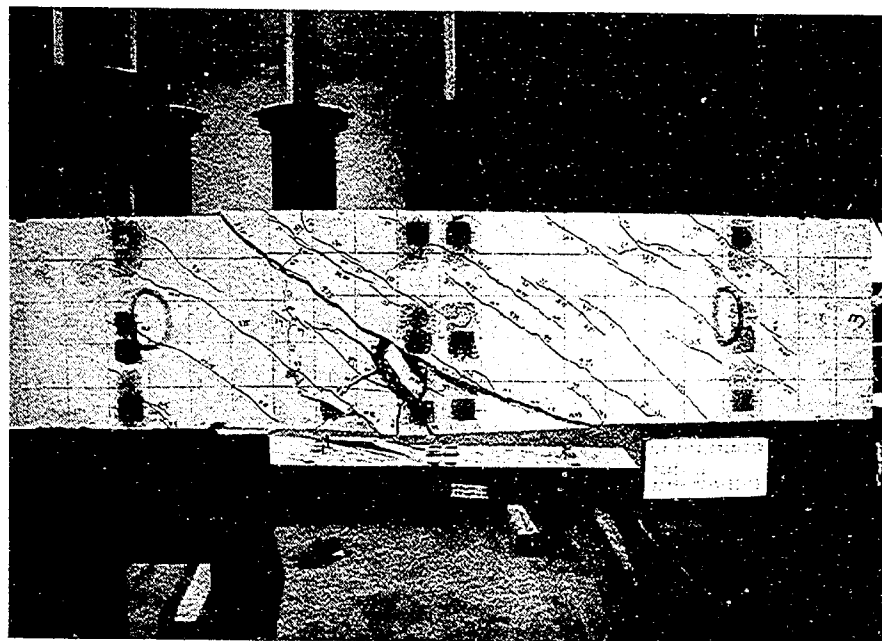
西面



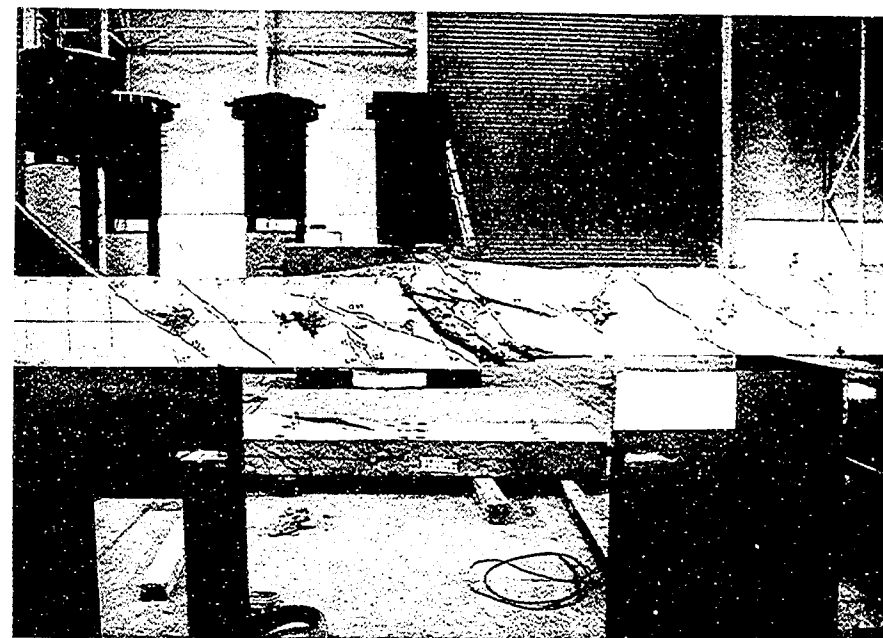
下面



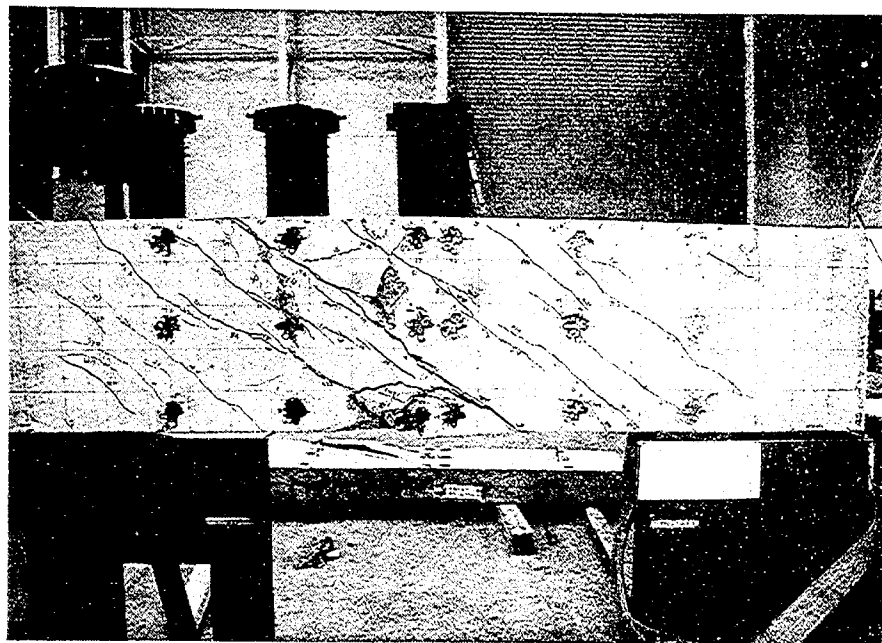
東面



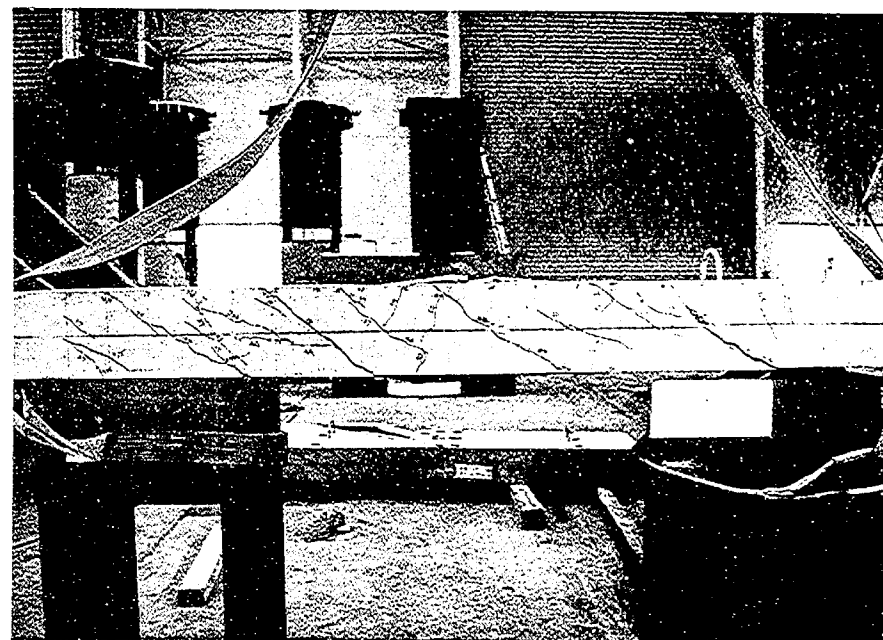
上面



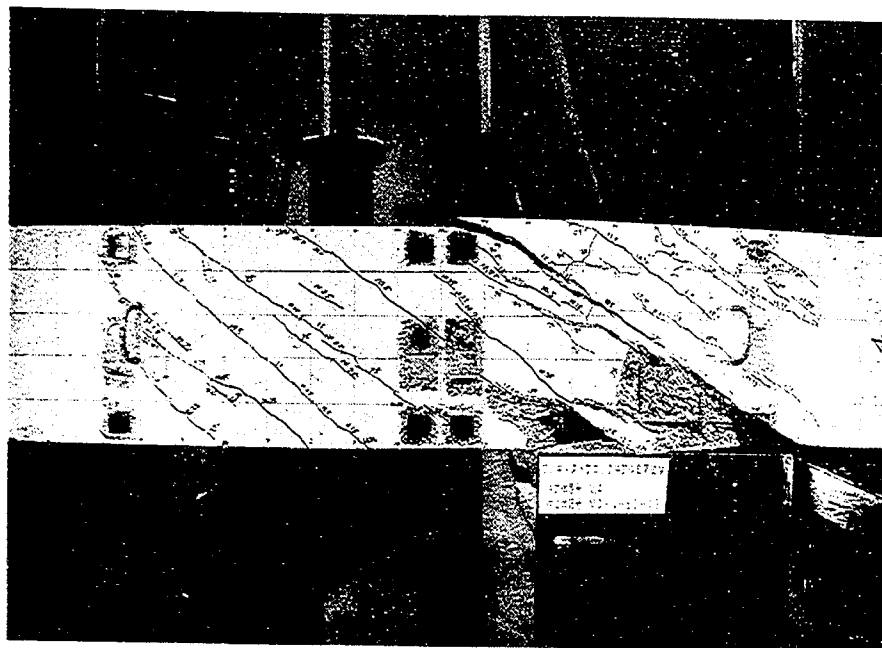
西面



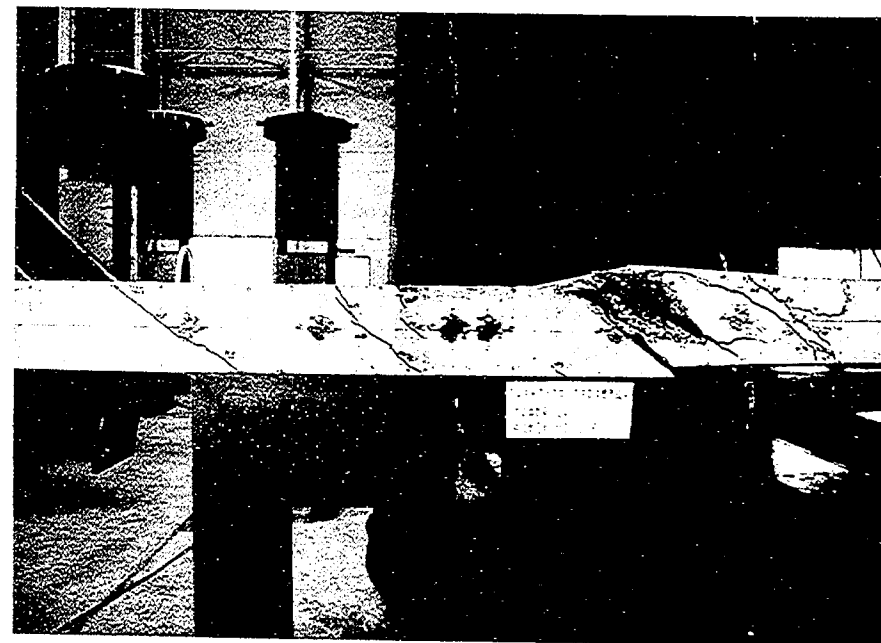
下面



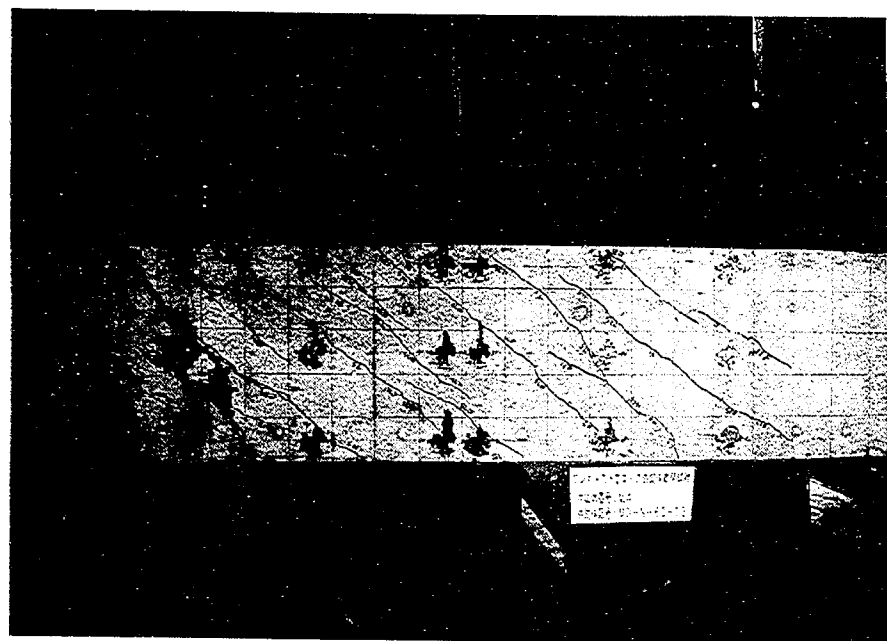
東面



上面



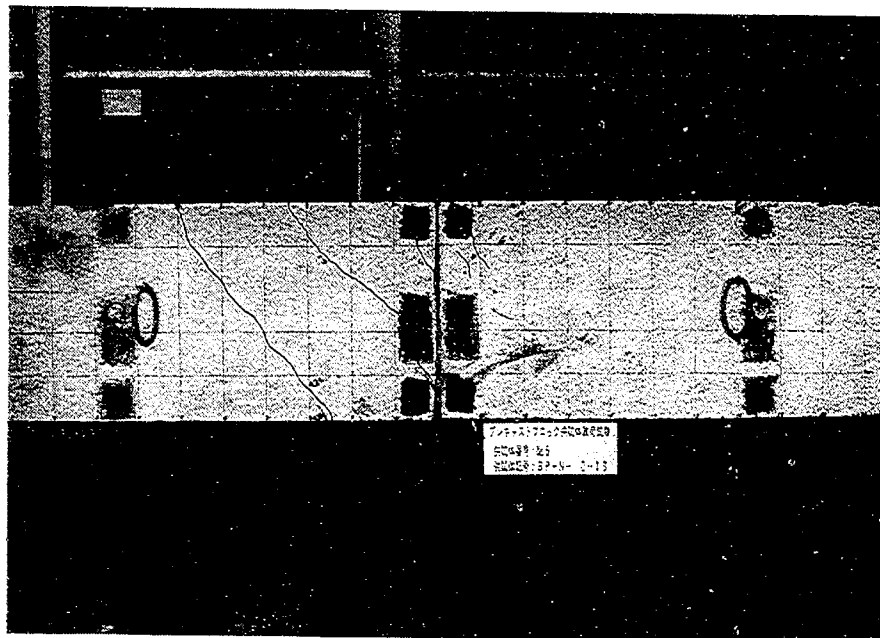
西面



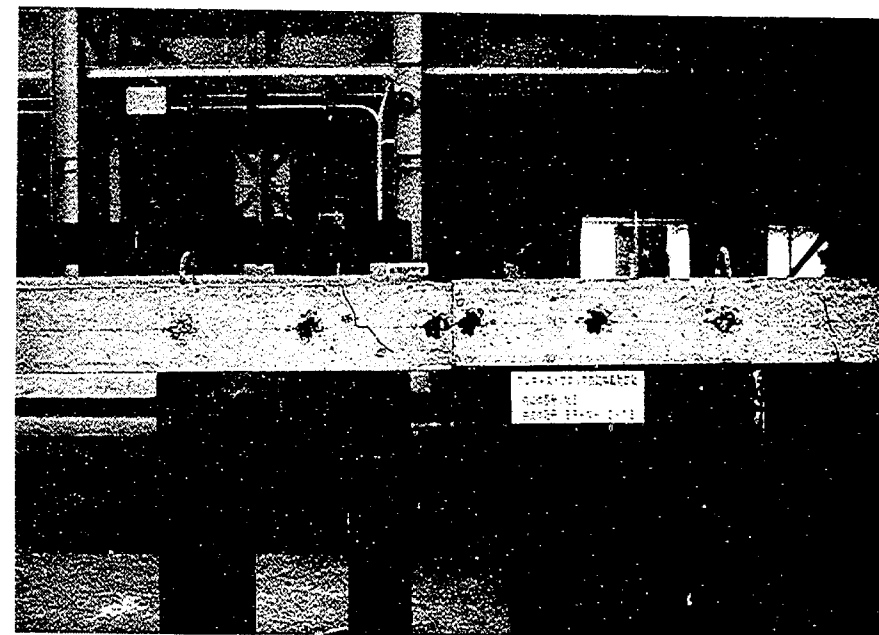
下面



