

PCブロック工法研究会研究報告

PCブロック工法研究会

委員長 田 中 五 郎

1. ま え が き

プレキャスト コンクリート ブロックをプレストレッシングによって接合し、一体構造とする工法は相当以前から研究され、実施されている。最近、継手を接着材で接合する工法が開発され、わが国でもすでに首都高速道路2号線目黒架道橋として実施され、昭和41年度土木学会田中賞を受賞するの榮をにない、今後は非常に有望な工法と考えられる。しかし、この継手構造にはまだいくぶん不明な問題が残されており、その解明が望まれていた。

たまたま、昭和41年4月極東鋼弦コンクリート振興株式会社ほか8社の協同体から、プレストレストコンクリート技術協会に対して、PCブロック工法の研究を委託したいとの申し入れがあった。プレストレストコンクリート技術協会は、研究の有用性にかんがみその内部に「PCブロック工法研究会」を設置して、この申し入れを受託することとなった。

こうして昭和41年7月「プレキャストコンクリートブロックをプレストレッシングで一体の構造とする工法の継手構造についての研究を行なう」ことを目的としてPCブロック工法研究会が発足した。

以来、研究会では今日までの約一年間、多くの実験と延27回の会合を重ねて研究を進めてきた。その結果第1期の研究を完了したので、ここにそれをとりまとめ報告することとした。研究会では、今後も引続いて第2期の研究を進める予定である。

ここに報告する第1期の研究は、わが国PCブロック工法を一步前進させることに大いに役立つものと信じている。

この研究に際して、試験、実験の実施に御協力いただいた諸会社に謝意を表するとともに、御多忙の中を研究に参加していただいた委員各位および試験、実験の実施、報告書のとりまとめに尽力いただいた幹事諸氏に対して感謝の意を表する次第である。

研究会の構成メンバーはつぎのとおりである。

委員長 田中五郎

幹事長 池田哲夫

村田二郎、神山 一、柳田 力、国広哲夫、下川浩資、○光岡 毅、乙藤憲一、笹戸松二、宮本 潔、○御子柴光春、浜本富美雄、津野和男、○西山啓伸、○秋元泰輔、樋口芳朗、野口 功、尾坂芳夫、小池 晋、○宮坂慶男、勅使川原政雄、○森元峯夫、星野真佐雄、○上野 博、○高岡司郎、久保義光、○平賀太多嘉、八田一雄（逝去）、○稲葉健二、須川 昭、○牧 豊、今井 勤、○笹井陽二、○百島祐信、○清野茂次、田原保二、猪股俊司、○金丸豊典、宮崎義成、○松村泰年

(○印は幹事)

2. 研究 の 内 容

PCブロック工法について研究すべき問題はいろいろあるが、そのなかで最も重要と考えられるのは継手構造である。一般に継手構造としては、部材目地間にコンクリート、モルタルあるいはポリモルタルをつめる構造、継手をボルトで接合する構造、目地を接着剤で接着させる構造などがあるが、接着剤を用いた継手構造には種々のすぐれた点があり、この工法の発展が望まれるわけである。この工法で問題となるのは、1) 接着剤の品質、2) 接着剤を用いての施工法、3) この場合の設計上の考え方などである。コンクリート用接着剤として市販されている接着剤は数多くあるが、PCブロック継手用として開発されたものはまだなく、またこれについての研究もわが国ではまだほとんどなされていない。そこで、研究会では、まず継手用の接着剤および接着剤を用いる場合の施工法を研究し、継手用の接着剤を試作開発するとともに、施工法を確立するための資料を得ることとした。さらに、接着剤を用いる場合の構造設計の考え方、すなわち継手部のプレストレスの大きさ、床版部の有効幅、継手面の形状などを解明するための研究を進めることとした。

そこで第1期の研究の内容をつぎのように決定した。

(1) 接着剤の開発および施工法の研究

現在市販されている接着剤ならびに接着試験のデータ

を収集検討し、さらに本工法の目的に適した接着剤を開発するとともに、接着面の処理と接着剤の塗布法その他の施工法を研究する。このため、数種の接着剤を試作しこれを用いて小型コンクリートブロックを接着して、接着目地における曲げ強さならびにせん断強さを試験によってたしかめる。この結果の考察からPCブロック工法用の接着剤の品質規格案を作成するとともに、PCブロック工法施工上の重要事項をとりまとめる。

(2) 大型ブロック模型桁による実験的研究

比較的幅広の上フランジを持つ模型桁(大型ブロック)数個を製作し、桁断面中央部にPCケーブルを配置して与えたプレストレスが上フランジの全幅にわたってどのように分布するかを研究する。つぎに大型ブロック模型桁の継手を接着剤によって接着した場合、および接着剤を用いずにプレストレスを導入した場合の上フランジ部におけるせん断力の伝達について研究する。

この研究結果を総合して、接着剤使用のPCブロック工法の設計についての資料を得る。

研究の実施方法としては、まず委員会において研究計画を作成し、つぎにこれにしたがって幹事会が研究を実施し、最後にその結果を委員会で検討するという方法を採用した。

3. 接着剤の開発および施工法の研究

この研究は大別して接着剤自身の研究と接着性の試験研究の二つよりなる。前者は主として接着剤自身の品質に関するもので、諸種の使用条件下における接着剤の可使用時間、材令と強度との関係、および作業性を主体にした研究であり、後者の接着性の試験は前者で研究開発された接着剤のうち、代表的な中温用の接着剤についてコンクリートブロックを用いて接着施工を行ない、曲げおよびせん断について、その接着強度を試験研究したものである。

この試験は興和コンクリート(株)、横河工事(株)、鹿島建設(株)、ピーエスコンクリート(株)、オリエンタルコンクリート(株)および極東鋼弦コンクリート振興(株)で各所とも60~70本の供試体により、おのおの定められた条件のもとで、接着面の乾湿の状態、接着面の処理方法、接着面に対するプレストレスの量、および接着後の養生などが、接着強度にどのように影響をおよぼすかを試験研究した。

この研究の結果、PCブロック工法用接着剤に要求される性質が判明し、その品質規格案を提案すると同時にPCブロック工法の施工上の注意事項をとりまとめることができた。

なお、研究会で提案した品質規格案に適合する数種の

接着剤の開発に成功した。

(1) 接着剤の開発

a) 試験条件, 試験項目および試験方法 PCブロック工法研究会の委員会では試験条件を表-1のように決定した。

試験方法については、なるべく材料学会のコンクリート工業用接着剤(エポキシ樹脂)試験方法(案)によることとし、これにないもの、あるいは適当と思われるものは、本研究会で新たに規定した。

表-1のほか、つぎに示すそれぞれの関係を求めた。

- a) 圧縮強さと硬さの関係
- b) 混合してからの経過時間と圧縮強さの関係
- c) 温度と圧縮強さの関係
5°, 15°, 20°Cの各温度条件について求める。
- d) 混合時の二液の配合率と強さの関係

ところが予備試験の結果、表-1の試験方法の中に、妥当でないと思われるものがあることがわかったので、これを下記のように改めた。

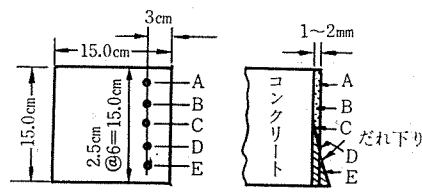
比重試験方法

粘度が高すぎて、JIS Z 8804によっては測定不能のものはJIS K 5400 か JIS K 6911-5.28 による。

粘度の試験方法

表-1 試験項目および試験方法

項 目	試 験 方 法	
試験方法(案)による試験	(1) 比 重	JIS Z 8804 の2に準ずる
	(2) 粘 度	JIS Z 8903 の3に準ずる
	(3) 可使時間	(i) 温度の上昇時間による方法 (ii) カードナー気泡粘度計による方法
	(4) 曲げ強さ	JIS K 6911-5.17 に準ずる
	(5) 圧縮強さ	" 5.19 "
	(6) 引張強さ	JIS K 6911-5.18 に準ずる
	(7) 衝撃強さ	" 5.20 5.21 "
	(8) 熱膨張係数	" 5.25 "
	(9) 吸 水 率	" 5.26 "
本研究会で追加する試験	(10) 収 縮 率	JIS K 6911 5-7 に準ずる
	(11) 硬 さ	ショア: Dスケールまたはロックウェル Rスケールにより測定する
	(12) 耐 熱 性	JIS K 6911-5.23 に準ずる
	(13) 耐薬品性	"
	(14) 耐 候 性	ASTM を参考とする
	(15) 弾性係数	"
	(16) だれの試験	15.0×15.0 cmのコンクリート面に接着剤を1~2mmの厚さに塗布した面を垂直に固定し、経時に伴うたれ下り厚みをコンクリート上下面に5点区切り厚みの変化を1/100 mmダイヤルゲージを用いて測定する。測定時間は塗布後30分、1時間、2時間、3時間、4時間とする。



だれの試験方法

委員会報告

粘度が高過ぎて JIS Z 8803 によっては測定不能のため、B型回転粘度計かビスコテスター回転粘度計によって測定する。

可使時間の試験

材料学会(案)による試験方法(1)および(2)について、(1)の試料 50 g を用いた温度上昇時間による方法は、急激な温度上昇がみられ判定が困難である。(2)の気泡上昇速度による方法は、樹脂剤にだれ止めのためのファイラーを混入しているため、気泡上昇の判定が困難であった。

以上の結果から研究会として(3)~(4)の試験方法を追加した。

(3) 研究会指定の容積 2 l のポリバケツに試料 1 kg を入れ、(1)に準じた試験方法により、発熱温度を測定し、これより可使時間を判定する方法。

(4) 指触による方法：コンクリート面あるいは鉄板面に試料を 1~2 mm の厚さに塗布する。塗布面積は 100 cm² 位とし、塗布後 30 分ごとに指先で触ってみて、指に樹脂がべたつかなくなるまでの時間を測定する(べたつかない状態とは、指紋が樹脂に残る程度をいう)。

(5) 強さの測定による方法：接着剤をかくはんし、すぐコンクリート面、あるいは鉄板面に塗布し、20±5°Cで静置する。塗布後、30分おきに接着施工を行ない、材令7日で圧縮またはせん断強さを測定し、強さがほとんど低下しない時間を見出し、これを基準として可使時間を認定する。

