

PC 構造の新しい剛接合法について

八 橋 克 己*

1. ま え が き

建築架構を構成する際、柱の両側に PC ばりを剛接合する方法（換言すれば、柱頭部にプレストレスを導入することである）は、すでに本誌 Vol. 4, No. 5, October 1962 岡本建築設計事務所 岡本所長、塩地所員、白石建設 八橋課長により、「梁瀬自動車本社および整備工場現場打 PC 構造」として発表された論文中に掲載されているが、ここに改めて概略を説明すると、図-1 (a), (b) および 図-2 (a), (b) のごとき架構で、各柱頭は両側から PC 大ばりが剛接合されている。各 PC 大ばりはプレストレス導入のための緊張作業を行なうにあたって、鋼棒の伸び量をはり自体の長さを対象とした量ではなく、柱頭部の長さを加えたもので求める。

Δl : 伸び量

Δl_L : はりの長さに対する伸び量

Δl_{L_1} : 柱頭の長さに対する伸び量

$$\Delta l = \Delta l_L + \Delta l_{L_1}/2$$

$$= \epsilon(L + L_1/2)$$

すなわち Δl

$> \Delta l_L$ となり PC 鋼棒は、一時的にオーバーストレッチの状態となる。しかしながら L に対して L_1 の値が $1/20 \sim 1/15$ であるためオーバーストレッチにより鋼棒に与える影響は考慮外のものである。緊張作業が完了したら、柱頭部の PC 鋼棒を両側

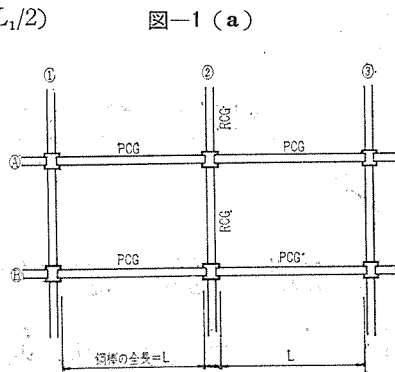
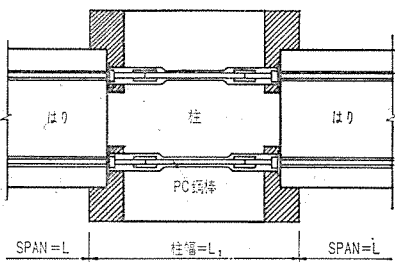


図-1 (b)



* 白石建設株式会社

のはりの PC 鋼棒とカップラーにて接続し、目地コンクリートを打込み、所定強度が確認できたらはり端のナットを逆回転させる。はりに蓄積された圧縮応力は柱頭コンクリートにおよぶ

（すなわち柱頭部にプレストレスが導入される）。梁瀬自動車本社工事の際は、ナットの回転は機械的操作で行なったため、はり端部に一部断面欠損が生じた。しかしはりの鋼棒が中心に対して左右 2 列配置であったので、柱頭部コンクリート欠損の量は少なく、構造的に支障はなかった。上記の施工を採用した場合、鋼棒の配置いかんによってはナットの逆回転操作は一方のみでもできない場合もあり、 x, y 両方向の場合は鋼棒本数も多く採用は困難となる。これら欠損部分を僅少にとどめ、かついかなる場合にも採用できるように考慮したものが、下記に示す新しい接合法である。

2. 新しい剛接合法の概要

図-3 (a), (b) のごとく柱の両側にはりをすえつける場合、このはりは先に述べたごとく柱頭部のバーの伸び量をあらかじめ加えた分だけ余分に緊張されており、グラウトは行なわれていない。また緊張に際してナットとアンカー プレートの間 に金属ワッシャーおよびプラ