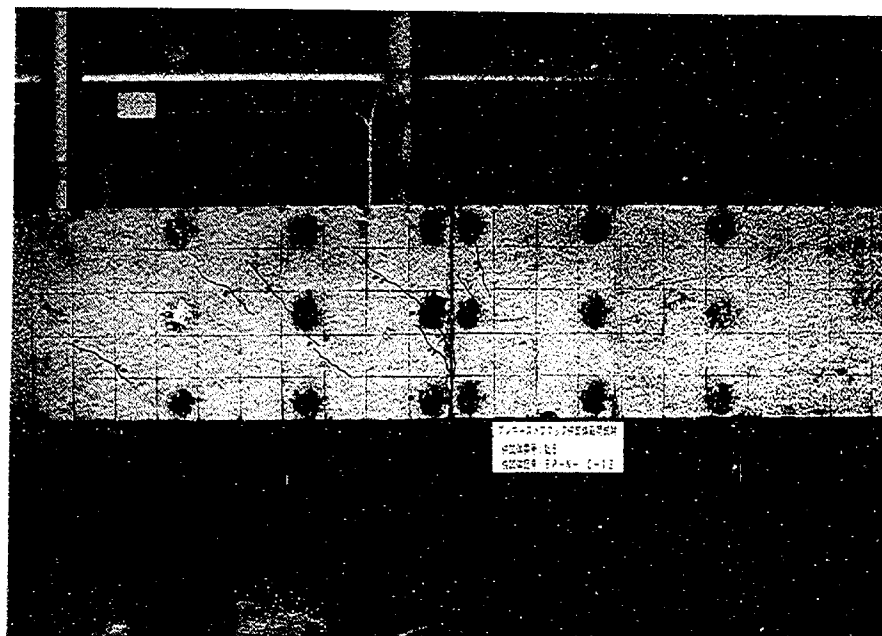
東面



上面



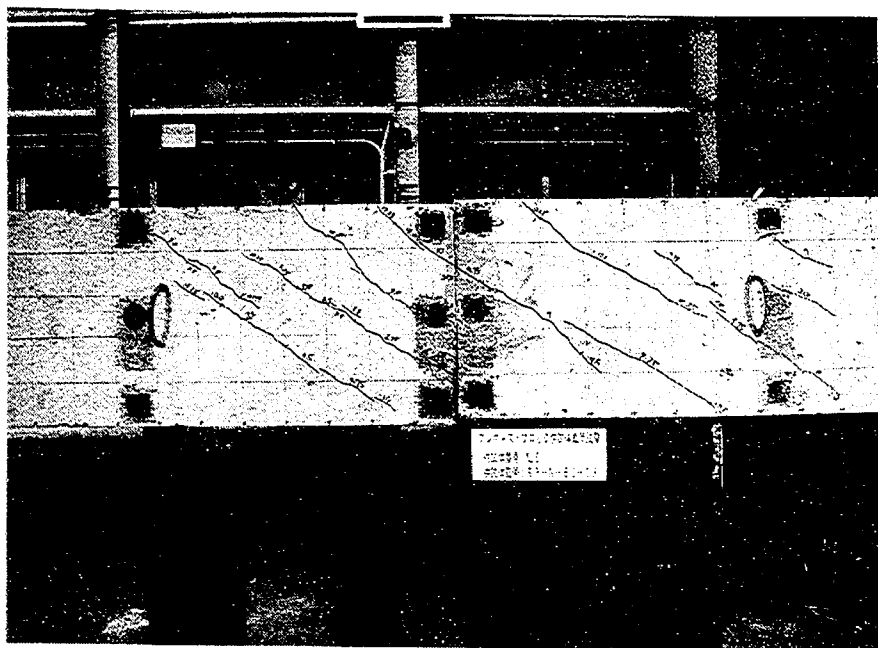
西面



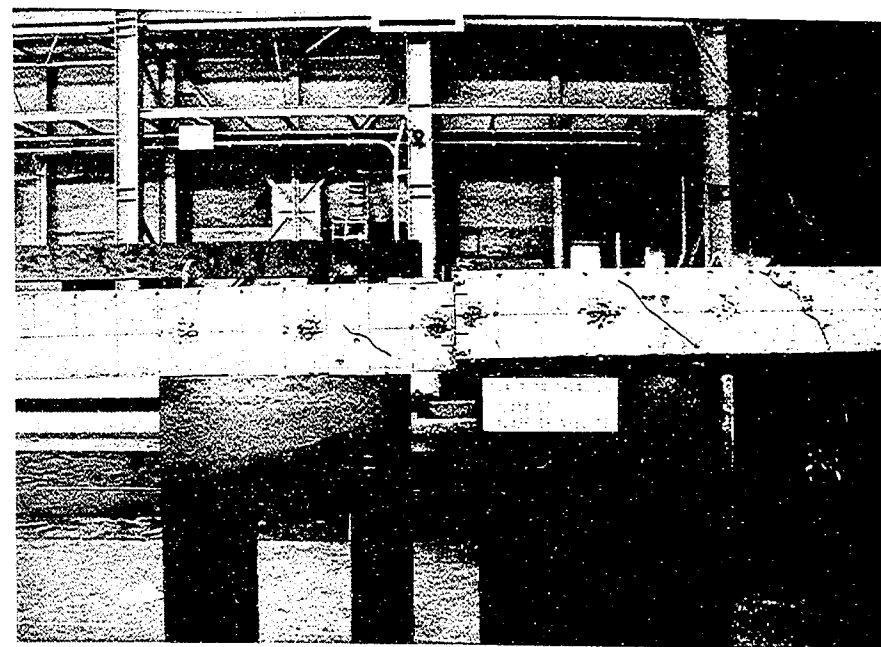
下面



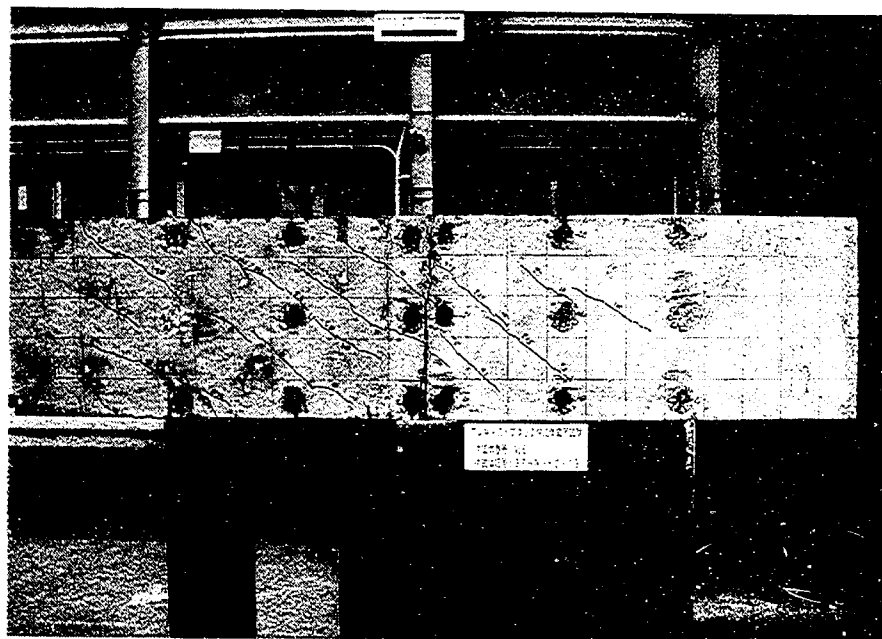
東面



上面



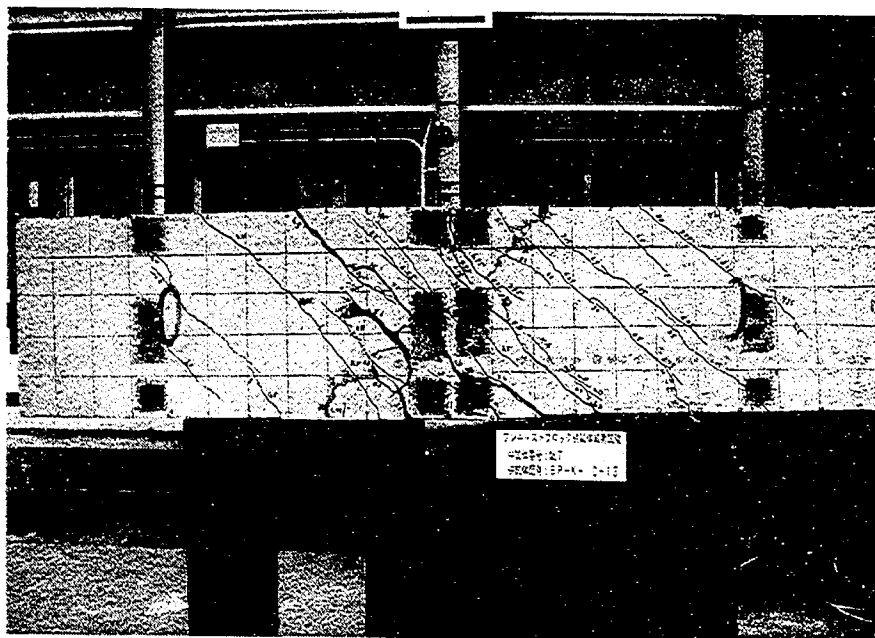
西面



下面



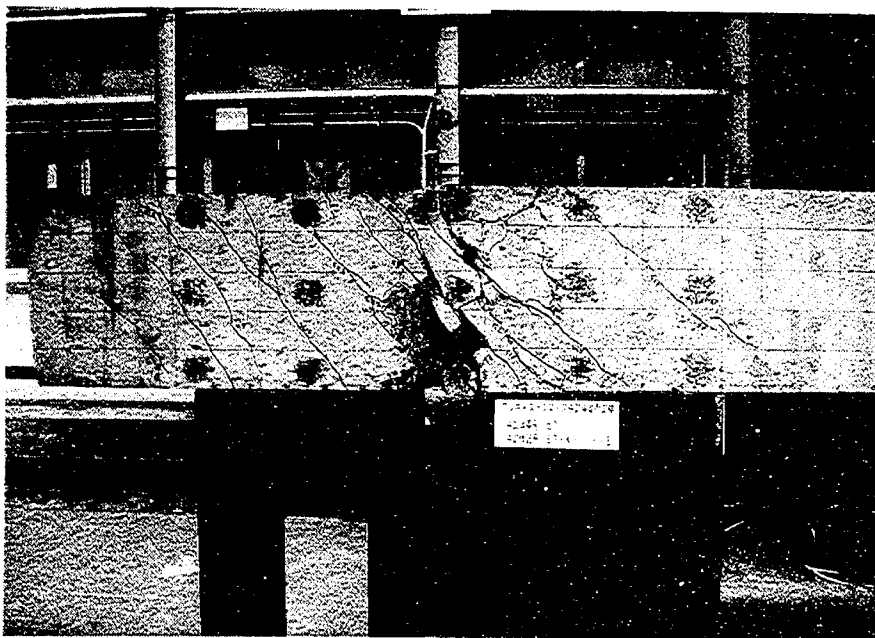
東面



上面



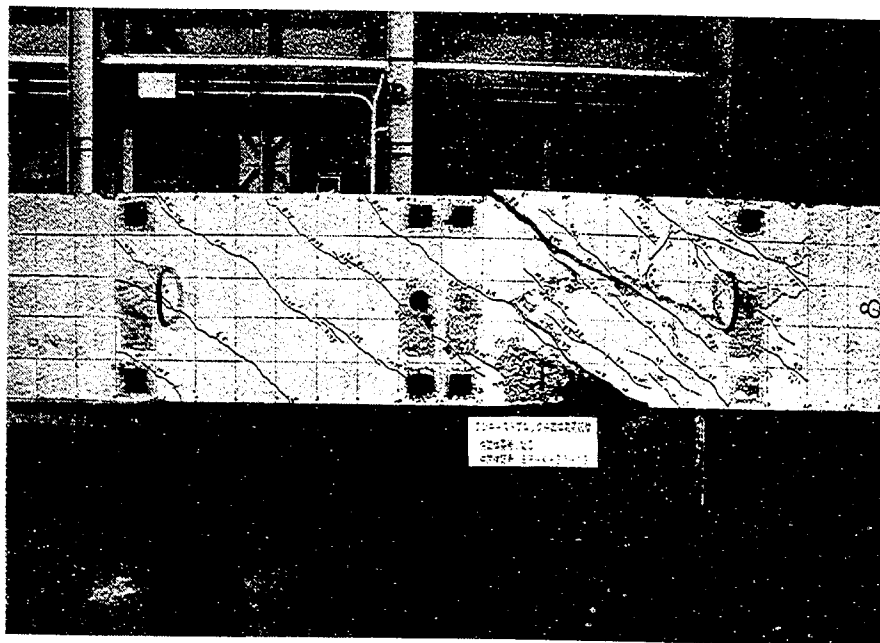
西面



下面



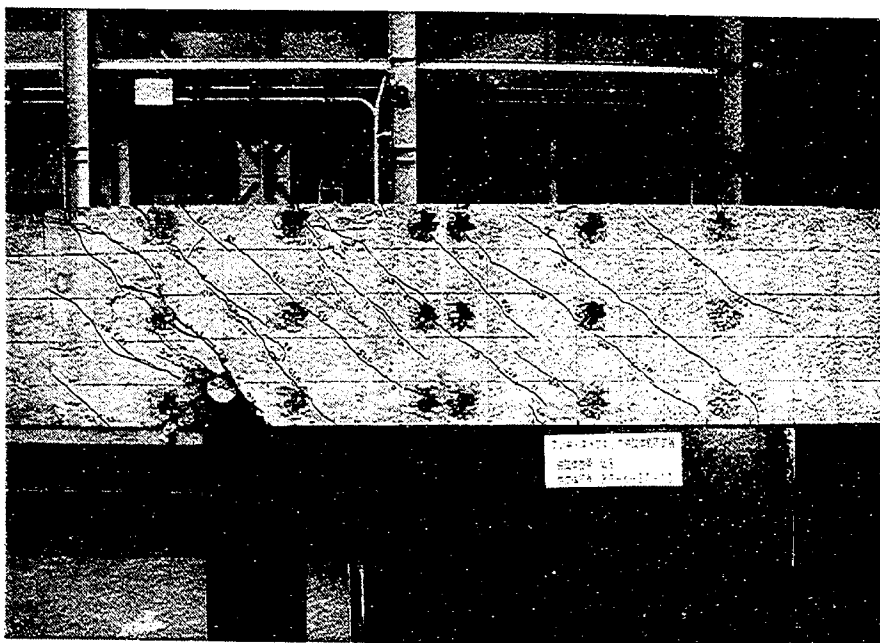
東面



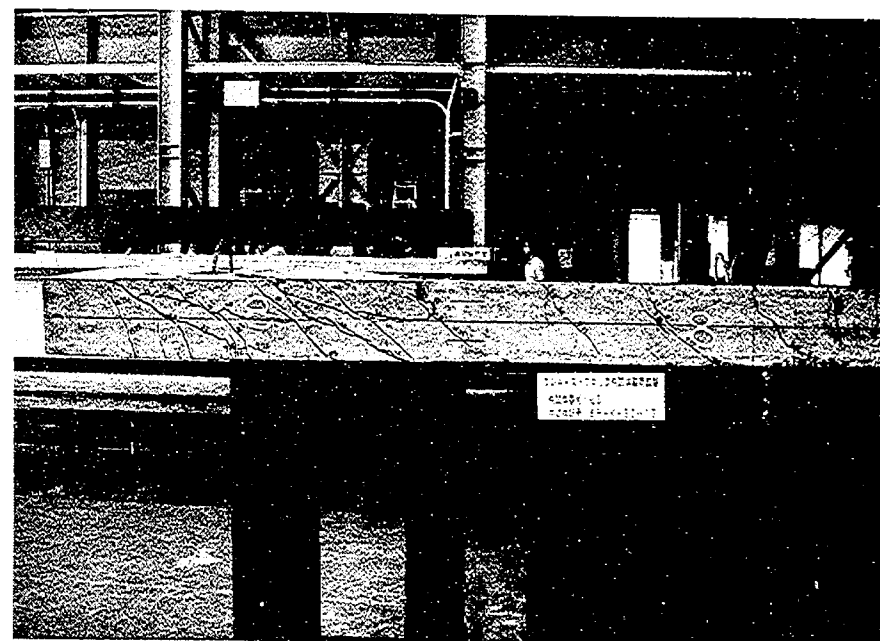