(6) ガードナー式乾燥時間測定器(図-1)を使用する方法：表面に均一に試料を塗布した円板を 12 時間

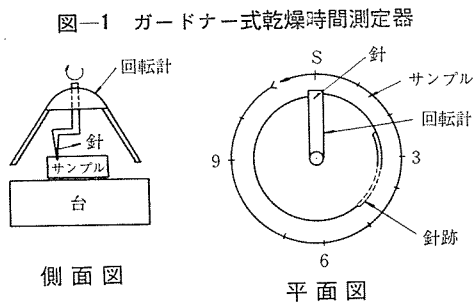


図-1 ガードナー式乾燥時間測定器

で一回転するようにし、その上に固定された針をのせ、時間の経過と、針のおった跡のくぼみ状態でゲル化開始および硬化時間を判定し、それから可使時間を決定する。

b) 試験結果 接着剤の試作試験は、研究会から以下の5社に委託され、各社は接着剤メーカーと協同して研究を進めた。

試作された接着剤の種類を示すと表-2のとおりである。

表中、高は高温用(25°C)、中は中温用(15°C)、低は低温用(5°C)、湿は湿潤面用を示し、無記のものは中温乾燥面用である。

混合比は、いずれも重量比である。

試験結果の詳細は、試験の種類が多種にわたるので本報告では各社とも、代表的な中温用の1種類の結果についてのみ記載することとした。

また、圧縮強さと硬さの関係、混合してから経過時間

図-2 圧縮強さと硬さとの関係の一例

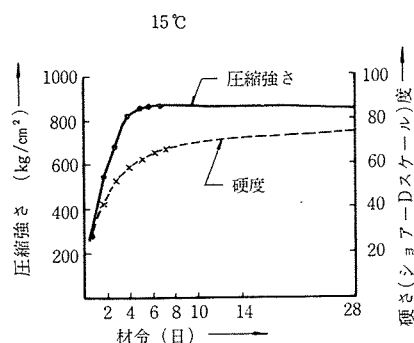


図-3 養生温度と圧縮強さの関係

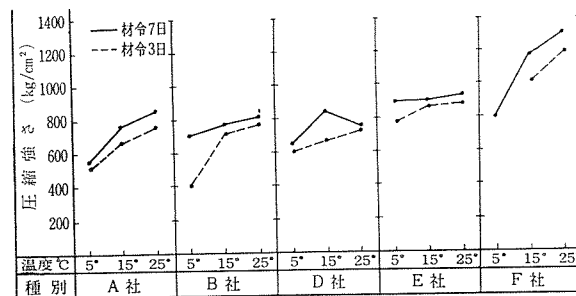


表-2 委託会社と接着剤種類

会社名	A社	B社	C社	D社		E社
試験期日	41.9.1~41.10.20	41.9.28~42.3.5	41.8.28~41.10.20	41.7.15~42.2.25		41.7.1~42.1.20
試験室の温度湿度	20°C±5°C RH 70±10%	20°C±5°C RH 65±10%	20°C±1°C RH 50±10%	20°C, RH 50%		20°C±5°C RH 65±10%
接着剤の名称	クリートボンド # 20	ポリモルタル	F C 特殊	中 PRX-100	湿 TW-470	AC-406
混合物の形状	パテ状	パテ状	パテ状	パテ状		高粘度の水あめ状
混合物の色彩	クリーム	薄茶色	クリーム	グレイ	クリーム	ライトブラウン
混合比	主剤 2 硬化剤 1	1 1	7 3	1 1	100 15	2 1

表-3 試 験 結 果

試 験 項 目	試験温度	単 位	A 社	B 社	C 社	D 社	E 社	摘 要
(1) 比 重	20°C	g/cm ³	1.47	1.20	1.26	1.70	1.45	
(2) 粘 度	20°C	×10 ³ cps	26	15	48	100	13	
(3) 可使時間 (i)	20°C	—	—	—	—	—	—	測定不能
(ii)	〃	—	—	—	—	—	—	測定不能
(iii)	〃	—	—	—	—	—	—	判定困難
(iv)	〃	時 間	5 : 35	4 : 30	5 : 00	3 : 30	2 : 10	
(v)	〃	時 間	3 : 40	2 : 35	3 : 20	2 : 10	2 : 50	
(vi)	〃	時 間	3 : 40	2 : 35	3 : 20	2 : 10	2 : 50	
(4) 曲げ引張強さ	15°C	kg/cm ²	559	573	352	530	494	材令 7 日
(5) 圧 縮 強 さ	〃	kg/cm ²	770	787	850	900	1180	〃
(6) 引 張 強 さ	〃	kg/cm ²	375	270	171	300	370	〃
(7) 衝 撃 強 さ	〃	kg/cm ²	3.4	3.2	3.6	3.4	2.1	〃
(8) 熱 膨 張 係 数	—	×10 ⁻⁵ /°C	1.2	1.6	0.7	0.7	2.6	〃
(9) 吸 水 率	20°C	%	0.12	0.017	0.114	0.087	0.072	〃 24 時間浸水
(10) 収 縮 率	20°C	%	0.00	0.087	0.273	0.31	0.009	
(11) 硬 度	20°C	ショアー Dスケール	48	66	55	52	54	
(12) 耐 熱 性	—	—	—	—	—	—	—	100°C×2 時間 外観変化なし、強度増加 200°C×2 時間 やや変色する
(13) 耐 薬 品 性	10~20°C	—	—	—	—	—	—	特に顕著な変化なし、詳細省略
(14) 耐 候 性	紫外線 20°C ウエザー-65°C	—	—	—	—	—	—	紫外線照射、ウエザーメータで試験硬度、強さの増加が認められた。
(15) 圧 縮 弾 性 係 数	20°C	×10 ⁴ kg/cm ²	2.16	1.94	1.03	4.26	3.28	材令 7 日
(16) だ れ	20°C	mm	2, 1.2~3.1	1, 0.3~1.0	2, 2.0~2.0	2, 1.3~1.5	1, 0.98~1.06	塗布直後の厚さ 120 分の A, B 点の値 120 分以後は変化なし

表-4 供試体の品質およびはく離剤

試 験 担 当 会 社	A 社	B 社	C 社	D 社	E 社
載荷試験時の供試体の平均圧縮強さ (kg/cm ²)	曲げ用 578 せん断用 561	曲げ用 578 せん断用 633	曲げ用) 516 せん断用)	曲げ用 470 せん断用 635	曲げ用) 560 せん断用)
は く 離 剤	曲げ、ノックスクリー ト C, せん断, パラコ ート	パラコート	クリーニング用粉石け ん+1/2 ケイ酸ナトリ ウム	(粉末洗剤+ケイ酸ソ ーダ)の水溶液	パラット(米松樹液+ 水溶性エマルジョンタ イプ鉱物性油)

図-4 基剤と硬化剤の配合率が強さにおよぼす影響 (硬化剤/主剤) (材令 7 日強さの比較)

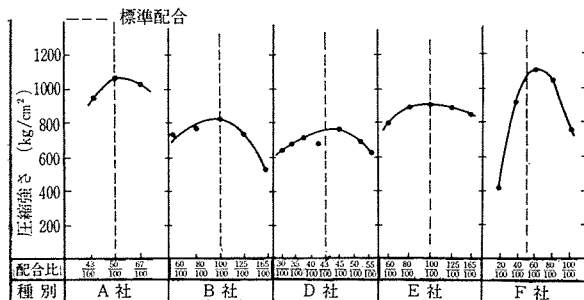
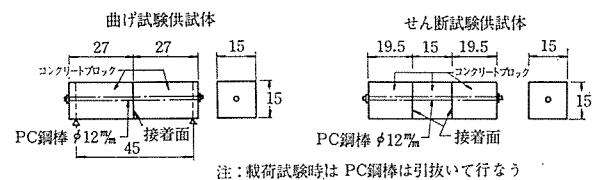


図-5 供試体の形状寸法



着強さについては十分満足のいく数値を得ることができ
たし、また施工上の重要事項をとりまとめることができ
た。

a) 供試体試験条件および試験項目

- 1) 供試体
- a) 供試体の形状寸法 単位 (cm)
- b) 供試体の製作と品質

供試体の製作は JIS A 1109 に規定されている曲げ強
度試験用型わく 15×15×55 cm を用い、曲げ、せん断
供試体とも接着面に相当する部分には合板または鉄板の
仕切板をそう入して行なった。本研究会で指定した供試
体の標準圧縮強さは $\sigma_{28}=500 \text{ kg/cm}^2$ (最大粗骨材寸法

間と圧縮強さの関係、温度と圧縮強さの関係および混合
時の二液の配合率と強さとの関係を図示するとおのおの
図-2~4 のようになる。

(2) 接着性の試験研究

接着性の試験研究は 3. (1) で開発され接着剤として
の品質規格案に合格した接着剤のうち代表的な中温用接
着剤についてコンクリートブロックを用いて種々の施工
条件下での接着強さを試験研究するとともにその施工
に関する基準案を作るために行なわれた。その結果、接

表-5 試験条件, 試験項目および供試体の数

外的条件	接着面の状態	接着面の処理	曲げ試験の供試体の数			せん断試験の供試体の数			記事
			接着後の材令1日	接着後の材令3日	接着後の材令7日	接着後の材令1日	接着後の材令3日	接着後の材令7日	
載荷直前まで プレストレス 5 kg/cm ²	乾 燥	ワイヤーブラシ	3	3	3	3	3	3	(5°C) 低温
”	”	”	—	—	3	—	—	3	
プレストレス 30 kg/cm ²	”	”	—	—	3	—	—	3	
プレストレス 1 kg/cm ²	”	”	—	—	3	—	—	3	
初期 30 kg → 8時間後 5 kg → 5 kg 載荷直前まで	”	”	—	—	3	—	—	3	
載荷直前まで プレストレス 5 kg/cm ²	湿 潤	”	—	—	3	—	—	3	
”	乾 燥	無 処 理	—	—	3	—	—	3	
”	”	プライマー	—	—	3	—	—	3	
継手なし1本もの(比較用)	—	—	—	—	3	—	—	3	
			小 計		33	小 計		33	

25 mm, スランプ 5±1.5 cm) であったが, 載荷試験時における平均圧縮強さおよび使用した型わくはく離剤はおおの 表-4 のようであった。

(2) 接着施工条件および試験項目

本研究会で指定した接着施工条件, 試験項目および供試体の数は 表-5 のようであった。

(3) 載荷試験装置

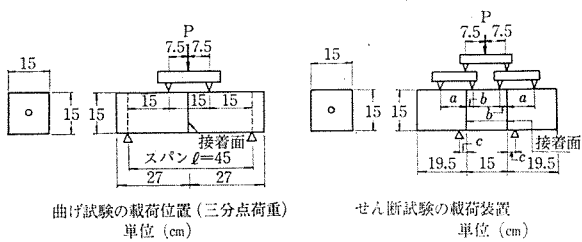
載荷は各試験実施箇所ともアムスラー試験機を用い載荷速度は JIS A 1106-1963 (コンクリートの曲げ強度試験方法) に準じて行なった。供試体に対する載荷位置は曲げでは各社共通であったが, せん断では装置の関係で多少の変動があった(図-6 参照)。

b) 試験結果

1) 試験結果の表示

試験結果の表示を簡易化するため破壊現象を破壊面の

図-6 載荷位置



状態で大別し, おおの 図-7 に示す記号で表わすものとする。

現象の説明

現象記号A: 凝集破壊

接着剤自身の凝集力より小さいため生ずるので, 材令が若く硬化未了のときに生ずることが多い。

現象記号B: 母材コンクリート破壊

接着剤が十分な強度に達し, 凝集力および接着力がコンクリート自身の強度以上に達したときにみられる現象でコンクリート母材部分で破壊が生じ, 粗骨材の割裂をとともなうもの。