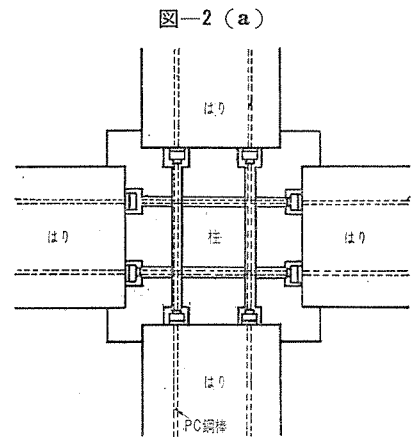
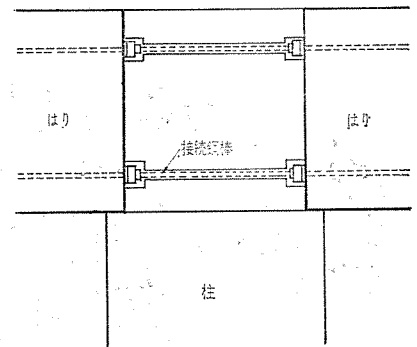
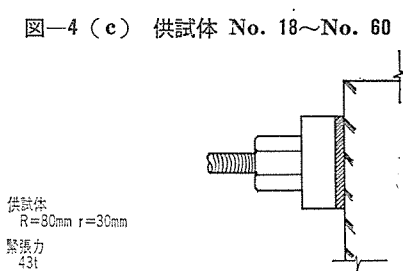
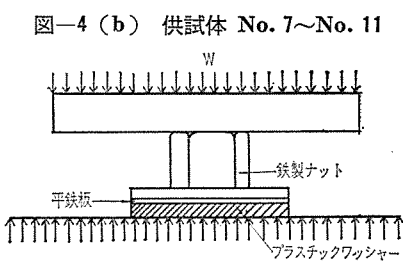
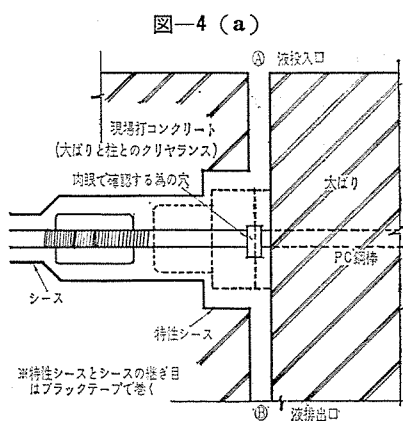
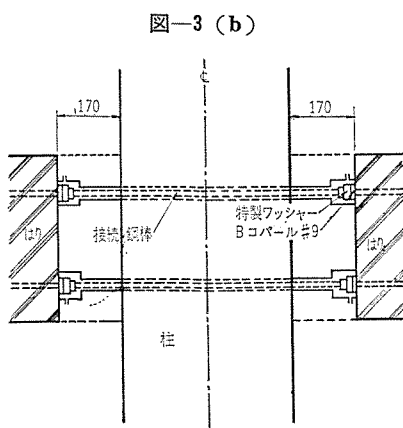
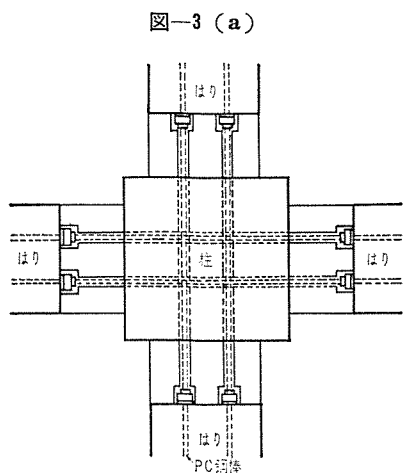


図-2 (b)





供試体
R=90mm r=30mm
緊張力
43t
右図のごとき実際に使用すると
同じ状態にて行なう15時間定
着後の変化なし

る欠損を検討する必要がある。

(2) プラスチック ワッシャーの溶解液の適性

プラスチックワッシャー溶解液が、

1) 主体コンクリートおよびグラウト注入セメントにおよぼす影響

2) PC鋼棒に対する影響を考察し悪影響がないことを確認しなければならない。

(3) プラスチック ワッシャーの溶解をチェックする方法

個々のプラスチック ワッシャーが完全に溶解したことが確認不可能であった場合には、溶解不完全のものがあつた場合、構造部材に悪影響をおよぼし、かつ節点の剛節が成立しなくなる。よつて個々に溶解が完了したことを確認できるような方法を確立する必要がある。これらの条件について、当社研究室 竹原主任が指導し八代、内海両研究員が、以下のごとき報告を作成しているの、つぎに述

ベック ワッシャーを挟み込んでおく、柱と両側のはりのPC鋼棒の接続が完了したら、目地部または柱頭部コンクリートが所定強度に達したことを確認後、図-4の④よりプラスチック ワッシャー溶解液を注入し、シース内に充満させる。ナットとアンカー プレートに挟み込まれたプラスチック ワッシャーは、外周より侵食を受け順次溶解しついに全く型を失なってしまう。この状態でナットは拘束がなくなるので、アンカープレートの方に移動が可能となり、はり鋼棒の緊張力は柱頭部鋼棒にも伝達され、コンクリートに圧縮応力が導入される。溶解されたプラスチックは排出孔図-4(a)の⑤より排出される。