上面



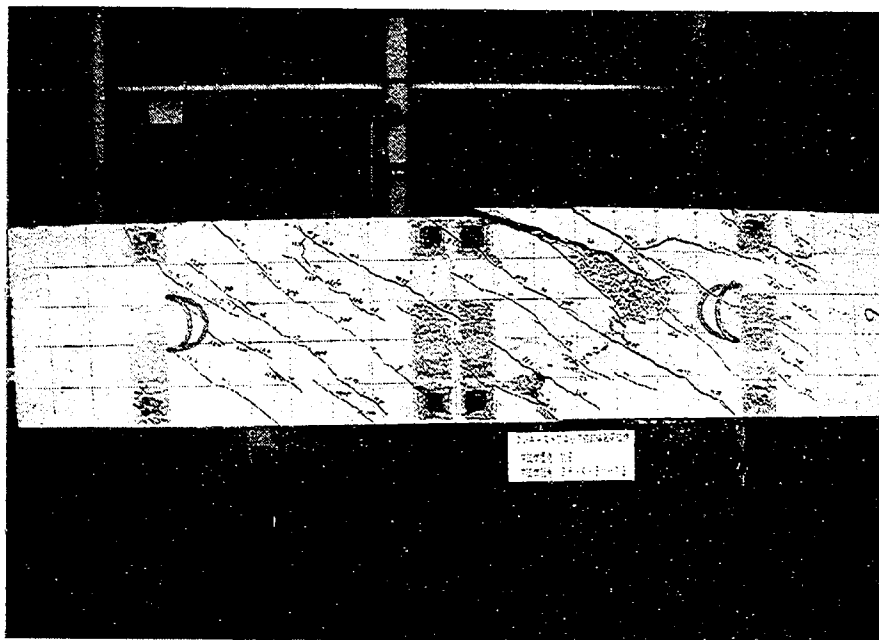
西面



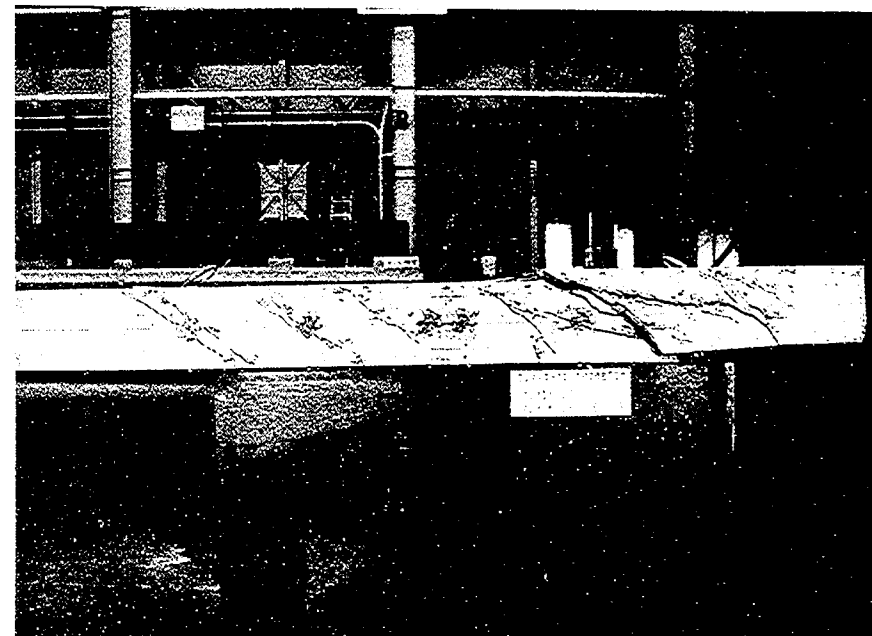
下面



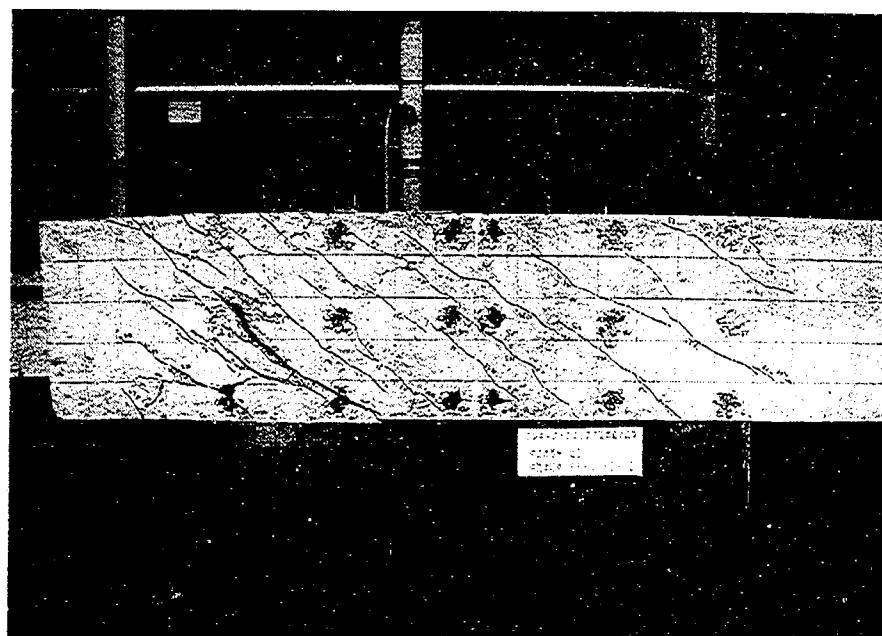
東面



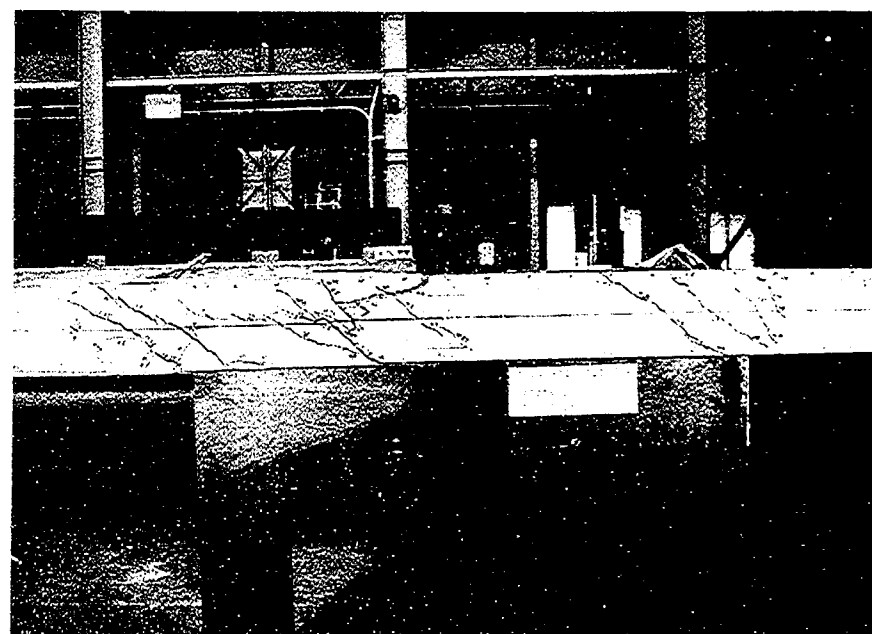
上面



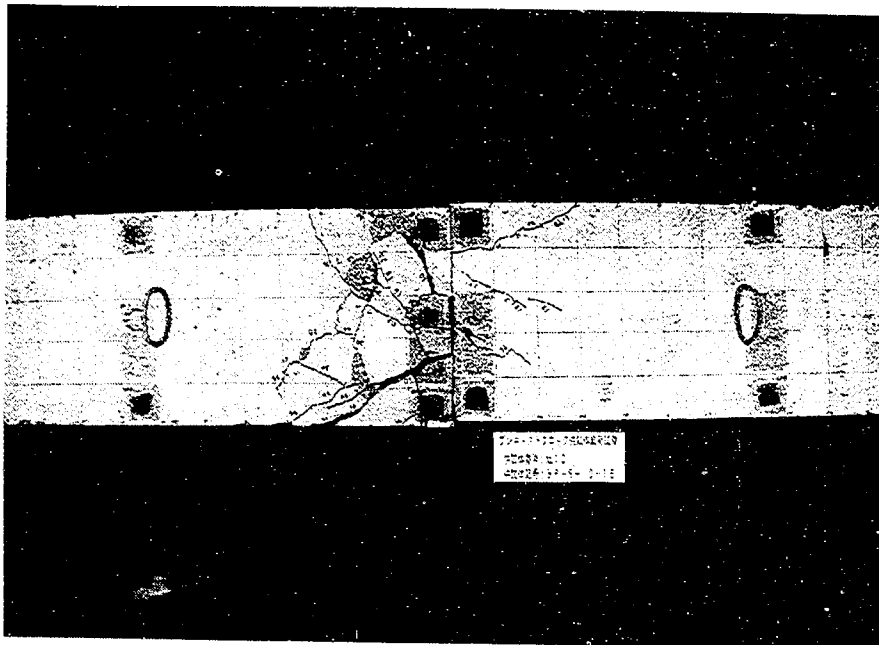
西面



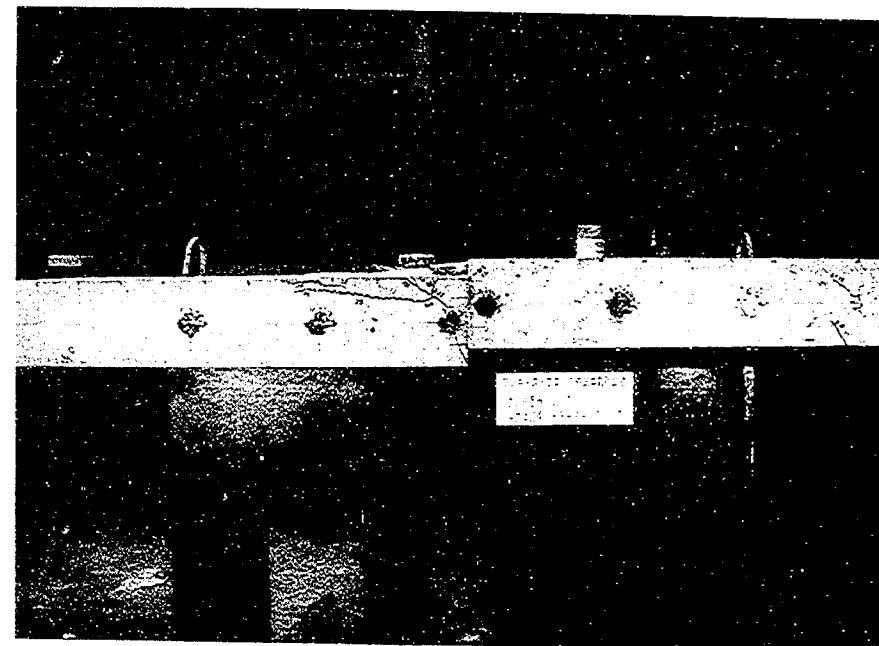
下面



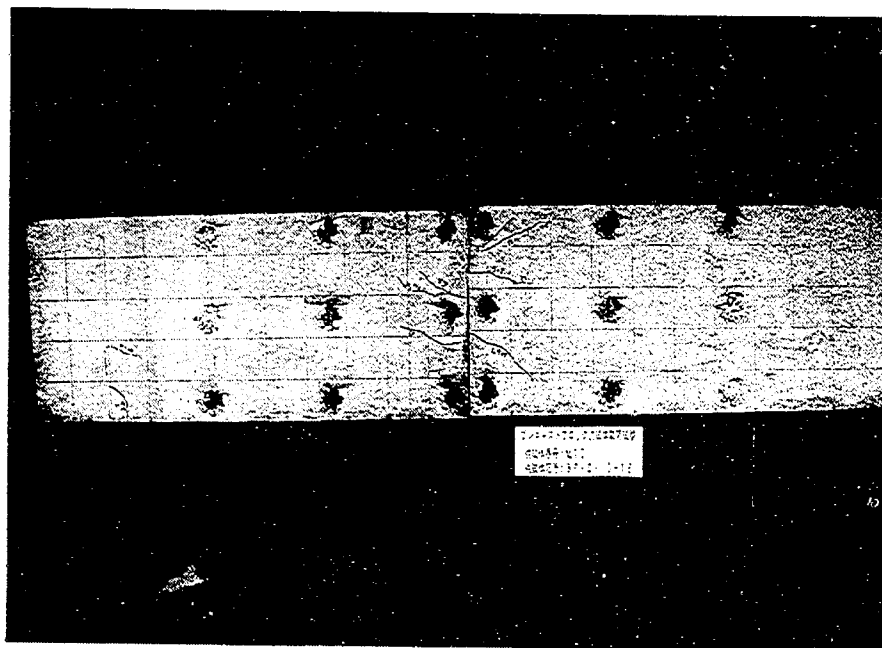
東面



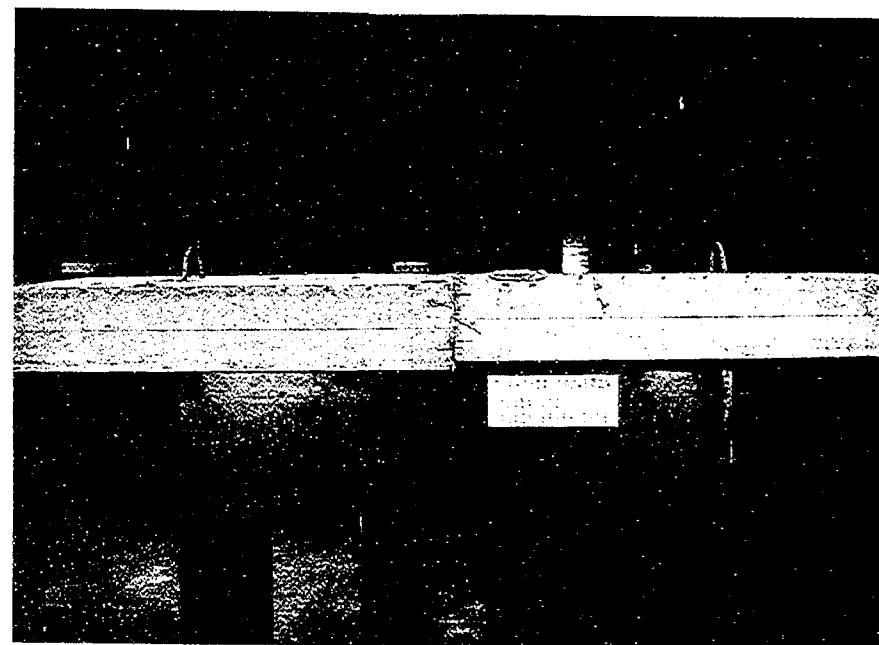
上面



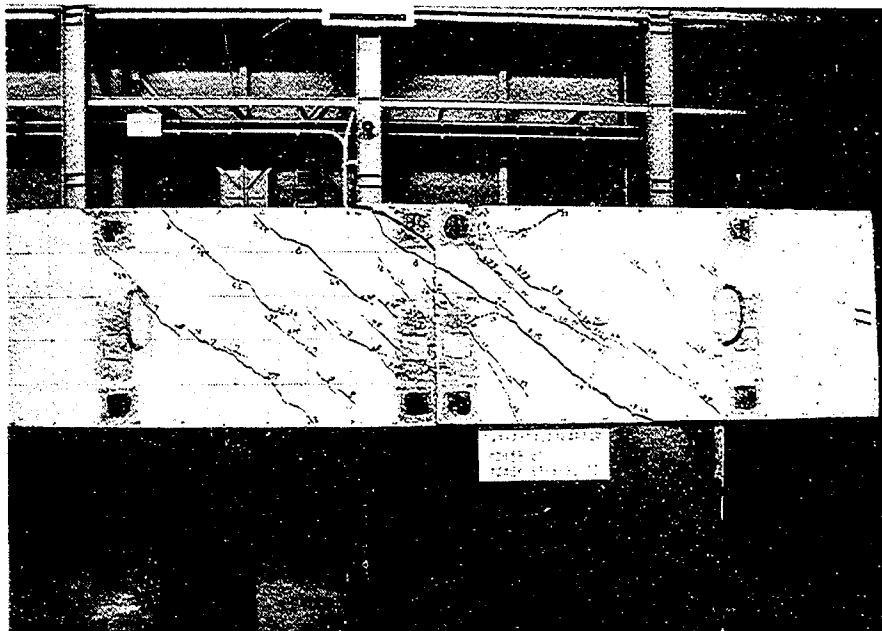