現象記号C: はくり破壊

接着力が不十分なとき, 例えば接着面が適当な表面処理をされずに接着施工された場合に生ずることが多い。

現象記号D: 部分はくり破壊

A+C によって生ずる破壊現象。

現象記号E: 表層破壊

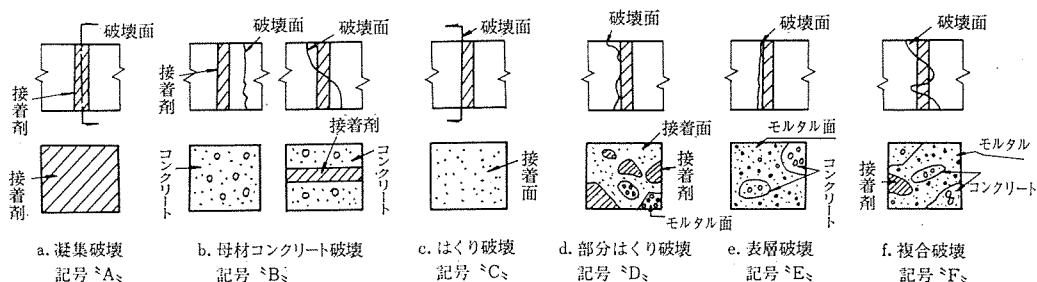
破壊は接着面に沿ってセメントペースト部分で生じ粗骨材の割裂をとともなわないもの。

現象記号F: 複合破壊

B+C+E を混合した破壊現象。

2) 曲げ試験

図-7 破壊面の種類の大別



曲げ強さは次式で計算し、その結果は表-6に示す。

$$\sigma = \frac{Pl}{bd^2}$$

ここに P:破壊荷重
l:スパン
b:断面の幅
d:断面の高さ

$$\tau = \frac{0.4 \text{ または } 0.455}{A} P$$

ここに P:破壊荷重
A:断面積
0.4: A,B,CおよびD社
0.455: E社(載荷装置の違い)

3) せん断試験

せん断強さは次式で計算し、その結果は表-7に示す。

(3) 考察

今回行なわれた試験研究および現在までに他所で実施

表-6 曲げ試験結果

(1) PCブロック工法研究会が定めた試験条件によるもの

(単位: kg/cm²)

プレス トレス (kg/cm ²)	接着面 の状態	接着面 の処理	接着後 の材令 (日)	A社			B社			C社			D社			記事
				養生温度 20±2°C			養生温度 20±2°C			養生温度 20±1°C			養生温度 25~30°C			
				σ	現象	平均値 1本もの に対する比率	σ	現象	平均値 1本もの に対する比率	σ	現象	平均値 1本もの に対する比率	σ	現象	平均値 1本もの に対する比率	
1	乾燥	ワイヤー ブラシ	7	48 E 56 E 52 E		52 87~102%	60 B 57 B 56 B		58 104~111%	52 B 51 B 50 B		51 105~110%	49 B 35 F 42 B		42 67~93%	
5	乾燥	ワイヤー ブラシ	7	43 F 40 B 49 B		44 73~90%	57 B 51 B 55 B		54 95~105%	50 B 46 B 56 B		51 95~117%	27 E 45 B 50 B		40 51~95%	
30	乾燥	ワイヤー ブラシ	7	32 B 45 B		39 58~82%	48 B 61 B 49 F		53 89~113%	34 B 39 B 48 B		40 70~100%	22 C 37 F 52 B		37 42~98%	
30→5 (8時間後)	乾燥	ワイヤー ブラシ	7	41 F 45 B 46 B		44 75~84%	58 B 54 B 51 B		54 95~107%	39 F 47 B 44 B		43 82~99%	42 B 38 F 45 B		42 73~87%	
5	乾燥	無処理	7	41 C 43 C 56 C		47 75~102%	41 C 56 E 39 C		45 72~104%	18 C 17 C 20 C		18 35~41%	47 B 30 D 34 D		37 57~90%	
5	湿潤	ワイヤー ブラシ	7	47 B 53 F 51 B		50 85~96%	48 B 44 E 47 E		46 82~88%	15 C 19 C 15 C		16 31~40%	44 F 45 F 48 B		46 84~92%	
5	乾燥	ワイヤー ブラシ	7							41 F 40 F 38 F		40 79~85%			低温5 ±2°C で実施	
5	乾燥	プライマー	7	49 B 41 B 44 B		45 75~90%							38 E 53 B 43 B		45 72~100%	
継手なし1本もの				55 B 53 B 57 B		55 100%	55 B 53 B 54 B		54 100%	50 B 46 B 47 B		48 100%	52 B 54 B 51 B		52 100%	
(注)														いずれも接着後の 材令3日		

(2) 接着面が湿潤状態のもの

プレスト トレス (kg/cm ²)	5		30		5		30		記事	
接着面 の状態	湿潤		湿潤		湿潤		湿潤			
接着面 の処理	無処理		プライマー		無処理		プライマー			
接着後 の材令 (日)	3		3		7		7			
E社	供試体	49 B 47 B	48 109~114%	31 B 29 B	30 88~94%	35 B 37 B	36 106~112%	45 B 50 B	48 105~116%	接着後の養生温度 20±3°C
	継手なし1本もの	44 B 42 B	43 100%	35 B 31 B	33 100%	32 B 33 B	33 100%	41 B 45 B	43 100%	

委員会報告

された同種試験研究を参考にして総合的に考察するとつぎのようになる。

a) 接着剤

(1) 試験方法について

本研究では基礎的な研究資料を得る目的で接着剤の性状に関しては相当広範囲な実験を行なったが、実際の使用に当たっての試験にはエポキシ樹脂の現状よりはこれらをすべて行なう必要はないように思われる。実用上温度と可使時間、温度と硬化時間、および接着面の乾湿の状態と接着強さの関係を重点的に試験を行なえばよい。可

使時間および硬化時間の測定にはガードナー乾燥時間測定器または鉄板を用いた接着強さによる方法がよい。

(2) 品質規格について

試作試験結果を検討し、PCブロック工法用接着剤の品質規格(案)を提案すれば、つぎのとおりである。

a) 比重は研究会の試験では1.2~1.7であるが、他の報告等も総合すると1.1~1.9の範囲にある。この値以上に小さいか、あるいは大きいものは、その原因を確認して使用する必要がある。

b) 粘性は施工性をあらわす目安の一つであるが、低

表-7 せん断試験結果

(1) PCブロック工法研究会が指定した試験条件によるもの

(単位: kg/cm²)

プレストレス (kg/cm ²)	接着面の状態	接着面の処理	接着後の材令 (日)	A社			B社			C社			D社			記事
				養生温度 20±2°C			養生温度 20±2°C			養生温度 20±1°C			養生温度 20~23°C			
				τ	現象	平均値 1本ものに対する比率	τ	現象	平均値 1本ものに対する比率	τ	現象	平均値 1本ものに対する比率	τ	現象	平均値 1本ものに対する比率	
1	乾燥	ワイヤーブラシ	7	43 F 38 B 56 F		46 73~108%	37 F 43 E 51 F		44 66~91%	53 F 51 F 51 F		52 69~72%	53 F 54 F 44 F		50 74~90%	
5	乾燥	ワイヤーブラシ	7	54 F 39 E 42 F		45 75~104%	50 F 46 E 41 B		46 73~89%	55 E 43 F 51 F		50 58~74%	39 F 44 E 50 F		44 65~83%	
30	乾燥	ワイヤーブラシ	7	50 B 44 F 41 F		45 79~96%	40 E 39 E 35 E		38 63~72%	66 B 52 F 49 F		56 66~89%	50 F 40 F 43 F		44 67~83%	
30→5 (8時間後)	乾燥	ワイヤーブラシ	7	51 F 51 F 57 B		53 98~110%	35 B 32 B 48 B		38 57~80%	48 B 72 B 59 F		60 65~97%	36 E 51 F 38 E		42 61~86%	
5	乾燥	無処理	7	42 F 50 B 43 B		45 81~96%	52 B 54 B 53 B		53 93~97%	33 E 31 E 30 E		31 41~51%	46 F 41 E		44 69~77%	
5	湿潤	ワイヤーブラシ	7	65 F 54 B 48 B		58 92~125%	34 C 36 C 47 C		39 61~84%	28 C 40 C 37 C		35 38~54%	52 F 39 E 65 F		52 65~107%	
5	乾燥	ワイヤーブラシ	7							34 E 32 E 35 E		34 43~47%			低温5±2°Cで実施	
5	乾燥	プライマー	7										58 F 43 F 37 D		46 62~97%	
継手なし1本もの				54 B 49 B 52 B		52 100%	55 B 60 B 54 B		56 100%	78 B 68 B 76 B		74 100%	58 B 60 B 61 B		52 100%	

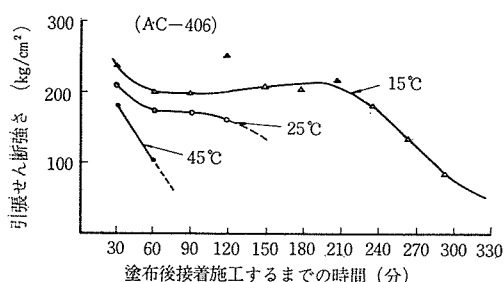
(2) 接着面が湿潤状態のもの

プレストレス (kg/cm ²)	5	30	5	30	記事					
接着面の状態	湿潤	湿潤	湿潤	湿潤						
接着面の処理	無処理	プライマー	無処理	プライマー						
接着後の材令 (日)	3	3	7	7						
E社	供試体	64 B 65 F	64 103~105%	51 F 52 E	52 113~116%	59 F 57 E	58 95~98%	45 E 45 E	45 85%	接着後の養生温度 20±3°C
	継手なし1本もの	61 62	62 100%	48 41	45 100%	58 61	60 100%	50 55	53 100%	