3. 実験計画

(1) プラスチック ワッシャーの耐圧強度

はりの鋼棒緊張の際に挟み込まれたプラスチック ワッシャーが緊張加圧直後より圧縮を受け、その状態でPC鋼棒接合作業および目地コンクリート打込み硬化までの間に変型が進行したり破壊を起してはならない。そこで最も適切なる断面を求め、かつはりの全断面に対す

べる。

4. 実験結果

(1) 供試体の特性

原料としてベンゼンをスチレンモノマーに合成し、こ

表-1 機械的性質

名称	供試体	一般スチロール樹脂	
引張強度	570	400~500	kg/cm ²
伸度	3~4	2~3	%
衝撃強度	0.3	0.3	ft-lb/in
曲げ強さ	800~1000	450~750	kg/cm ²
硬さ	72	—	—

れを重合して得られるスチロール樹脂である(写真-1, 表-1)。

(2) プラスチック ワッシャー耐圧強度について

耐圧強度を求めるためにつぎの順で耐圧テストを実施した。

1) 200 t アームスラーで直載荷する方法

供試体 No. 1~No. 6 いずれも 200 t における変形状態を示すものである(写真-2,3,4,5,6,7)。

報 告

2) 200 t アムスラーにナットおよびワッシャーを挟み込んで加圧する方法(写真—8,9,10,11,12)。

3) 工事で実際使用する状態で加圧する方法(写真—13,14,15,16,17)。

No. 12: 緊張のさいは破壊にいたらなかったが変形大なるためストレス除去途中で破壊

No. 14: 30 分後に破壊する

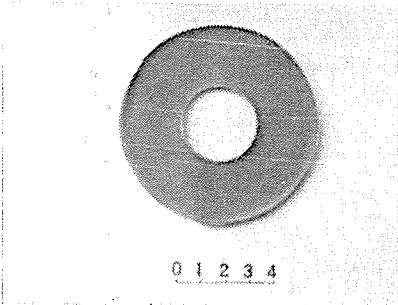
No. 17: 15 時間定着後の変形は外周に見られた

有効幅を考慮して作った特製のワッシャーを使用した。プレートは、プラスチック ワッシャーが鋼棒へめり込むのを防ぐために使用したが、あまりめりこみは見られなかった。

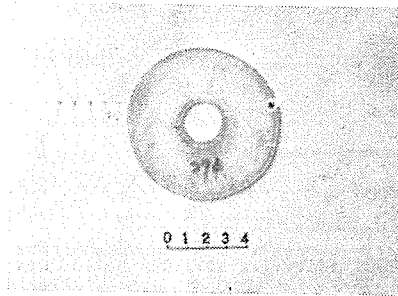
耐圧テストの結果よりプラスチック ワッシャーの寸法は、P IV—27 mm, 24 mm に対してつぎの値を採用することとした。

外径 $R: 80$ mm, 内径 $r: 30$ mm, 厚 $t: 5$ mm

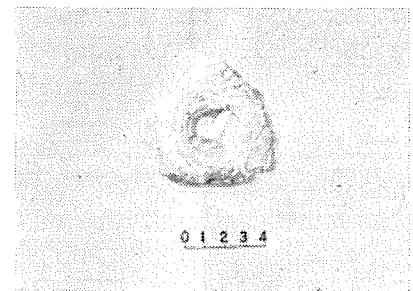
写真—1 供 試 体



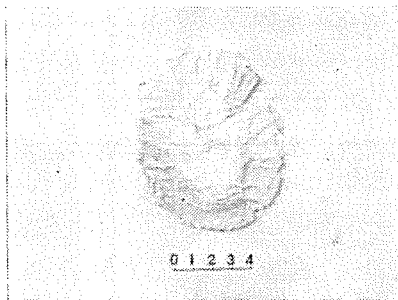
写真—5 供試体 No. 4



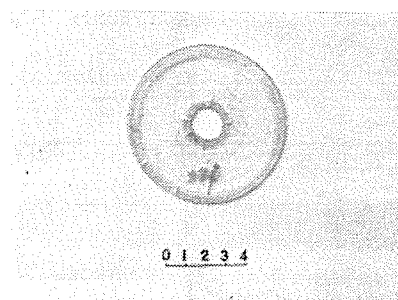
写真—9 供試体 No. 8 (50 t)