西面



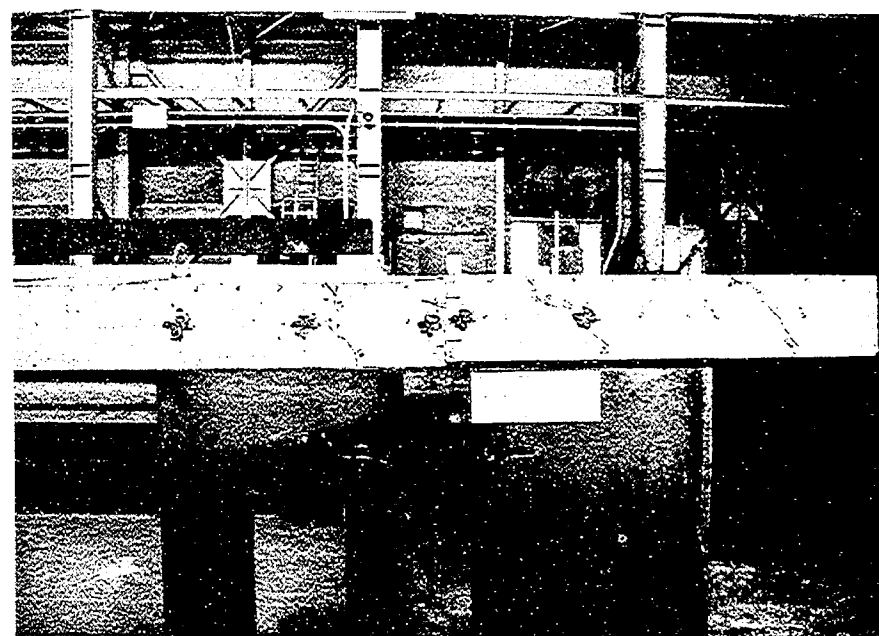
下面



東面



上面



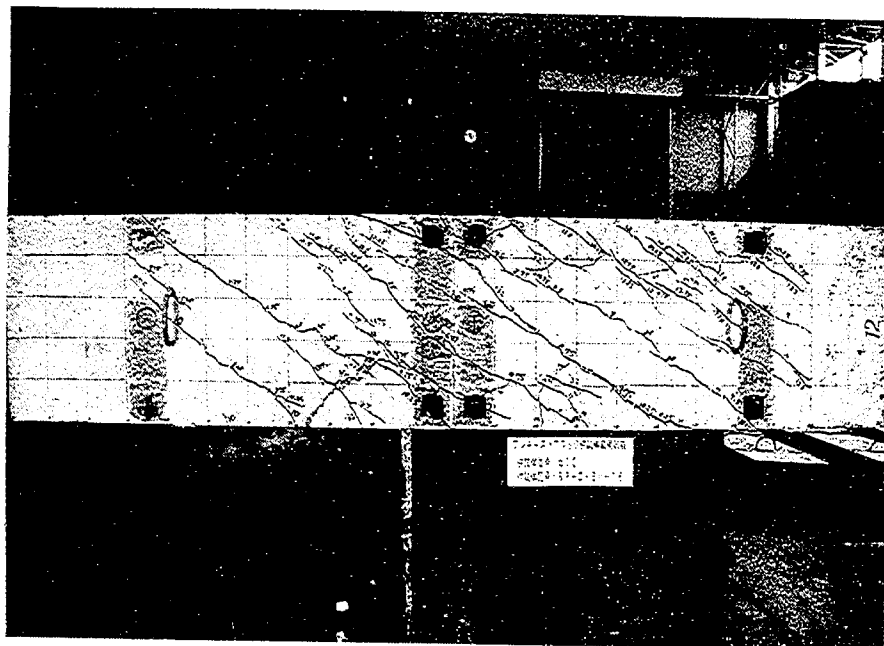
西面



下面



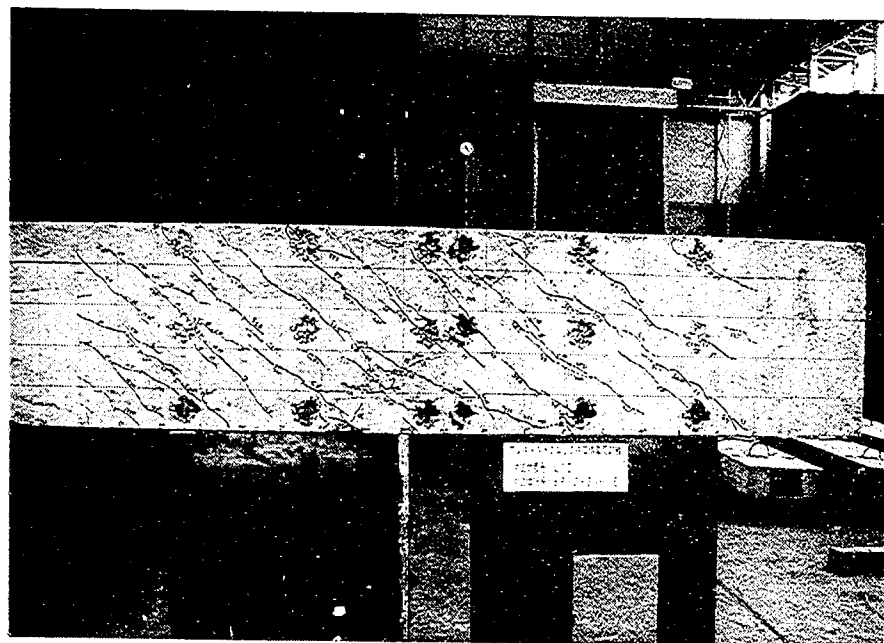
東面



上面



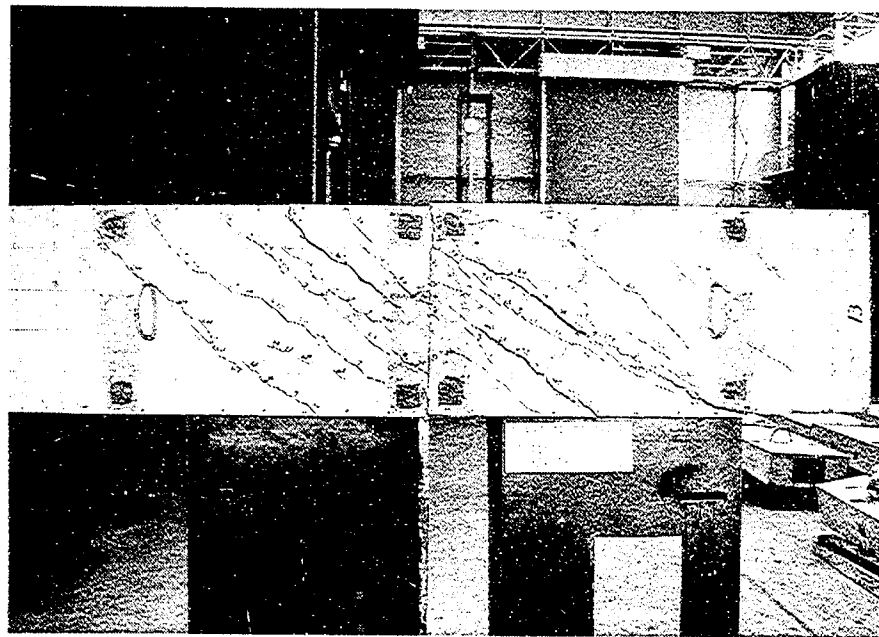
西面



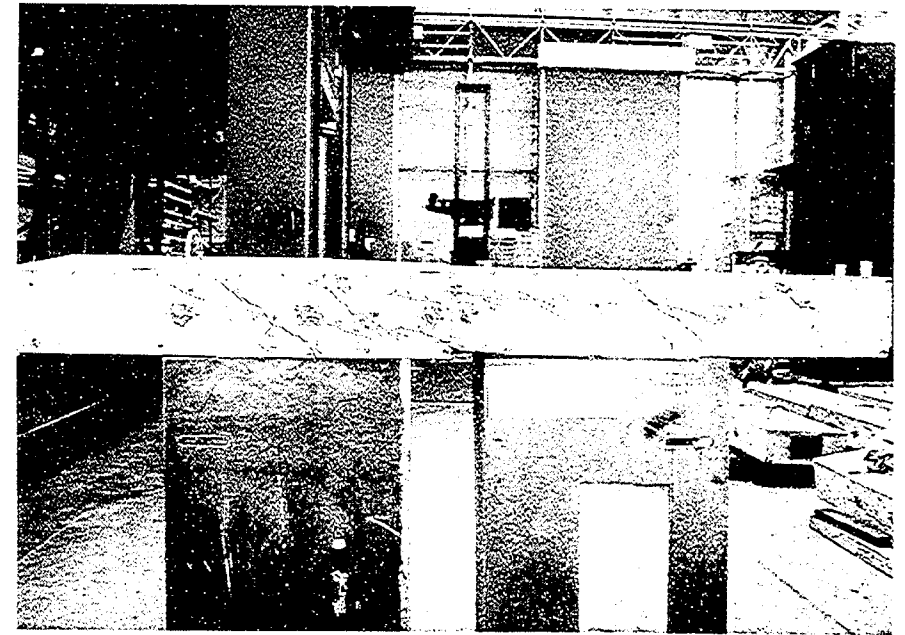
下面



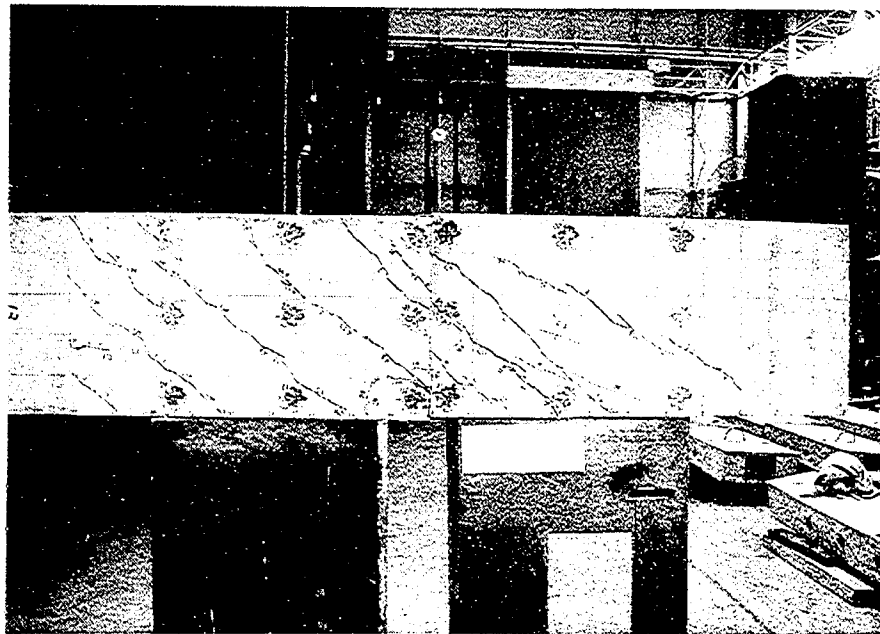
東面



上面



西面



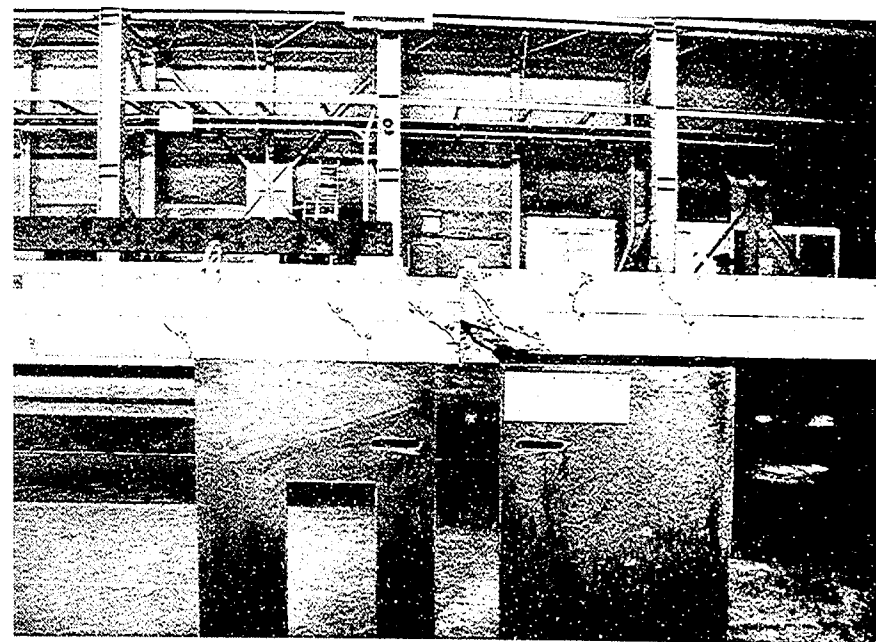
下面



東面



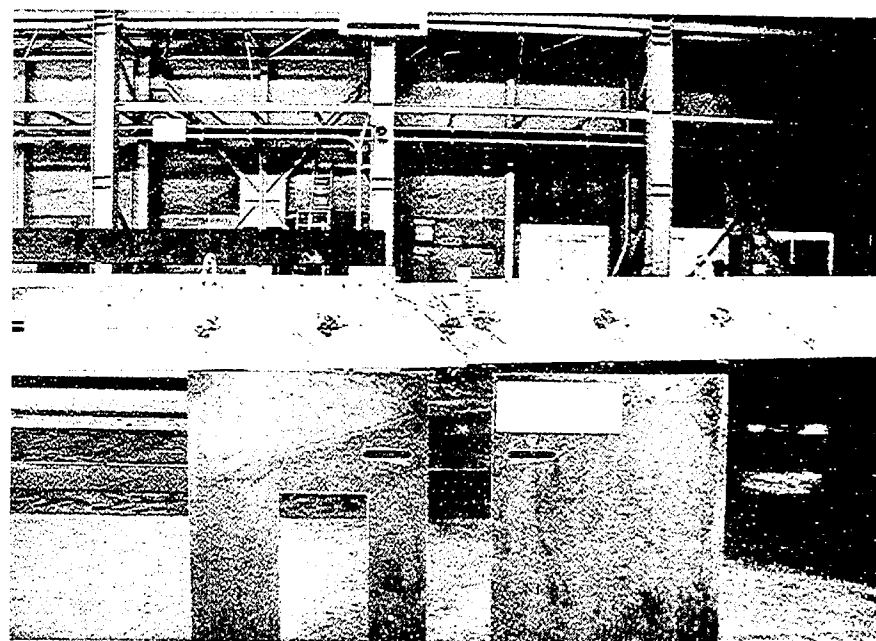
上面