くて揺変性のあるものが、だれ等が少なく最も好ましい状態であろう。本研究会で開発したものはだれを防ぐためファイラーが混入してあり、いずれも $10^4 \sim 10^5$ CPS 程度の粘性を有している。 10^4 CPS のものと 10^5 CPS のものとは、かくはんあるいはコテ塗り作業に多少の差が感じられたが、実用上優劣の差異はつけ難かった。しかし、この粘性があまり大きくなると、作業性が悪く接着面に対するぬれが悪くなり欠膠部が生じ、接着力が低下する原因となるので、上記の程度が適当と思われる。また粘性は温度に大きく影響され、 5°C のときの粘度は 30°C のときの粘度の数倍になるようである。

c) 可使時間、ガードナー乾燥時間測定器によってゲル化開始時間を測定し、その 70% の時間を可使時間とすると試験の結果は 130~220 分であった。可使時間は当初 20°C で 4 時間以上が望ましいと考えたが、試験結果から材料の基本的性質上無理であるとの結論に達した。現状では 20°C で 2 時間以上、4 時間以内が期待できる範囲である。可使時間は温度の影響を強く受けるもので 図-8 にその一例を示す。

図-8 温度別—接着までの放置時間と強さ



したがって、現場で施工管理するには、現場の状況に際して使用可能な時間を判定することが必要であり、そのためにはガードナー乾燥時間測定器を用いることが有効であろう。

d) 曲げ強さ、圧縮強さ、引張強さはいずれもコンクリートより大きいがある種のものには、中温用のものを低温時に用いると強度が非常に低下するものもある。この種のもの、高温、中温、低温用と区別しているもので、よくその性状を確認して、使用する必要がある。

また使用時の温度が、極度に低温 (0°C 以下) または高温 (40°C 以上) の場合の試験資料がなく、全く異なった性状を示す恐れもあるので、このような場合に用いることはとくに注意を要する。

e) 熱膨張係数はコンクリートと同程度の範囲 $0.7 \sim 1.5 \times 10^{-5}$ にあることが望ましい。

f) 耐候性は長期間の資料がないので結論づけることはむずかしい。

過去 20 年間エポキシ樹脂の利用分野は多様で、土木構造物用としては主として表面コーキング、舗装、およ

びクラックの補修材として使用され、耐候性についても好結果を得てきているが、本使用条件による使用例はまだ日が浅く、長期耐久性を実際に屋外暴露試験により確認した例はまだない。しかし本工法のように接着剤として中間にはさまれたような使用法では、上記因子に暴露されることもほとんど考えられないので、長期耐久性が期待できるものと思われる。

g) 収縮率は今回の試験方法が JIS K 6911 による成形収縮率であり、硬化にともなう収縮率とは異なると考えられる。接着剤として用いる場合は硬化にともなう収縮が問題となるので試験方法は検討する必要がある。しかし、収縮率はきわめて小さい値である上に、均等の厚さできわめて薄い層である場合は、接着力に大きな影響はないものと思われる。

h) 塗布後のだれは、各剤ともだれ止め用として石粉等の混合物を混入しており、いずれも有害と思われる種のだれはなかった。試験方法も検討する必要があるが、接着剤は必要以上に厚く塗布する必要はなく、可使時間内に $0.2 \sim 0.3 \text{ mm}$ 以下の厚さになることがなければよいであろう。

i) 圧縮強さと硬さの関係から、接着剤の硬化反応進行程度を推定できると考えられる。圧縮強さ試験は現場管理法としては適当でないが、これに代って硬さ試験は簡便なよい方法と思われる。

j) 主剤と硬化剤の配合の誤差は $\pm 5\%$ 程度であれば、強度には悪い影響はないようであるが、配合はあく

表-8 PC ブロック工法用接着剤の品質規格案

項目	規格値	試験方法
比重	$1.1 \sim 1.9 \text{ g/cm}^3$	硬化した固体について JIS K 6911 による
粘度 ($20 \pm 5^\circ\text{C}$)	$10^4 \sim 10^5 \text{ cps}$	回転粘度計による
可使時間 ($20 \pm 1^\circ\text{C}$)	2~4 時間	ガードナー乾燥時間測定器の鉄片を用いた接着強さ試験方法により、ゲル化開始後接着強さが急激に低下する点の 70% をもって可使時間とする。
曲げ引張強さ	材令 7 日 $\geq 100 \text{ kg/cm}^2$	JIS K 6911
圧縮強さ	材令 7 日 $\geq 500 \text{ kg/cm}^2$	JIS K 6911
引張強さ	材令 7 日 $\geq 100 \text{ kg/cm}^2$	JIS K 6911
衝撃強さ	0°C で、 $2 \sim 4 \text{ kg} \cdot \text{cm/cm}^2$ 以上	JIS K 6911 シャルピー衝撃試験機による
熱膨張係数	コンクリートと同程度	JIS K 6911
吸水率	コンクリートと同等以下	JIS K 6911
収縮率	コンクリートと同等以下	JIS K 6911
硬度 ($20 \pm 5^\circ\text{C}$)	材令 7 日 $100 \pm 10^\circ$	ロックウェル R スケール
耐熱性	外観変化なく強度低下 10% 以下	JIS K 6911 および 200°C で 2 時間放置後、常温で圧縮、引張強さ試験を行なう
耐薬品性 ($20 \pm 5^\circ\text{C}$)	コンクリートと同等以上	JIS K 6911
耐候性	コンクリートと同等以上	ASTM
圧縮弾性係数 ($20 \pm 5^\circ\text{C}$)	$1 \sim 4.5 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$	$20 \times 20 \times 20 \text{ mm}$ 供試体の圧縮ひずみを測定する
だれ ($20 \pm 5^\circ\text{C}$)	だれて 0.25 mm 以下の薄い箇所ができないこと	$15 \times 15 \text{ cm}$ のコンクリートの垂直面に厚さ $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ に接着剤を塗布し硬化後厚みを測定する

委員会報告

までも標準にしたがって、忠実に行なわれるべきであって、このため現場には必ず計量器等を備えつける必要がある。

k) 養生温度と圧縮強さの関係からみて、硬化反応はすべて温度に関係があり、低温の場合は強度の低下がいちじるしい。5°C 以下の気温の場合はとくに剤質の撰定および施工法に注意する必要がある。

l) 以上の試験結果を総合してPCブロック工法用接着剤の品質規格案を提案すると表-8 のようになる。

m) 接着剤として販売される場合は、各製造会社に納品規格を明示させること、また取扱上の注意事項、毒性の有無を明示させることが必要である。

b) 接着性 接着性試験の結果を考察し、これから判断して、PCブロック工法施工上の重要事項を要約すれば、つぎのようになる。

なお、この結論は施工法についての技術基準の内容につながるものであり、技術基準(案)作成は本研究会の第二期研究課題として取上げる予定である。

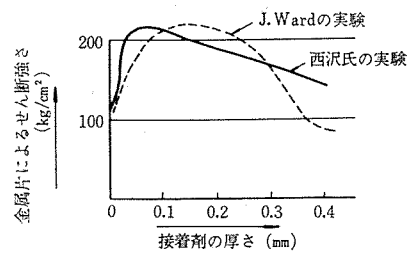
1) 接着剤は使用時の現場条件(温度および乾湿の状態)を十分考慮して適当な品質のものを選定する必要がある。可使時間は使用時の温度および1回のかくはん量等により大きく変化するので注意を要する。安全を考慮すれば、常温 15°C に対し温度上昇 10°C で可使時間は1/2 になると考えておく必要がある。

2) 接着効果をそこなわないように、使用にあたっては、かくはんは少量の場合は手練り、大量の場合はミキサ練りで、混合された主剤と硬化剤が完全にミックスされ均等な色になるまで行なう必要がある。1回のかくはん量は 5 kg を越えないことが望ましい。

また、かくはんで使用される容器はできるだけ広口のポリウレタン系のものがよく、その容器は1回かくはん量の3倍程度のものがよい。塗布は通常ゴムベラとか金ゴテを用いて、気泡の混入を避けるべく片端よりまんべんなく均等に 0.5~2 mm の厚さに行なえばよい。塗布厚があまり薄すぎると接着面に接着剤が十分ゆきわたらず、欠膠部を生じて、かえって接着強さが低下する恐れがある。

3) 通常の親水性ポリアミン硬化剤による乾燥用接着剤を湿潤面に使用するとポリアミンが水溶性のためか接着強さはいちじるしく(約半分程度)低下する。したがって、この種ポリアミン硬化剤を用いた乾燥用は湿潤面には使用できない。しかし湿潤面に特殊な疎水性の硬化剤ポリアミンとか、活水性硬化剤芳香性アミンによる接着剤を使用したものでは、乾燥用を使用したものとほとんど同一の接着効果が得られているので、硬化剤の性質を確認のうえ使用するようにすれば安全であろう。

図-9 接着強さと接着剤の厚さとの関係



4) 接着直後、接着面に加えられるプレストレスの量は接着強さにほとんど影響をおよぼさない。ただし金属板を用いた実験結果によれば、接着強さと接着剤の厚さには図-9 のような関係があるので、塗布された接着剤のうち、余分な接着剤をプレストレスで押し出す必要がある。これに必要なプレストレスの量は通常 1~5 kg/cm² 程度である。

5) 接着面を無処理で接着施工したものは接着効果が一般に悪い。接着面はワイヤブラシでセメントペースト部を取のぞくまで処理し、水洗いにより面を清浄にする必要がある。ある種の接着剤ではプライマー処理を行なうことによって上記処理と同程度の効果が得られた。ただしプライマーを使用するときは、プライマーおよび接着剤の性質により、その使用方法が異なるので注意を要する。

6) 低温の場合、接着剤の硬化反応が抑制され、接着強さが低下するので、接着後の養生温度は接着施工後 72 時間は 10°C 以上とすることが望ましい。

7) 常温(15°C)で十分な接着強さを期待するには最小限 3 日を要する。したがって部材の自重および部材の架設時の架設機器のせん断力はプレストレスによりとるように設計するか、せん断キーを設けてこれとらせるように考えるとよい。またこのキーはプレキャストユニットがプレストレスによって継がれるときのユニット間の相対滑動を防ぐ意味でも効果的である。

8) 接着面の型わくのはく離剤は、はく離剤の種類によってはコンクリート中にしみ込み、表層部のコンクリートの強さ低下を生じさせるものがある。したがって、本工法に使用するはく離剤は特に上記悪影響がなく、かつ水溶性で接着施工前の水洗いにより完全に洗浄できるような水溶性のものが望ましい。