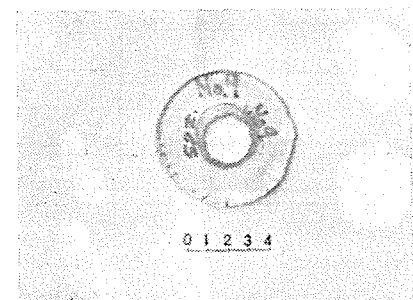
写真—2 供試体 No. 1



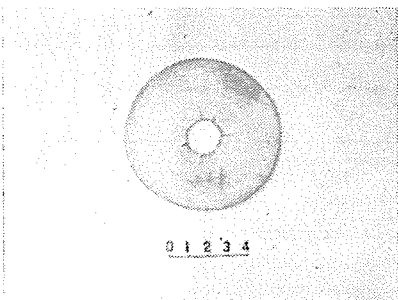
写真—6 供試体 No. 5



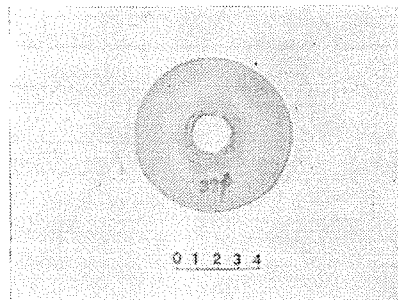
写真—10 供試体 No. 9 (57 t)



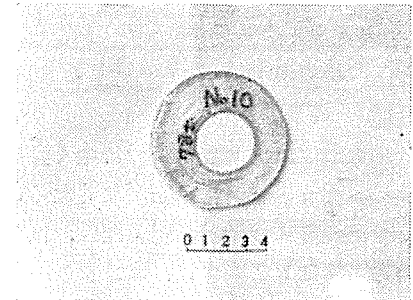
写真—3 供試体 No. 2



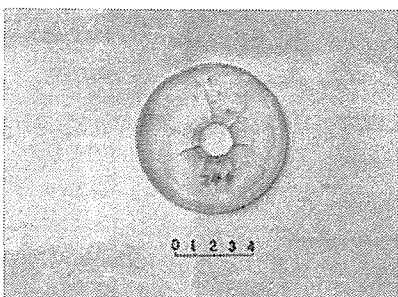
写真—7 供試体 No. 6



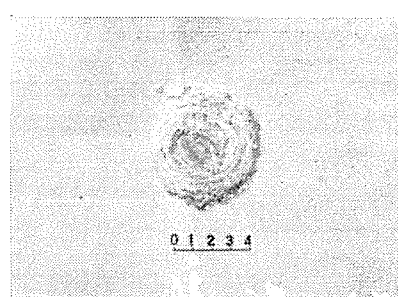
写真—11 供試体 No. 10 (78 t)



写真—4 供試体 No. 3



写真—8 供試体 No. 7 (50 t)



写真—12 供試体 No. 11 (41 t)

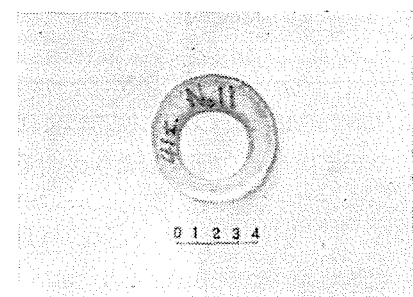
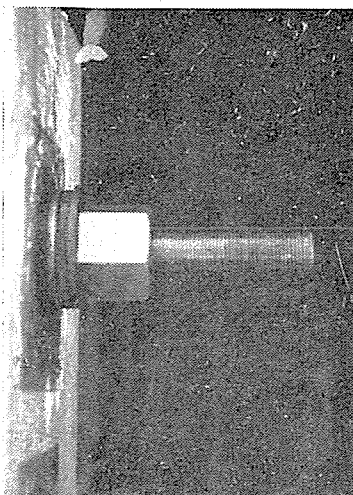
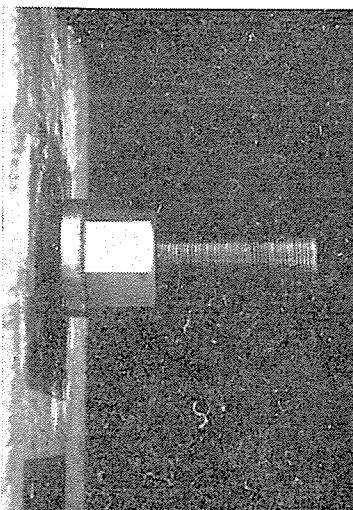