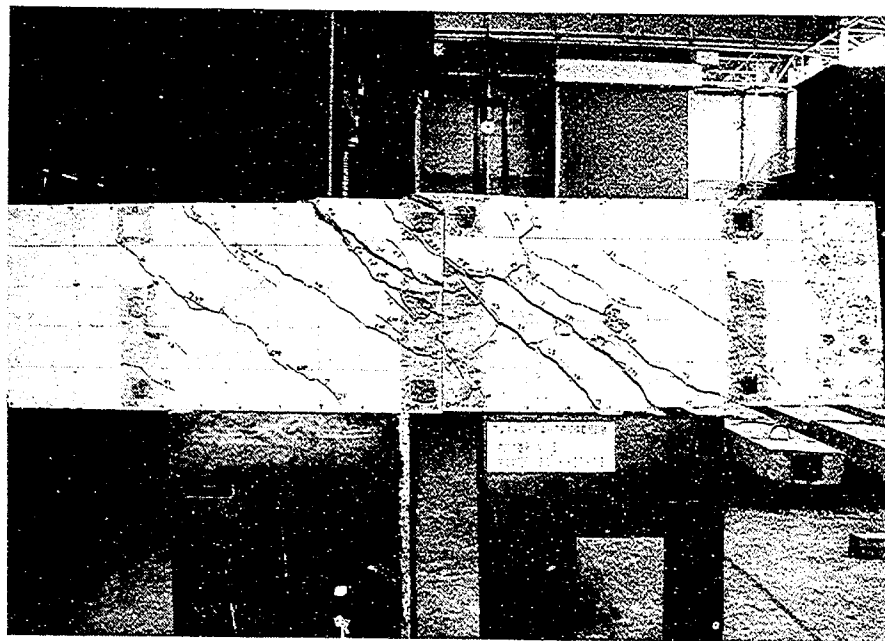
西面



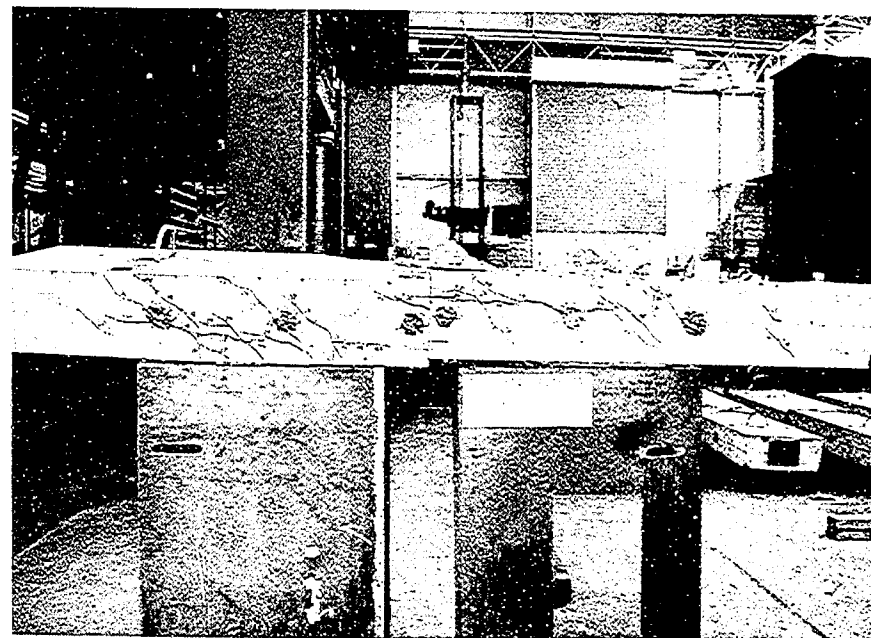
下面



東面



上面



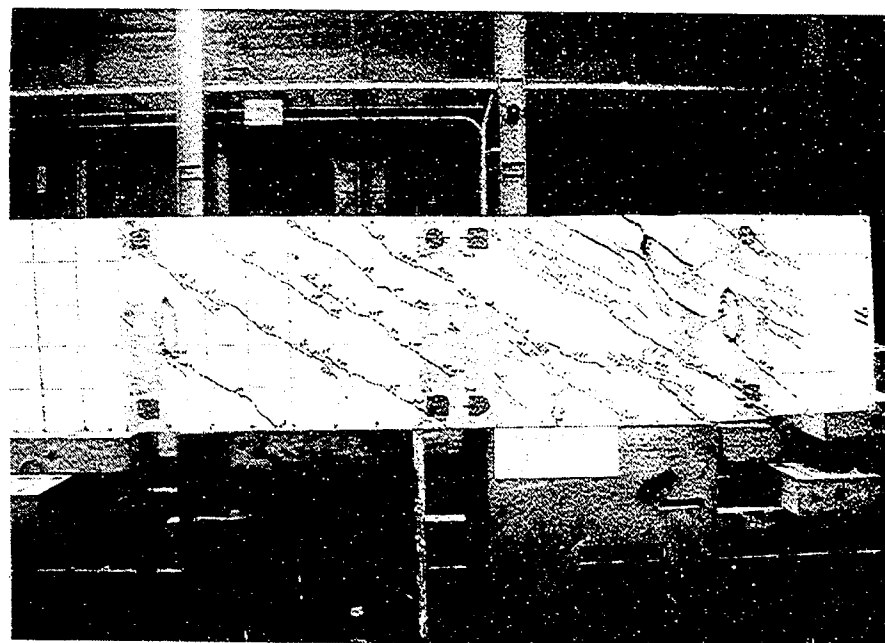
西面



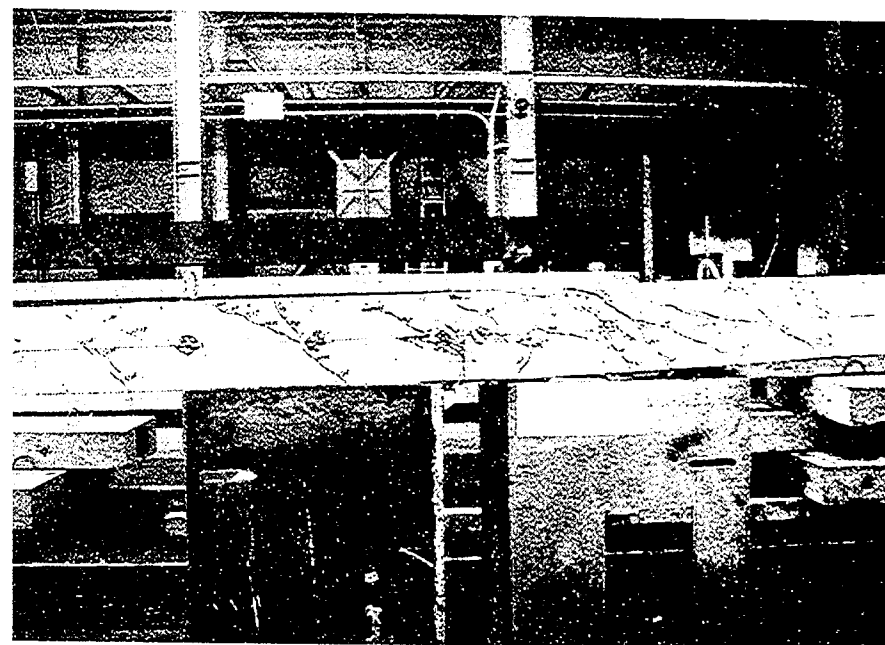
下面



東面



上面



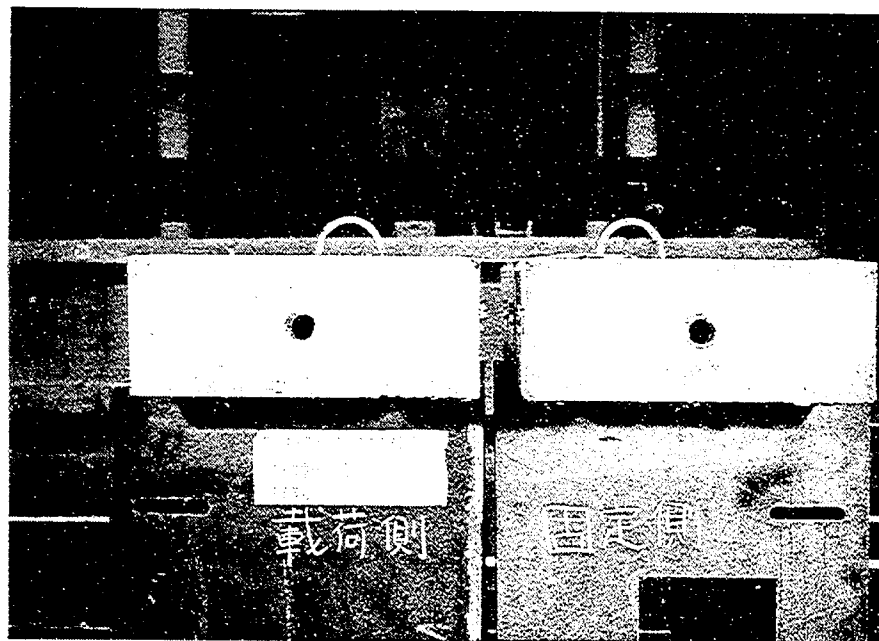
西面



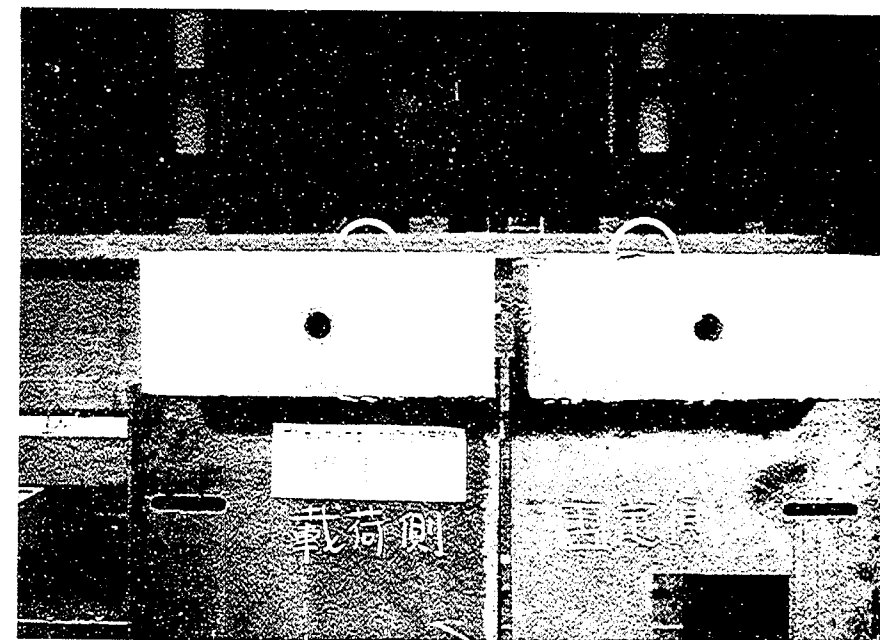
下面



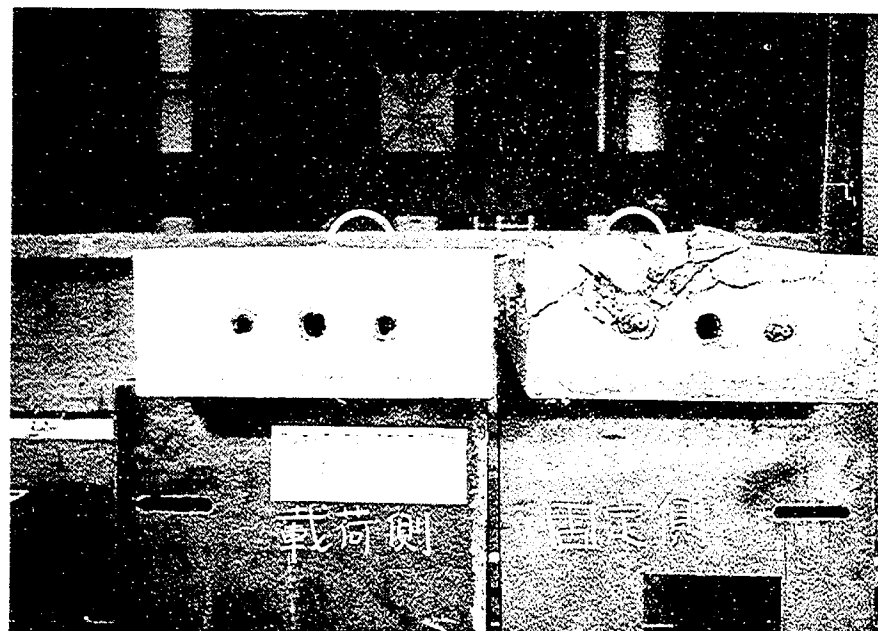
東面



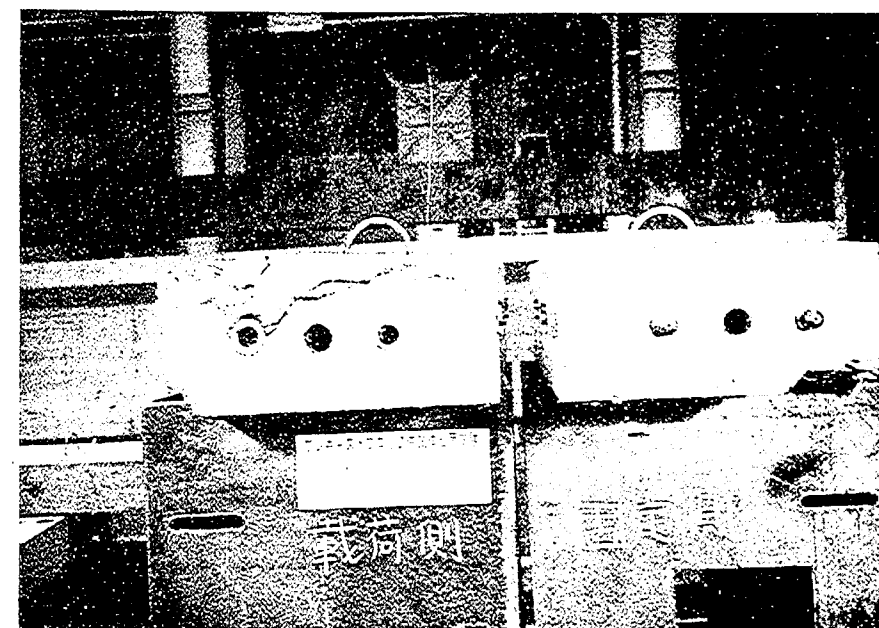
No.5 BP-N-0-13



No.6 BP-N-60-13