9) この試験研究はいずれも静的載荷試験であったが、使用状態から当然動的載荷および疲労についても考えなければならない。この研究は目下国鉄の技術研究所で別に実施されている模様で、いずれ近いうちにその成果の報告があると思う。国鉄の菅原、野口両技師が行なったくり返し荷重疲労試験によると、エポキシ目地を有するPC桁は疲労破壊に至るまでのくり返し載荷の回数

も当初から1本ものとして製作した桁に比べて疲労強度が低下することはなかったと報告されている。

10) 本試験研究結果で明らかなように、試験はいずれもコンクリート供試体を用いて実施された。正常な状態で接着施工したものは曲げ試験による破壊はほとんどコンクリート母材破壊を呈して、母材相当以上の接着強度が得られているのに対し、せん断試験では破壊は接着面に沿ったモルタル部で生じ、コンクリート1本ものに比べて破壊強度が低い。これを解明するために、モルタルおよびコンクリート各1本ものの供試体の比較せん断試験を実施した。

この結果、モルタル供試体はコンクリート供試体の約80%のせん断強度を有することがわかった。これはモルタル供試体では、せん断荷重に対し粗骨材のかみ合せの影響が少ないためと推定される。これを用いてせん断試験を考察すれば、せん断ではモルタル部のせん断強さ相等の接着強度が得られているということができよう。

11) 他の品質との混合はもちろんのこと、同種のものでも銘柄の異なる樹脂の混合は絶対に避けるべきである。

4. 大型ブロックによる実験的研究

(1) 研究の概要

本研究は、PCブロック工法の目地の研究の一環とし

て、実施したものであり、PCブロック工法の構造上の問題、すなわち、プレストレスおよび曲げモーメントによるフランジの応力分布状態および床版の継目部に集中荷重が作用したときの床版継目部の状態を実験的に研究したものである。

この問題に対して、大型のブロック供試体(図-10参照)を用いてつぎの項目の実験を行なった。

1) ウェブにプレストレスを導入したときの床版の応力分布状態

2) 曲げモーメントによる床版の応力分布状態

3) 張出し床版継目部に集中荷重を載荷したつぎの6項目のせん断実験

a) 単独ブロック、b) ドライジョイント(接着しない継目)でプレストレスが桁上縁で 0 kg/cm^2 の場合、c) ドライジョイントでプレストレスが桁上縁で 10 kg/cm^2 の場合、d) ドライジョイントでプレストレスが桁上縁で 20 kg/cm^2 の場合、e) 継目部を接着剤で接着して、プレストレスが全くない場合、f) ドライジョイントで、プレストレスもないが、地覆を設けた場合。

(2) 供試体

供試体の形状寸法を 図-10 に示す。

供試体製作は目黒高架橋のブロック製作に用いたのと同様な工法、すなわち後に接合されるべき端面の型わくとして、すでにできているブロックの該当端面を用いて

図-10 供 試 体

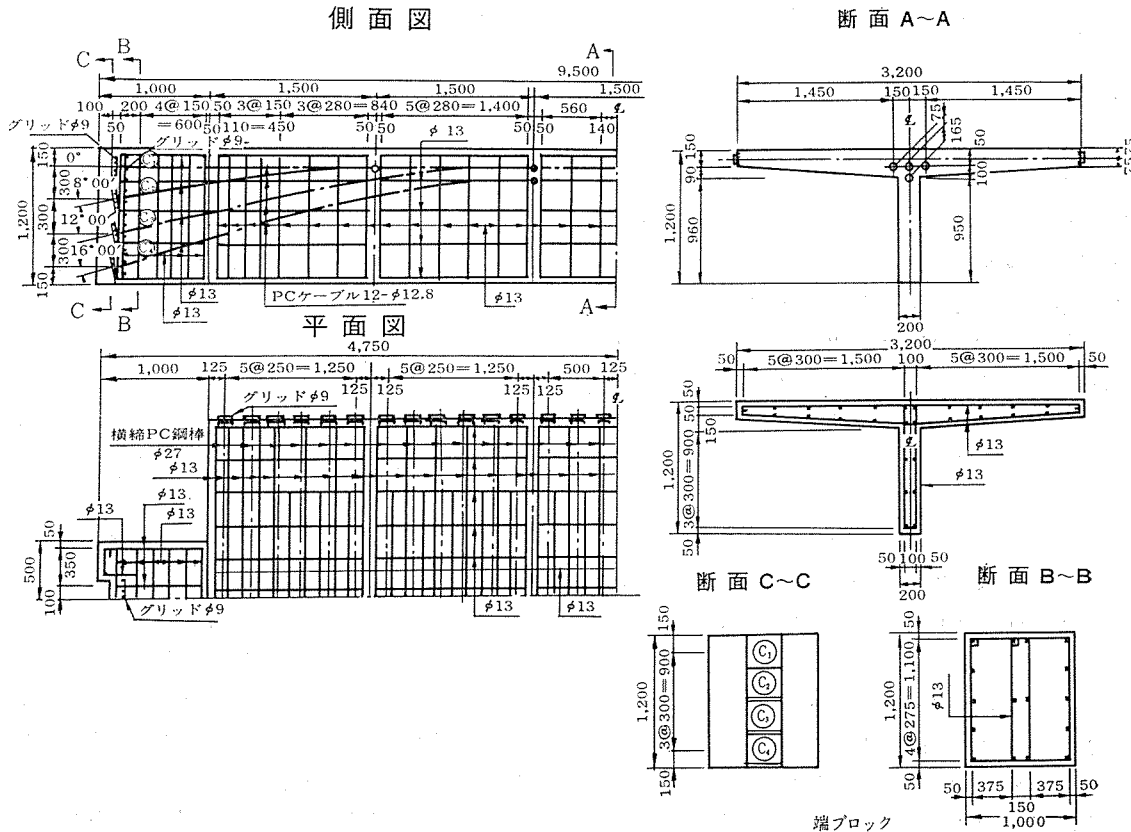
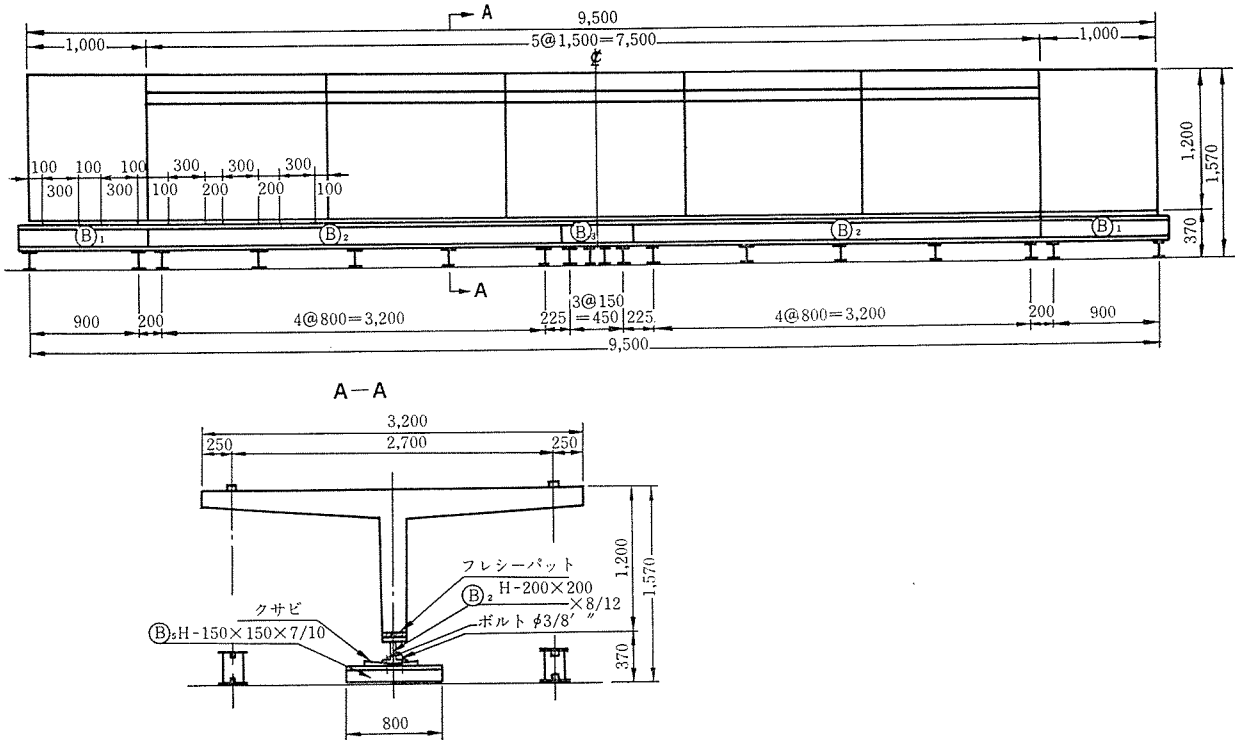


図-11 (a) 供試体設置図



つぎのブロックを製作し、ブロック間の密着を良くした。はく離剤としては、クリーニング用石けん（か粒状）とケイ酸ソーダを重量比で2:1に混合し、これに約10倍の水を加えて十分にかくはんしながら、除々に加熱溶解し、クリーム状に仕上げたものを用いた。

使用した鉄筋、PC鋼材、PC鋼棒およびセメントはそれぞれ、SR-24、より線φ12.8mm、φ27mm 3種および普通ポルトランドセメント（端ブロックは早強セメント）である。

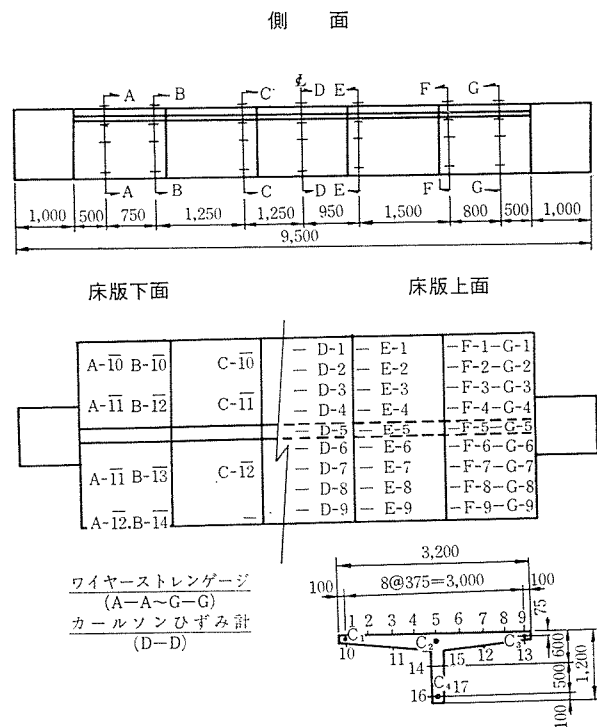
コンクリートの圧縮強度および弾性係数はそれぞれ、 $\sigma_{28} = 440 \text{ kg/cm}^2$ および $E = 3.3 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ である。