写真-13



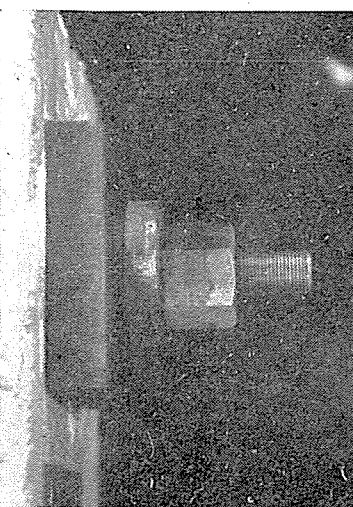
供試体 No. 12, No. 14, No. 17
供試体 $R: 57\text{ mm}$ $r: 30\text{ mm}$ 緊張力: 43 t

写真-14 供試体 No. 15-1 プラスチック ワッシャー



供試体 $R: 60\text{ mm}$ $r: 30\text{ mm}$ 緊張力: 45 t

写真-15 供試体 No. 16



供試体 $R: 80\text{ mm}$ $r: 30\text{ mm}$ 緊張力: 43 t

写真-16 供試体 No. 16 (43 t)

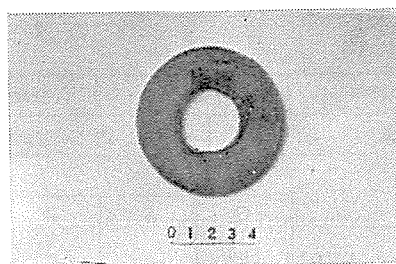
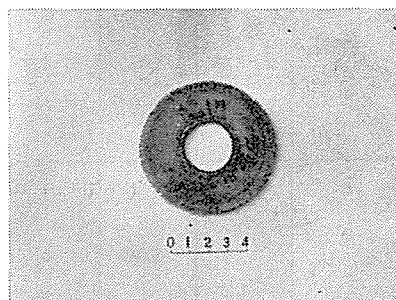


写真-17 供試体 No. 17 (43 t)



また圧力を均等配分するために必ずワッシャーを使用した。

(3) プラスチック ワッシャー溶解液のおよぼす影響
本実験において高率にトルオール溶液を混入し極端な場合の強度低下なども調べたが、表-2,3,4のごとくあまり影響は見られなかった。使用する際にグラウトポンプの圧力でトルオールを流し出すため、シース内に残る量は少ないので、実験において使用したトルオール混入割合を上まわるとは思えない。またPC鋼棒はなんらトルオールに影響されないことが確認できた。特にPCグラウトとPC鋼材の付着特性(付強度,伝達長)は、グラウトの強度によって定まるので以上の実験を行なった。

(4) プラスチック ワッシャー取付装置およびトルオール注入方法

a) プラスチック ワッシャー取付装置 装置の目的とするところは、トルオール溶液もれを防ぐためとプラスチック ワッシャーが外力や振動により破壊に致らないようにし、かつ断面欠損を最少におさめようとするために図-4のごとくセットした。