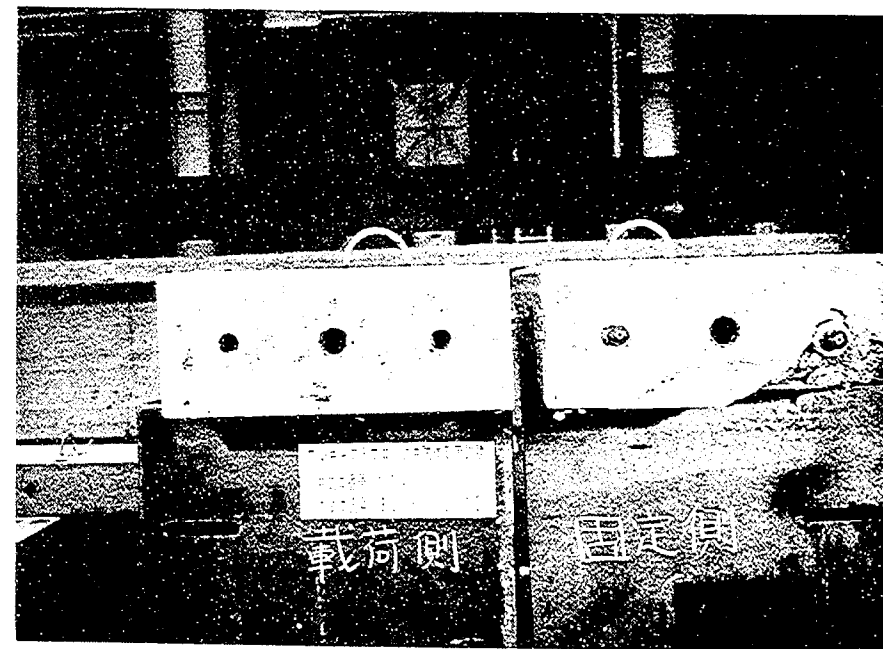
No.10 BP-S-0-16



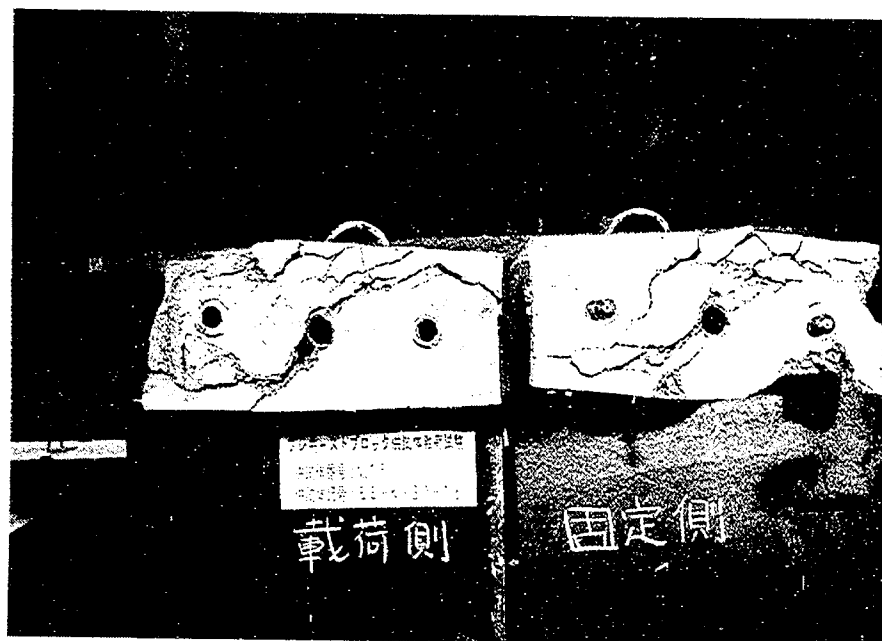
No.11 BP-S-30-16



No.13 BP-K-E-13



No.14 BS-K-0-13



No.15 BS-K-30-13

付 録一 2 供用橋の継目部せん断試験

13年間供用されたプレキャストブロックTげた橋継目部のせん断試験

1981年東京都下にプレキャストブロック工法によって架設された道路橋が路線変更理由によって撤去されることになった。長期間供用されたプレキャストブロック工法を採用したTげた橋の撤去例がほとんどないことと、本橋が現在プレキャストブロック橋の継目部接着に一般的に使用されているエポキシ樹脂系の接着剤を用いていることから、今回は、約13年供用されたプレキャストブロックTげた橋の主げた継目部の樹脂性状を調べる目的で試験を行った。