(3) 実験方法および結果

a) プレストレスによる床版応力分布実験 実験方法および測定位置を 図-11 (a), (b) に示す。測定結果を 図-12 に示す。図の理論値とは、測定結果から軸力を逆算して行なったもので、一体構造物として求めたものである。実線はコンクリート全断面を有効とし、床版全幅にわたって応力は等分布とした場合、点線はPCケーブルの偏心による曲げモーメントの影響を考慮したときの Airy の応力関数を用いた理論値および一点鎖線は軸力のみによる Airy の応力関数を用いた理論値である。

測定結果より有効幅（断面の応力図の面積/断面の応力図の最大値）を求めて 図-13 に示す。点線は端ブロックを無視して Airy の応力関数を用いた理論値および一点鎖線は端ブロックをT型ブロックとみなして Airy

図-11 (b) 測定位置



の応力関数を用いた理論値である。

b) 曲げモーメントによる床版応力分布実験 実験方法および測定位置を 図-14 (a), (b) に示す。測定結果を 図-15 に示す。実線は全断面有効とし、床版全幅にわたって応力は等分布とする計算値、および点線は Airy の応力関数を用いた、一体構造物としての理論値

図-12 測定結果

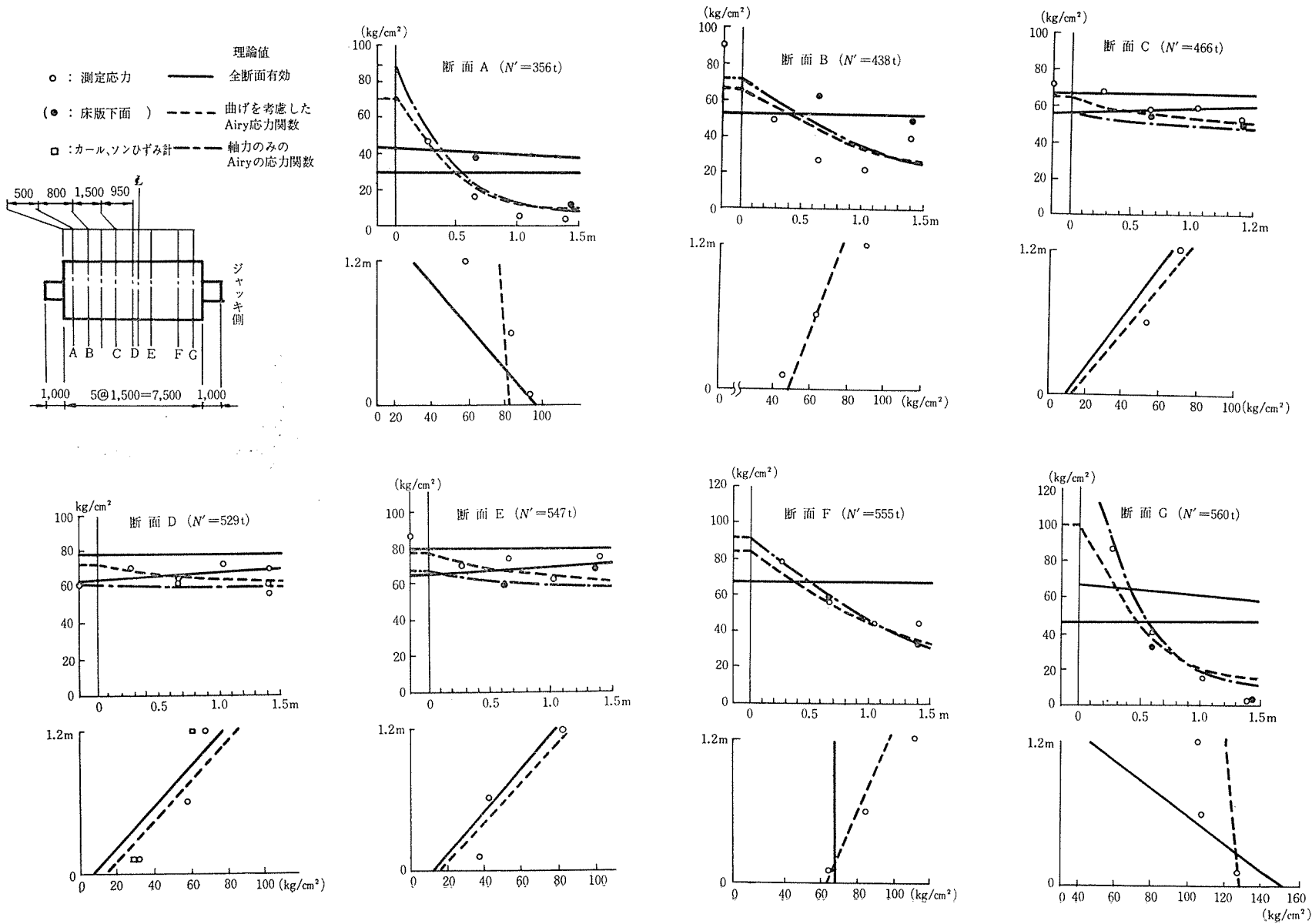


図-13 有効幅

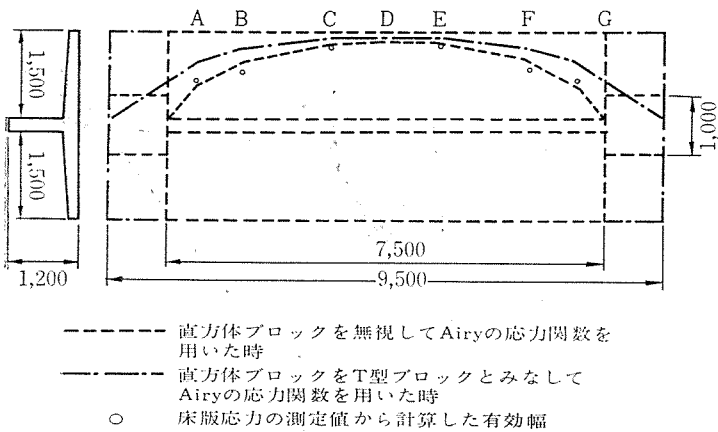
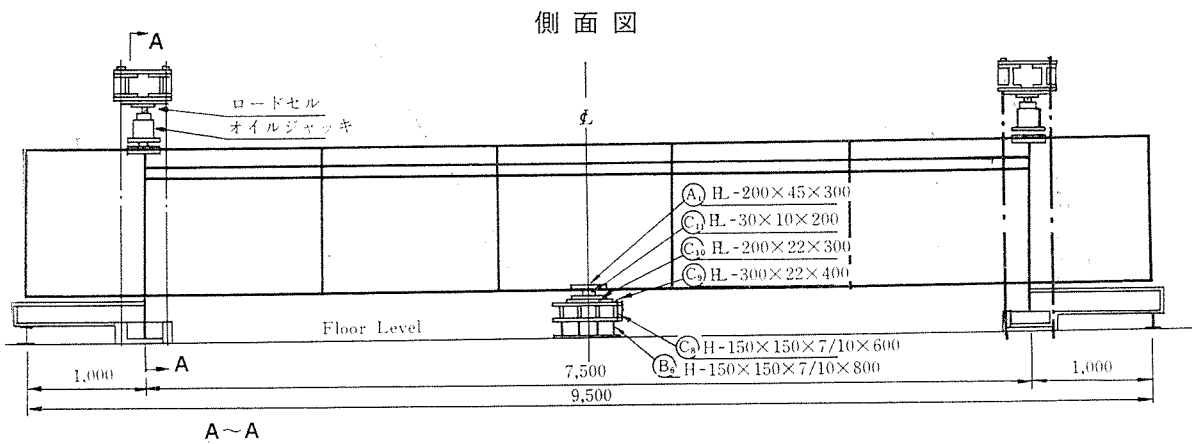


図-14 (a) 供試体設置図



A~A

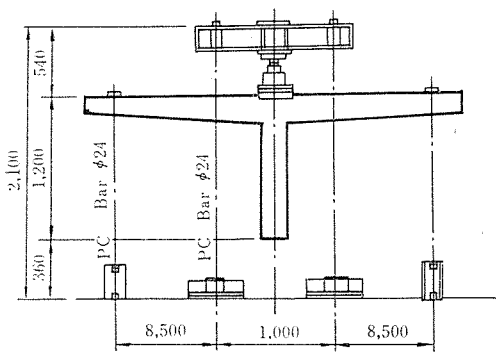
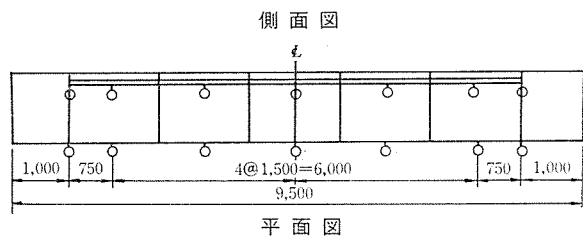
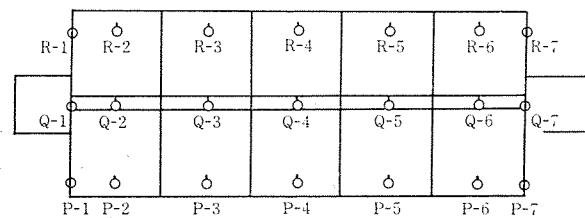


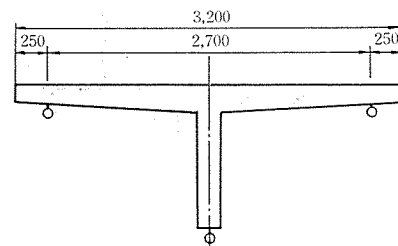
図-14 (b) 測定位置



平面図



断面図



である。

c) 床版継目のせん断実験

1) 実験条件

この実験は、床版がその継目部においてプレストレスの大きさおよび接着剤の有無によってどんな応力分布を示すかを調べるのが目的である。ゆえに、図-16 に示すような6項目の実験を実施することにした。