b) トルオールは特殊シースにグラウト穴を設け、コンクリート上面までビニールチューブにて導き、トルオール注入とグラウチングを兼用する。

(5) プラスチック ワッシャーが溶解したかどうかをチェックする方法

a) 概要 チェックの方法として電氣的に確認する方法をとり、かつ肉眼で直接確認するのも並行して使用し、電氣的に確認する方法の信頼度を高めようと試みた。

b) 電氣的に確認する方法 図-5(a), (b)においてプラスチック ワッシャーが溶解すると、銅板が落

表-2 材令 3 日 セメント強度試験結果

供試体製作年月日		40年5月11日		採取年月日		40年6月8日		試験機の種類		50t アムスラー		
室 温		°C		湿 度		%		セメント 住友普通ポルトランドセメント				
供 試 体							強 度					
		O (g)	S (g)	W (g)	w/c (%)	トロール	曲 げ		圧 縮			
							荷 重 (kg)	強 度 (kg/cm ²)	荷 重 (kg)	強 度 (kg/cm ²)		
N	1	520	1040	338	65	—	100	23.4	(3350 3280)	(205 205)		
	2						97	22.7	(3230 3250)	(202 203)		
	3						90	21.1	(3270 3320)	(204 208)		
	平均						95.7	22.4	3283	205		
E	1	520	1040	338	55	—	121	28.3	(3750 3750)	(234 234)		
	2						101	23.6	(3900 3725)	(244 233)		
	3						112	26.2	(3825 3710)	(239 232)		
	平均						111.3	26.3	3777	236		
M	a	520	1040	338	65	1.04 (Cの0.2%)	90	21.1	(3350 3460)	(210 216)		
							2	87	16.4	(3760 3350)	(235 209)	
							3	95	22.2	(3390 3585)	(212 224)	
							平均	90.7	19.9	3483	218	
	b	520	1040	338	65	2.60 (Cの0.5%)	80	18.7	(3410 3320)	(213 208)		
							2	85	19.9	(3180 3390)	(199 212)	
							3	95	22.2	(3270 3130)	(204 196)	
							平均	86.7	20.2	3283	205	
	c	520	1040	338	65	3.60 (Cの0.7%)	121	28.3	(3710 3840)	(244 240)		
							2	113	26.5	(4040 4020)	(252 251)	
							3	112	26.2	(4090 3770)	(256 248)	
							平均	115.3	27.0	3978	249	
	d	520	1040	338	65	5.20 (Cの1.0%)	90	21.1	(3570 3310)	(223 207)		
							2	101	23.6	(3735 3580)	(234 224)	
							3	97	22.7	(3660 3180)	(229 199)	
							平均	96.0	22.5	3508	219	
備 考	Nの強度を1としたときの比較表					材 称	N	E	M			
						曲 げ	1	1.17	0.89	0.90	1.20	1.01
						圧 縮	1	1.15	1.06	1.00	1.22	1.07

表-3 材令 7 日 セメント強度試験結果

供試体製作年月日		40年5月4日		採取年月日		40年5月11日		試験機の種類		50t アムスラー		
室 温		°C		湿 度		%		セメント 住友普通ポルトランドセメント				
供 試 体		調 合					強 度					
		O	S	W	w/c	トロール	曲 げ		圧 縮			
		(g)	(g)	(g)	(%)		荷 重 (kg)	強度 (kg/cm ²)	荷 重 (kg)	強度 (kg/cm ²)		
N	1	520	1040	338	65	-	180	42.0	(2320 2750)	(176 172)		
	2						230	53.8	(4200 4150)	(263 259)		
	3						240	56.1	(3800 4100)	(238 256)		
	平均						235	55.0	4063	254		
E	1	520	1040	338	65	-	245	57.1	(3120 2890)	(195 180)		
	2						207	48.3	(3185 3120)	(199 195)		
	3						209	48.8	(2930 2980)	(183 186)		
	平均						220	51.4	3038	190		
M	a	520	1040	338	65	1.04 (Cの0.2%)	222	51.9	(4450 4425)	(278 277)		
							2	217	50.7	(4300 4275)	(269 267)	
							3	250	58.5	(4440 4650)	(278 296)	
							平均	226	53.7	4423	277	
	b	520	1040	338	65	2.60 (Cの0.5%)	280	65.5	(4300 4630)	(269 289)		
							2	250	58.5	(4660 4500)	(291 281)	
							3	250	58.5	(4600 4800)	(288 300)	
							平均	260	60.8	4582	286	
	c	520	1040	338	65	3.60 (Cの0.7%)	225	52.6	(4200 4600)	(282 288)		
							2	255	59.6	(4350 4200)	(272 202)	
							3	245	57.3	(4400 4650)	(275 290)	
							平均	242	56.5	4400	275	
d	520	1040	338	65	5.20 (Cの1.0%)	240	56.1	(4350 4500)	(272 281)			
						2	245	57.3	(4000 4340)	(250 271)		
						3	245	57.3	(4540 4550)	(284 284)		
						平均	243	56.9	4380	274		
備 考						材	N	E	M			
						名称			a	b	c	d
	Nの強度を1としたときの比較表						曲 げ	1	1.22	0.98	1.11	1.03
						圧 縮	1	1.09	1.09	1.13	1.07	1.08