橋梁形式を以下に示す。

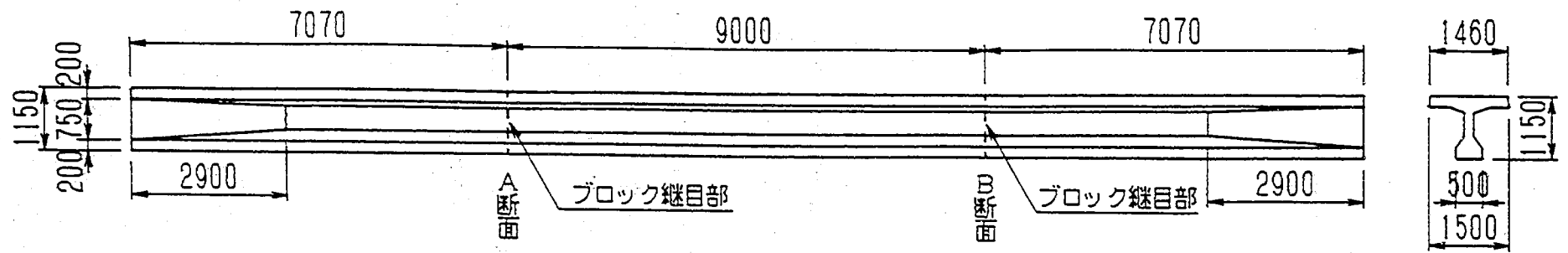
橋 格 : 2等橋
橋 長 : 23.140m
有効幅員 : 4.0m
主 げ た : 3主げた

試験には3主げたの中げたを使用した。

今回の試験では供用された主げた継目部のエポキシ樹脂系接着剤の接着強さに着目し、せん断試験によって樹脂の健全度を力学的に調べた。使用された接着剤は土木学会の品質規格の標準に定められたエポキシ樹脂系接着剤であり、現在プレキャストブロック工法に使用されている接着剤と同一の材料である。

試験体の採取方法は図-1に示す位置の各継目より上フランジ部7ヶ所、ウェブ部3ヶ所の計10ヶ所からφ45mmのコアを採取し、高さ約50mmに切断した後、切断面を研磨してせん断試験を行い接着強さを調べた。撤去した主げたを写真-1、コア採取状況を写真-2および採取したコアを写真-3にそれぞれ示す。

載荷試験方法は図-2および写真-4に示す治具を用いて接着面にせん断力が作用する方法で行い、圧縮試験機によって載荷して最大荷重を求めた。また、併せて本体のコンクリートについても同様の方法で載荷試験を行ってコンクリートのせん断強さを明らかにした。



コア採取位置

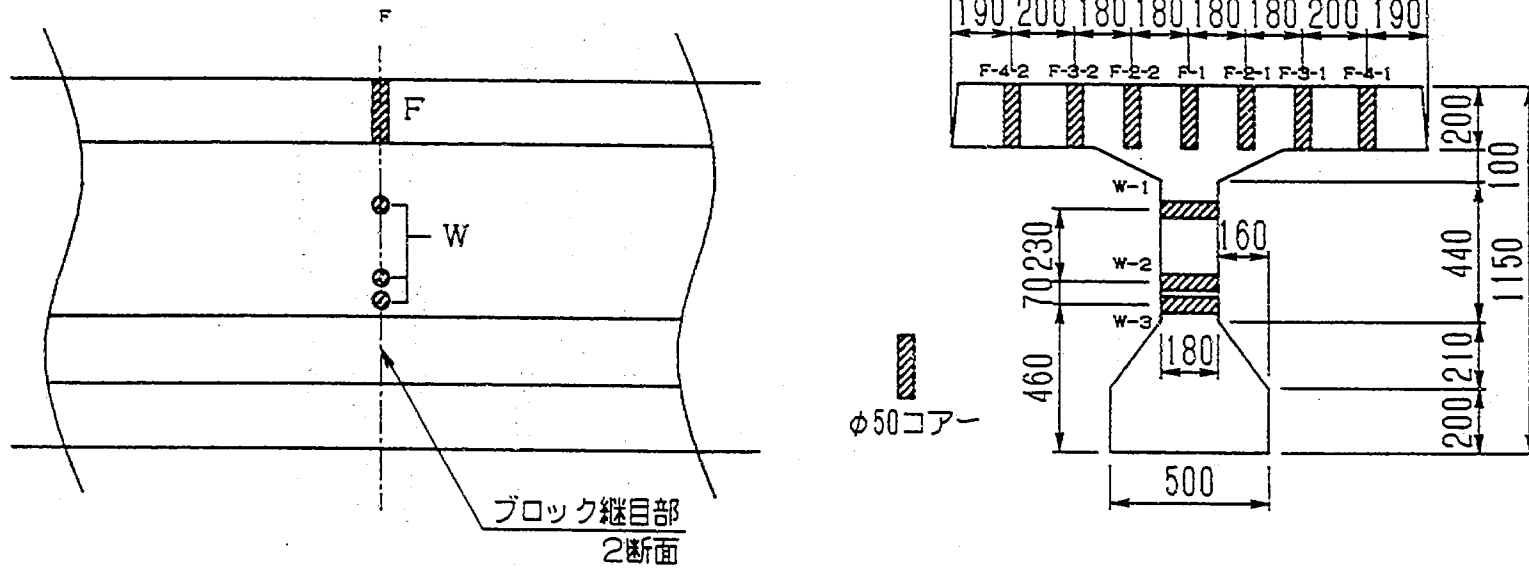


図-1 けたの形状と試験体採取位置

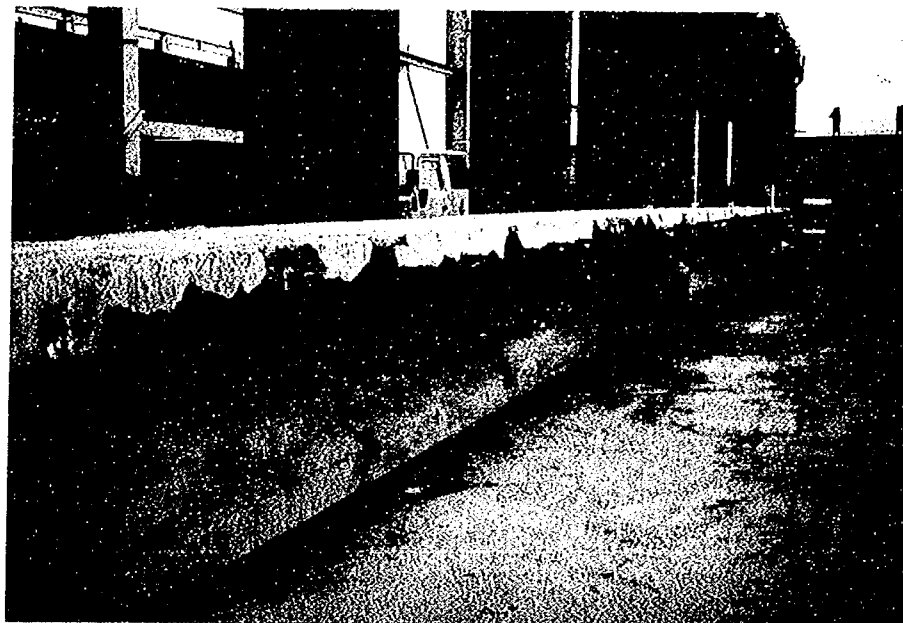


写真-1 現地より搬入した主げた

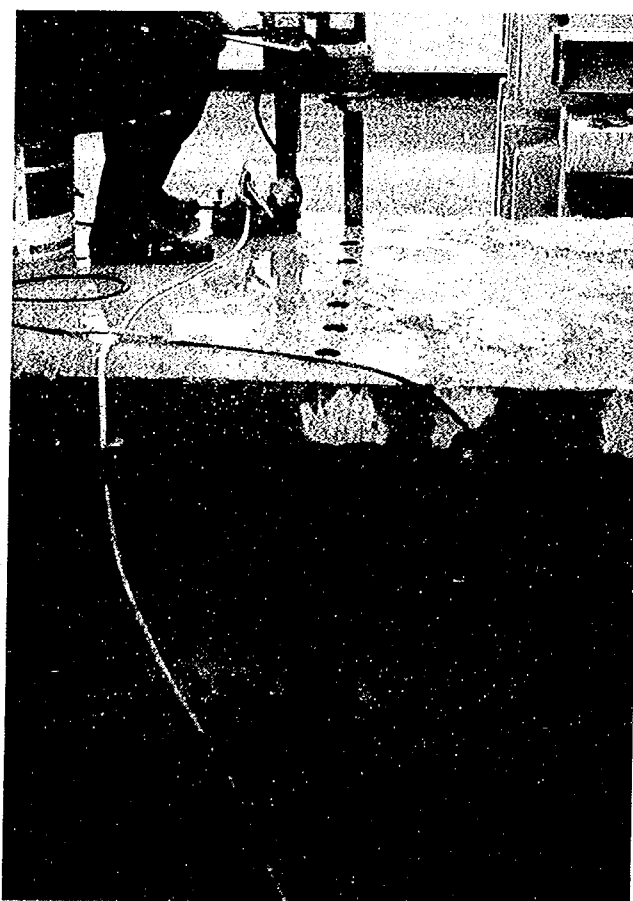
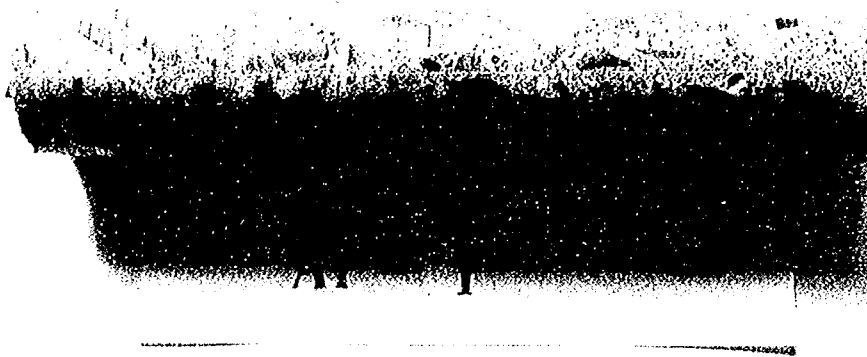


写真-2 継目部よりのコアの採取



RF-3-1

写真-3 採取したコア

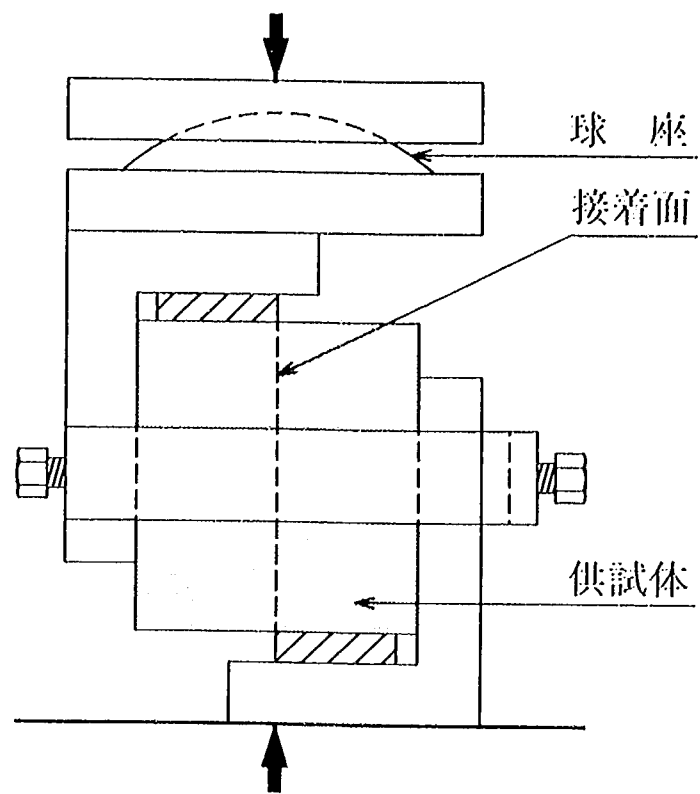


図-2 載荷方法

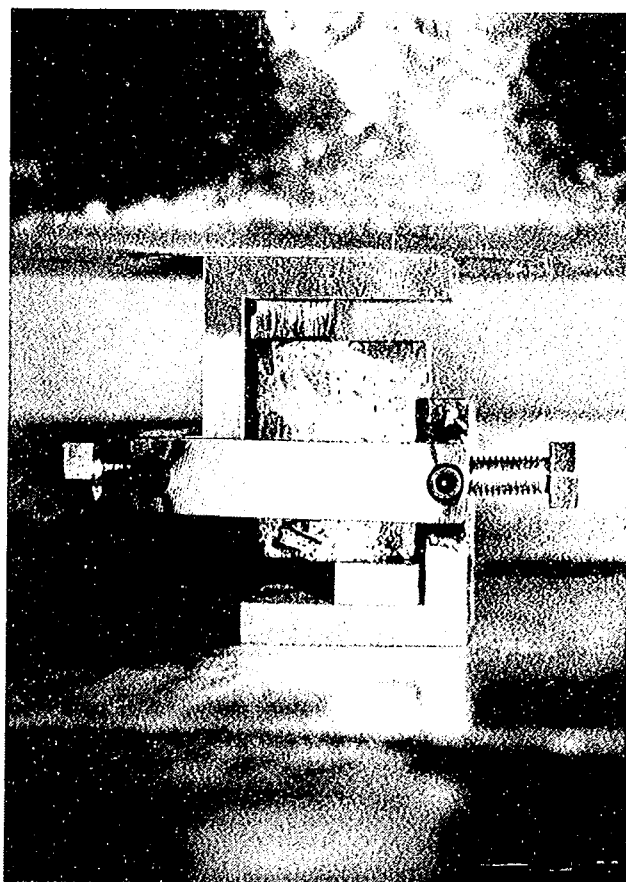


写真-4 載荷方法

試験結果および考察

13年経過したプレキャストブロックTげた橋継目部のコアーによるせん断試験によって得られた結果を表-1に示す。接着強さはA断面では平均 68.7kgf/cm^2 であり、B断面では平均 60.9kgf/cm^2 であった。また、本体コンクリートのせん断強さは平均で 51.6kgf/cm^2 であり、接着面より低い値であった。これより、経年変化等による接着剤の劣化は力学的には認められないことがわかった。