2) 接着剤

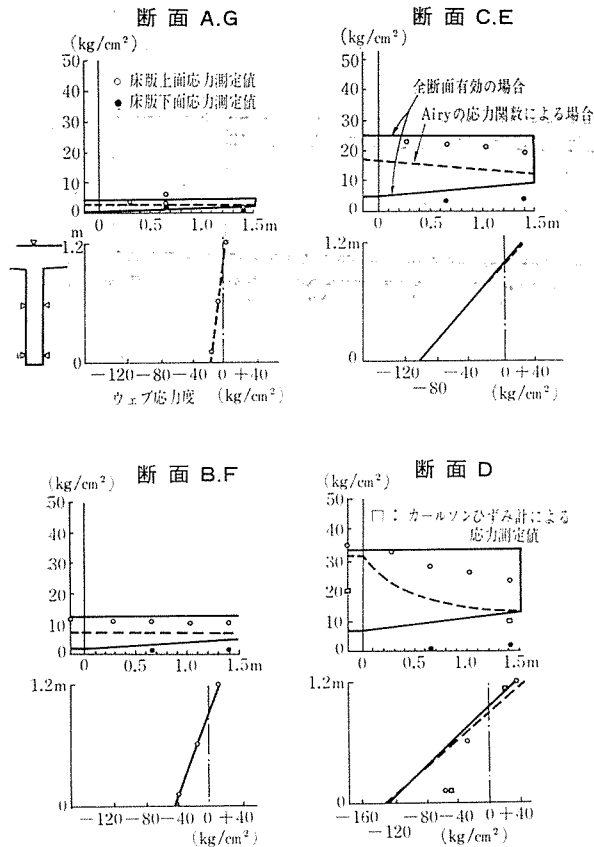
接着剤はポリモルタル E-3 を用いた。まずワイヤブラシでコンクリート接合面をこすり、レイタンスを取りのぞき、水できれいに清掃した。塗布作業は乾燥を待って翌日実施した。塗布厚は 1~2 mm で、面圧約 5 kg/

cm² のプレストレスを導入して接着した。養生期間は 28 日で、気温の最高は 15°C および最低は 2°C であった。

3) 実験方法および結果

荷重位置および測定位置は 図-17 (a), (b) に示す。実験結果を 図-18~24 に示す。図-18 に示されている理論値とは、版を格子構造として解いた近似解である。図-20 に示されている理論値のうち、ビットナーの理論値とは有限張出しの無限長版としての解であり、ウエスターガードの理論値とは、無限張出しの無限長版としての解である。

図-15 測定結果



(4) 考察

a) プレストレスによる床版応力分布状態 測定した各断面のプレストレスによる応力分布状態は Airy の応力関数を用いた理論値によくあっていると思われる。また、ウェブにプレストレスを導入した場合、ウェブより床版先端へのプレストレスの伝達はほぼ 45° に分布していると考えてもよいと思われる。

b) 曲げモーメントによる床版応力分布状態 測定結果は、応力度の絶対値が小さいので定量的な結論を出すことは困難であるが、Airy の応力関数を用いた理論値と定性的には合っていると思われる。このことから、支点断面では張出し床版の約 80%、中央断面では全断面が有効と思われる。

c) 張出し床版継目のせん断伝達実験

1) 単独床版の実験は比較のために行なわれたものであるが、測定値が理論値と荷重点の片持部の付け根での応力とで違いを示しているのは、供試体のアンカーの位置（各床版のスパン中央）による影響があらわれていると思われる。

2) ドライジョイント（接着剤を用いない継目）で集中荷重を 10 t 荷重した場合、プレストレスによる床版上縁応力が 0 kg/cm² および 10 kg/cm² のときは床版にずれが生じた。しかし 20 kg/cm² のときは床版の連続性

図-16 実験条件

実験番号	接着剤の有無	プレストレスの状態図	荷重点位置
	プレストレスによる床版応力 kg/cm ²		
	最大荷重量 (t)		
	1	単独ブロック	プレストレスなし
2	使用せず		
3	使用せず		
4	使用せず		
5	使用	プレストレスなし	
6	使用	プレストレスなし	

は保たれ、継目のない一体構造物として働いたことが認められた。すなわち、一体構造物として解かれた理論値と同じ傾向の応力分布を示し、ずれも認められていない。また、このことは、一体構造物として解かれた局部せん断応力度の 9.6 kg/cm² およびパンチングシャーの 7.6 kg/cm² の値から、摩擦抵抗を考えれば十分に一体構造物として働いているものと思われる。

3) プレストレスがなくても、適当な接着剤を用いれば、図-13 および 図-14 より、床版は継目のない一体構造物として考えることができる。

図-17 (a) せん断力伝達実験載荷装置

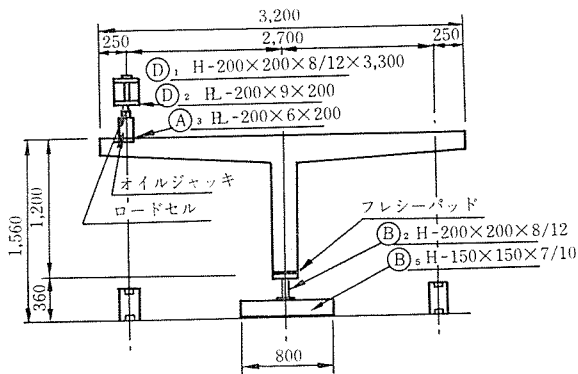
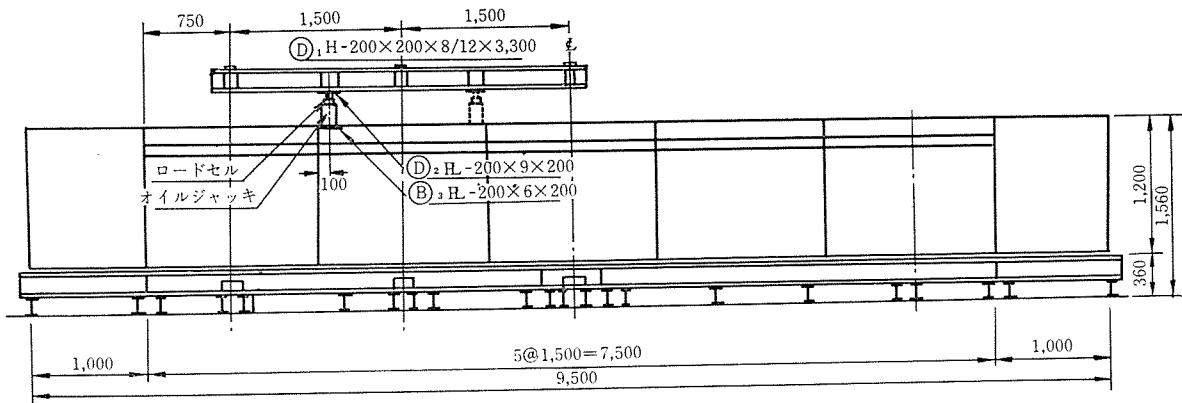


図-17 (b) 測定位置

図-18 実験番号 1 測定結果

- : 測線Aの応力度 σ_A
- : 測線Bの応力度 σ_B
- : 床版下面応力度
- : 床版下面応力度

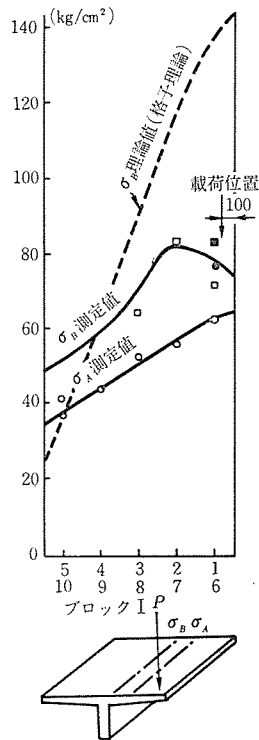
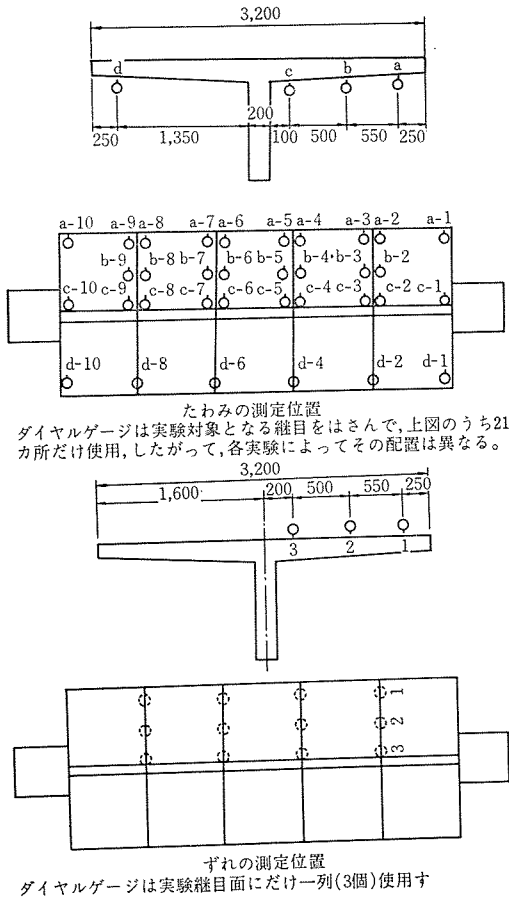
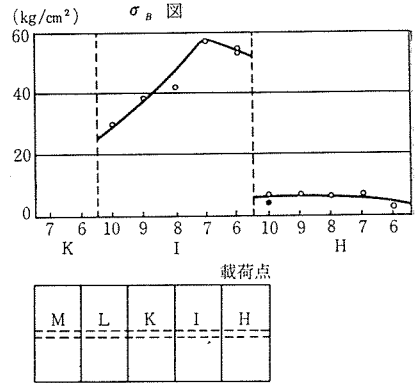


図-19 実験番号 2 測定結果



4) 接着剤も用いず、プレストレスも導入しないで、地覆のみの場合は、せん断力は地覆で十分に抵抗している(せん断応力度は 12.5 kg/cm^2) が、ウェブと地覆との間で、床版継目にずれが生じている。したがって、この場合、一体構造物として取扱わずに、地覆は床版先端の補強として考えるべきである。