表-4 材令 28 日 セメント強度試験結果

供試体製作年月日		40年5月11日		採取年月日		40年6月8日		試験機の種類		50t アムスラー		
室 温		°C		湿 度		%		セメント 住友普通ポルトランドセメント				
供 試 体		調 合					強 度					
		O (g)	S (g)	W (g)	w/c (%)	トロール	曲 げ		圧 縮			
								荷 重 (kg)	強 度 (kg/cm ²)	荷 重 (kg)	強 度 (kg/cm ²)	
N	1	520	1040	338	65	—	208	48.7	(2600 3500)	(163 219)		
	2						—	—	(3300 3300)	(206 206)		
	3						215	50.3	(3800 3400)	(238 212)		
	平均						212	49.5	3317	273		
E	1	520	1040	338	65	—	203	47.5	(2500 4500)	(156 281)		
	2						160	37.4	(4500 3200)	(281 200)		
	3						170	39.7	(2500 3000)	(156 188)		
	平均						178	41.5	3367	210		
M	a	520	1040	338	65	1.04	220	51.5	(3500 3200)	(219 200)		
							2	237	55.5	(4000 4200)	(250 263)	
							3	230	53.8	(4300 3300)	(269 206)	
							平均	229	53.6	3750	235	
	b	520	1040	338	65	2.60	206	48.2	(4200 3700)	(263 231)		
							2	200	46.8	(4700 4800)	(294 300)	
							3	190	44.4	(3800 3800)	(238 238)	
							平均	199	46.5	4167	261	
	c	520	1040	338	65	3.60	255	59.6	(4600 3400)	(288 212)		
							2	272	63.6	(4000 3900)	(250 244)	
							3	160	37.4	(3300 3900)	(206 244)	
							平均	229	53.5	3350	241	
d	520	1040	338	65	5.2	130	30.4	(3400 3700)	(212 231)			
						2	224	52.5	(3700 2900)	(231 181)		
						3	160	37.4	(3300 4000)	(206 250)		
						平均	171	40.3	3500	219		
備 考						材	N	E	M			
						名称			a	b	c	d
	Nの強度を1としたときの比較表					曲 げ	1	0.84	1.08	0.94	1.08	0.81
					圧 縮	1	0.86	0.77	0.96	0.88	0.80	

図-5 (a)

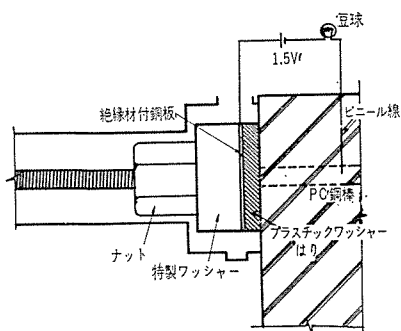
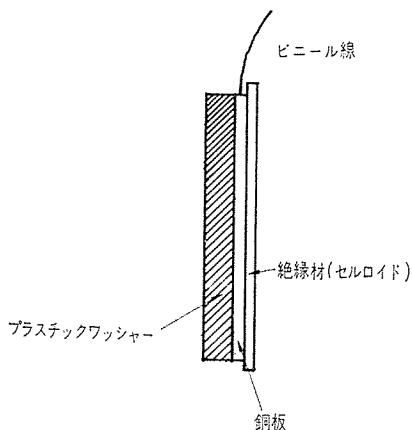


図-5 (b)



(おのおのを接着材にて接着)

下し鋼棒に触れることによって 1.5 V 豆電球が点灯する原理である。この場合銅板と絶縁材を刻々にはめ込むと溶解前にワッシャーとナットに電流が流れる恐れがあるので、あらかじめ銅板とプラスチック ワッシャーを接着することによりこれを防いだ(写真-18 (a),(b) および 図-5(b))。

c) 実験結果 図-5 (a) に示したような装置で、供試体 外径 $R: 80 \text{ mm}$, 内径 $r: 30 \text{ mm}$, 厚さ: 5 mm を使用し電氣的に溶解のいかんをチェックすることにした。この方法による

と、溶解時間は3日間で豆球は点灯するが、銅板の下部に少量のプラスチックが写真-18 (c) のように残ったまま落下する可能性もありうる。予備実験より4日間見込む必要がある。若干銅板の下部に残分があっても、銅板が落下することはストレスが導

写真-18 (a)

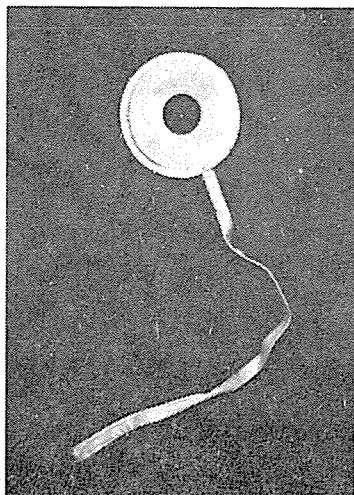
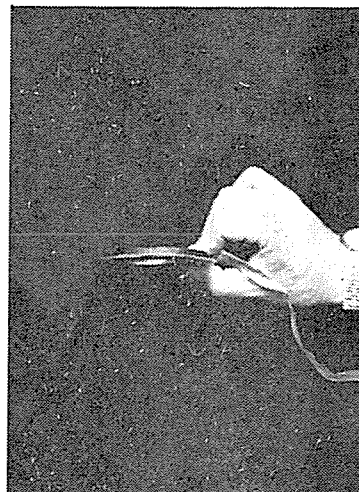