コンクリート表面に接着剤を塗布してプレストレスを導入した場合、接着剤は写真-5に示すように継目部コンクリート表面の小さな気泡にも含浸されていた。また、接着剤の厚さは約 0.03mm 程度であり、上フランジとウェブの接着剤厚の差はほとんどなく一様な厚さの接着剤層を形成していた。

つぎに、供試体の破壊性状を写真-6および写真-7に示す。破断面は継目での剝離は生じず、接着面より $1\sim 2\text{mm}$ 程度離れたコンクリート面でせん断によって被着体破壊しており、接着強さはコンクリートのせん断強さより大きいものと考えられる。

以上の結果より、13年経過したプレキャストブロックTげた橋の継目部は、力学的には接着剤の劣化も見られず、一体構造と同等の強度を有していると考えられる。

表-1 供用体の寸法と試験結果

断面	供 試 体	径の平均 (cm)	高さの平均 (cm)	最大荷重 (kgf)	接着強さ (kgf/cm ²)
A 断 面	A-F-1	4.33	5.42	1,980	84.4
	A-F-2-1	4.35	4.37	1,800	77.1
	A-F-2-2	4.23	5.43	1,560	67.9
	A-F-3-1	4.18	5.44	1,821	80.1
	A-F-3-2	4.38	5.41	1,388	58.6
	A-F-4-1	4.35	5.41	1,283	54.5
	A-F-4-2	4.38	5.37	—	—
	A-W-1	4.39	5.46	1,310	54.7
	A-W-2	3.69	5.42	1,510	75.5
	A-W-3	4.39	5.39	1,560	65.9
	平 均	—	—	—	68.7
B 断 面	B-F-1	4.29	5.42	1,815	78.1
	B-F-2-1	4.23	5.38	1,292	56.8
	B-F-2-2	4.37	5.99	1,575	60.2
	B-F-3-1	4.37	5.38	1,292	55.0
	B-F-3-2	4.36	5.47	1,673	70.1
	B-F-4-1	4.38	5.41	1,091	46.0
	B-F-4-2	4.39	5.42	1,785	75.0
	B-W-1	4.36	5.45	957	40.3
	B-W-2	4.39	5.34	1,892	80.7
	B-W-3	4.38	5.42	1,108	46.7
	平 均	—	—	—	60.9
コン クリ ート	A-F-1	4.39	5.36	1,450	61.6
	A-W-2	4.39	5.34	1,100	46.9
	B-F-4-1	4.40	5.39	1,100	46.4
	平 均	—	—	—	51.6

A. } 継目部の位置
 B. }
 F: フランジ部
 W: ウェブ部

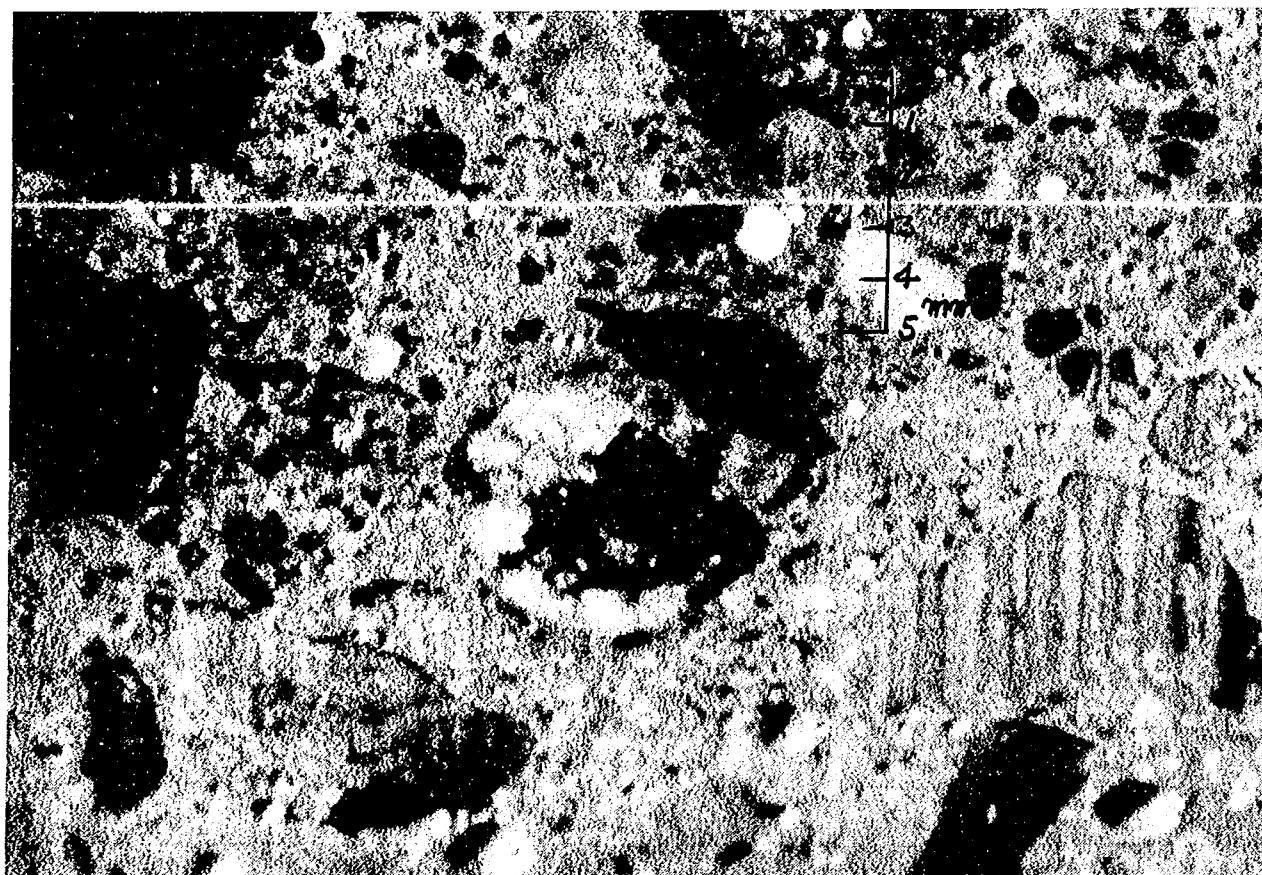


写真-5 コア-接着部の拡大

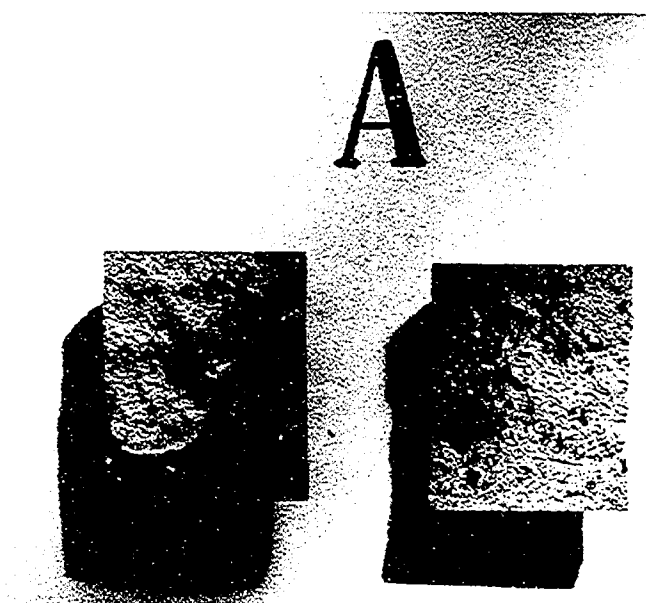
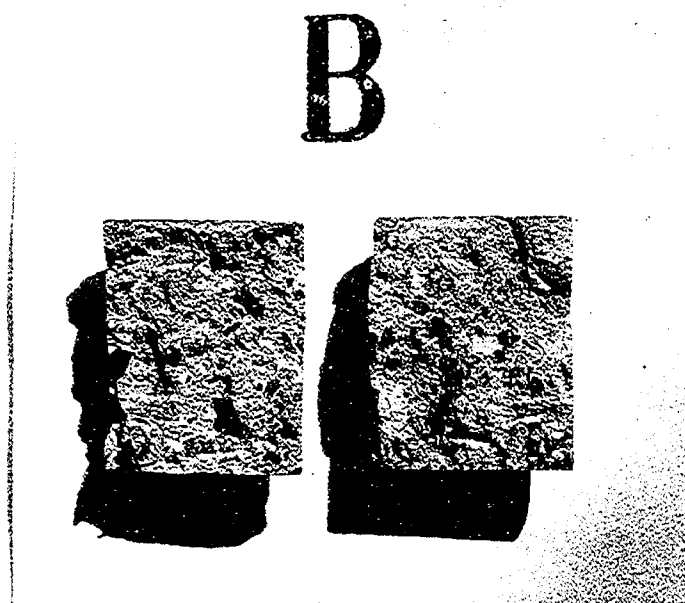
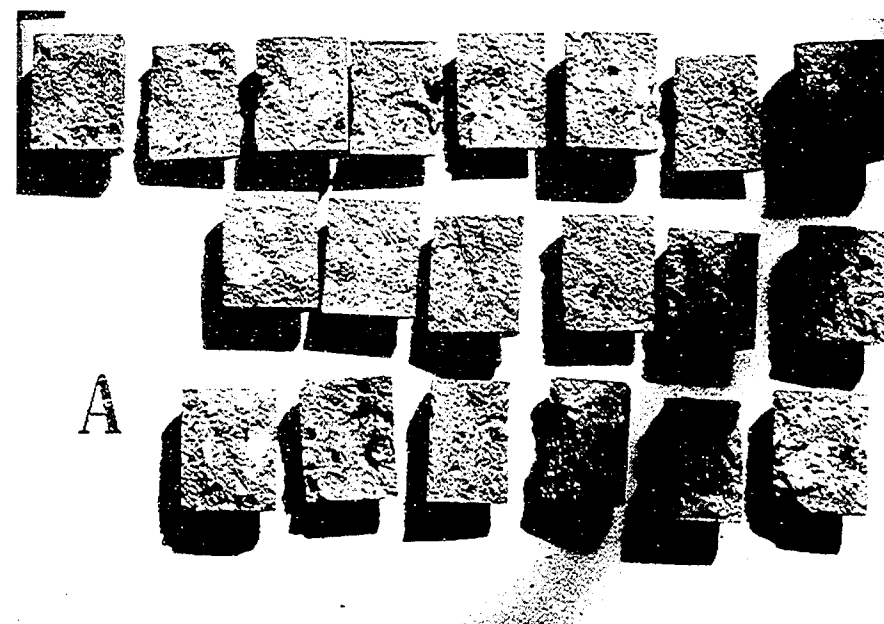


写真-6 載荷試験後の試験体（接着面）



写真-7 載荷試験後の試験体（コンクリート）

プレキャストブロック橋の設計法
に関する共同研究報告書(Ⅲ)

共同研究報告書第 98 号
平成 6 年 3 月 (1994)

建設省土木研究所構造橋梁部橋梁研究室
(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会

要 旨

プレキャストブロック橋では、優れた施工管理が期待できるため、コンクリートの品質も向上する。また、労働力が不足する中で、施工の機械化が促進され、施工期間の短縮も期待でき、今後の適用の増大が考えられる。しかし、この形式のコンクリート橋については、継目部の設計法等について不明確な点が残されている。

本研究では、プレキャストブロック橋の合理的な設計法の整備を目的として、鋼製接合キーを配置した継目部の純ねじり実験を行い、そのねじり伝達機構を検討した。本報告書は、その結果をとりまとめたものである。

キーワード：プレキャスト，ブロック，継目部，ねじり，接合キー

郵便はがき

切手をはって
下さい

305-□□

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

構造橋梁部橋梁研究室

御中

No. 39

No. 39

配布先氏名

○

配布先住所

土木研究所共同研究報告書第 98 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名

印