(5) 結論

本実験結果より、つぎのようなことが結論される。

- 1) ブロック桁の床版の有効幅には、

図-20 実験番号 3 測定結果

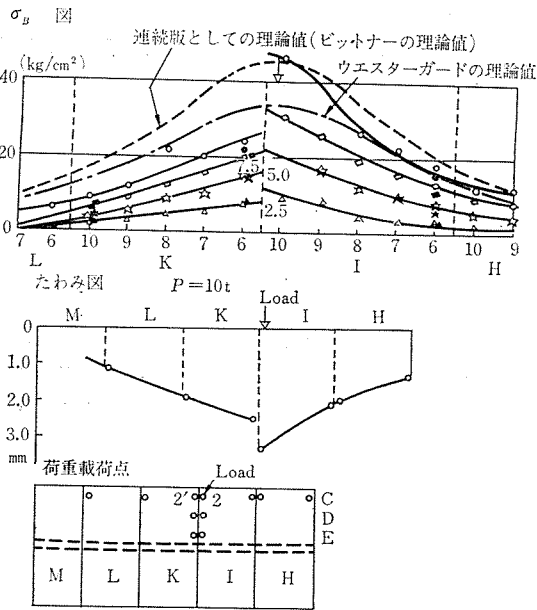


図-21 実験番号 4 測定結果

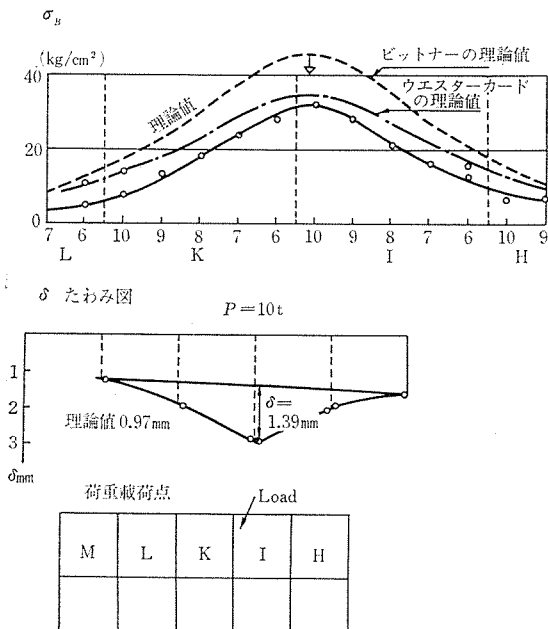


図-22 実験番号 5 (載荷重 10 t) 測定結果

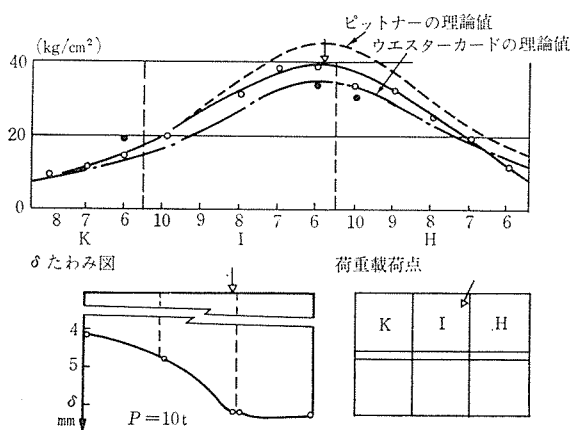


図-23 実験番号 5 (載荷重 15 t) 測定結果

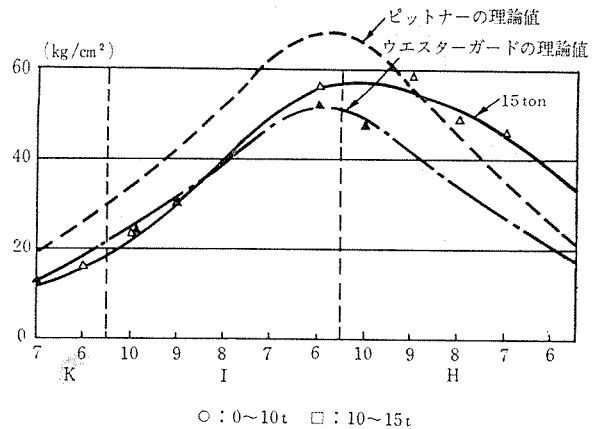
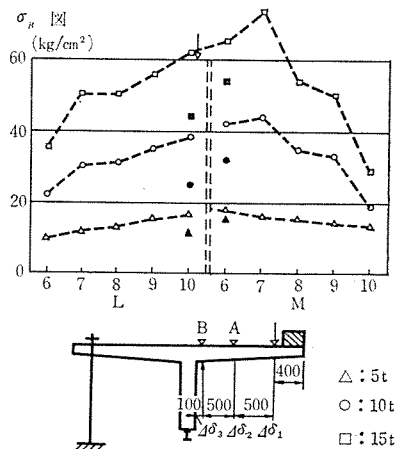


図-24 実験番号 6 測定結果



- 従来の一体構造物としての床版の有効幅を考慮してよい。
- 2) ブロック床版の継目部は、適当なプレストレスを導入するか、適当な接着施工を行なえば、継目のない一体構造物として考えて、継目部の応力解析を行なうてよい。
 - 3) 床版の応力はビットナーあるいはウエスターガードの理論式を用いて計算して大差ない。
 - 4) 地覆は応力計算において無視し、床版先端の補強として考えるのがよい。

参考文献

- 1) 名神高速道路試験所：接着剤試験報告書，昭.36.12 打継目試験，国鉄東京工務局報告書，昭.37.8
- 2) 武田昭彦：コンクリート用接着剤の試験，コンクリート接着剤シンポジウム，昭.38.4
- 3) 菅原 操・野口 功：接着剤によるブロック継ぎ P C 桁の試験，コンクリート接着剤シンポジウム，昭.38.4
- 4) 瀬川 敏：土木用接着剤，土木施工パンフレット No. 11，昭.39.6
- 5) 児玉武三：コンクリートの接着とその強度について，日本材料学会学術講演会，昭.40.5
- 6) 九州鋼弦コンクリート(株)：エポキシ樹脂によるコンクリートの接着試験報告書，昭.40.8
- 7) 鶴田康彦：高分子接着剤のとり扱い方問題点，材料と設計 66 Vol. 12, No. 3, 昭.41.3
- 8) 日本材料学会コンクリート工務用樹脂委員会：コンクリ

委員会報告

- ート工事用接着剤試験方案について, 昭.41.6
- 9) 浜島求女: エポキシ樹脂の選定基準と新しい利用例, 工業材料, 昭.41.12
 - 10) 垣内 弘: エポキシ樹脂の選定基準, 工業材料 12, 昭.41.12
 - 11) 鶴田康彦: 建設工事への応用と 施工上のチェックポイント, コンクリート工事用プラスチック, 昭.42.4
 - 12) 西沢紀昭: 土木工事への応用と 施工上のチェックポイント, コンクリート工事用プラスチック, 昭.42.4
 - 13) 西沢紀昭: 建設工事用接着剤, セメントコンクリート No. 239, 240, 241, 242, 243
 - 14) 日本材料学会: コンクリート工事用樹脂委員会
 - 15) 西林新蔵: せん断試験による接着強度について
 - 16) 木村恵雄: エポキシ樹脂による コンクリートの接着, セメント コンクリート
 - 17) 西林新蔵・西田幸男・千代憲治・加藤正也: エポキシ樹脂によるコンクリートの接着, セメント コンクリート
 - 18) 西山啓伸・石沢正俊・秋元泰輔: PC 連続箱ケタ橋のブロック工法, 土木施工 7 巻 3 号
 - 19) ACI Committee: Guide for Use of Epoxy Compound with Concrete Reported by ACI Committee 403, 昭.37.9
 - 20) Base, G.D.: Shearing tests on Thin Epoxy-resin Joints between Precast Concrete Units, 昭.38.7
 - 21) Ward, R.J., Bhabalek, E.G.: I. & E.C. Prod. Res & Develop, 昭.38
 - 22) Furane Plastics Incorporated: Provisional Instructions for EPIBOND, Technical Bulletin, 昭.39.5
 - 23) Furane Plastics Incorporated: EPIBOND, Technical Bulletin, 昭.40.10
 - 24) FIP Commission: Prefabrication, Report of the FIP Commission, 昭.41.6
 - 25) Lee, H., Neville, K.: Hand Book of Epoxy Resin, 昭.42
 - 26) Gerwick, B.C.: Long Span Prestressed Concrete Bridge Utilizing Precast Elements, PCI Journal
 - 27) Munchen, R.: Verwendung von Kunststoffen im Massivbau
 - 28) Okada, K.: Resins for concrete in Japan. Bulletin RILEM No. 28, Sep. 1965
 - 29) Teroson et Protection Chimique: Rox TP "colle a beton"
Teroson et Protection Chimique: La resine epoxy Rox TP dans les travaux publics et le batiment
"The analysis of grid frameworks & related structures" Henry & Jaeger
"Momentetafeln und Einflußflächen für kreuzweise bewehrte Eisenbetonplatten" Ernst Bittner 1938
"The analysis and design of rectangular concrete slabs with various foundary conditions" Research Report No. 14, Cement and concrete associations September 1963
"Theory of plates and Shells" Timoshenko
"Tests on a one twelfth scale model of the Mancurian Way" Cement and concrete associations 52 grosvenor gardens London SW1 December 1965
 - 30) JIS 関係
JIS K 6911 (熱硬化性プラスチック一般試験方法)
JIS K 5400 (塗料一般試験方法)
JIS Z 8803 (粘度測定法)
JIS Z 8804 (液体比重測定法)
ASTM D 905-49
ASTM D 530-50 T
ASTM D 785-51 A
ASTM D 1002-53 T
ASTM D 950-54
ASTM D 1337-54 T
ASTM D 648-56
ASTM D 1338-56
ASTM D 904-57
ASTM D 1084-63
ASTM D 896-64

1967. 10. 8 受付

プレキャスト コンクリートと 製造装置の
設計、製作監理並調査、研究

謹賀新年

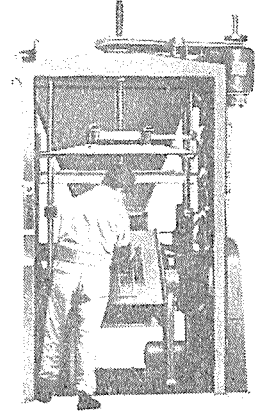
昭和43年 元旦

昨年中は、一方ならぬ御声援をたまり、誠に有難うございました。

お蔭様で、良好な業績をあげることができ、また数々の技術開発をおこなうことができました。

どうぞ本年も、よろしくお願い申し上げます。

不二コンクリートブロック
成型機(D-4GT型)

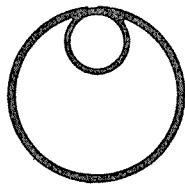


(カタログ進呈 乞雑誌名記入)



不二設計所

本社 東京都品川区西五反田4丁目12番1号 電話(492)8462(代表)
研究工場 宮城県玉造郡岩出山町駅前 電話 岩出山 174



橋梁、土木建築、輸送用

鋼製型枠及鉄構造物の製造

株式会社 八千代製作所

取締役社長 南出他十郎

本社 東京都千代田区丸ノ内1丁目1番地(国際観光会館7階746号)
電話 丸ノ内(231)2065・7812・5081

工場 千葉県千葉郡八千代町大和田新田590番地
電話 八千代 0474(8)3125(代表)