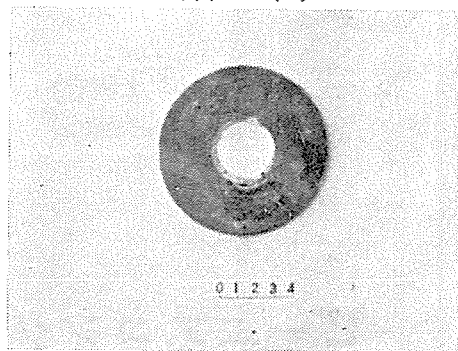
写真-18 (b)



入されていることを表わすので、ストレスの導入には影響しないと見なしてよい。銅板の下部に少々残っていると、ペーストに影響することも考えて4日間は必要とする。並行して肉眼で直接確認する方法も行なった。これによると銅板に接着している絶縁材で少し見にくいですが、グラウト穴からそう入した豆球を点灯させ確認した。なお、ビニール線は1週間位の期間ではトルオールにおかされない。

d) 考察 豆球が4日間で点灯しても写真-18 (c) で示したごとく少々残留片がある場合があるので、供試体 No. 61~No. 112 で実験した結果、溶解時間は4日間必要とし、実験や実際に使用した東機工業株式会社新築工事などでは確実に豆球が点灯した。この電氣的に確認する方法は、装置、付属品ともに割合簡単であり、絶縁材、銅板プラスチック ワッシャーを接着させ、一つのユニットとして使用できるため現段階では好ましい方法の一つといえる

写真-18 (c)



5. 総 括

以上の実験を行ない、この実験内において結論づけられることは

- 1) 供試体, プラスチック ワッシャーの大きさ 外径 $R: 80 \text{ mm}$, 内径 $r: 30 \text{ mm}$, 厚さ: 5 mm
- 2) トルオールがPC鋼棒グラウト, コンクリートに影響をおよぼさない。
- 3) 開放座金が溶解したかどうかのチェックの方法は、電氣的確認, 肉眼的確認を並行して行なう。

実際に現場にて本方法を使用してもなら構造的にも欠陥は生じない。現段階の実験では少々液もれがあるためこれを防止する。

耐圧試験は、各試験ともかねて総数 95 枚行なった結果結論づけたものである。

4) 実施例としては、志村建築設計事務所設計による東機工業社屋 PC 組立工事の側ばり断面の中央に上下 2 本、4 種 27 mm 鋼棒が配置されていたので、従来の方法で「ナット」を回転させることは不可能であるため本工法を採用した。はり断面の欠損がなく柱とはりが完全に剛接合することができた。

6. あとがき

本工法は、岡本建築設計事務所所長 岡本 剛博士の御指導で、博士と筆者が梁瀬自動車本社新築工事において考案したものであるが、今回さらに東機工業社屋新築工事に使用することができた。これは志村建築設計事務所 志村副所長、日本大学本岡助教授の理解ある御指導、御協力の賜物である。またプラスチック材料については、実施に先だって種々実験を重ね、裏づけを行なわれた竹原主任研究員 内海、八代両研究員の協力に負うところ大である。紙上より厚く御礼を申し上げ今後の御教導をお願いする次第である。 1965.8.30・受付

材料および構造物へのくり返し荷重の影響に関する会議

RILEM では 1966 年 9 月 15~17 日にわたってメキシコシティーにおいて材料および構造物に対するくり返し荷重の影響についてのシンポジウムを開催することに決定した。これは PC の設計施工に関係のある者には非常に興味あるものと思われる。

FIP としてはこのシンポジウムに正式代表を送る予定であるが、この会議出席希望者は当協会に連絡されたい。



育英橋(大阪府)
3 径間連続曲線函形
R=90m



ピーエスコンクリート設計施工並に製作

日本ピー・エス・コンクリート株式会社

顧問 加賀山之雄

顧問 稲浦鹿蔵

取締役社長 有馬義夫

本社	福井県敦賀市泉 1 2 5 号 2 番地	電話敦賀 1 4 0 0 (代)
東京営業所	東京都千代田区大手町 1 丁目 4 番地 (大手町ビル 3 階 362 号室)	電話東京 201-8651 (代)
大阪営業所	大阪市北区堂島上 2 丁目 39 番地 (毎日産業ビル別館 5 階)	電話大阪 361-7 7 9 7
名古屋営業所	名古屋市中村区広井町 2 丁目 54 番地 (交通ビル 5 階 52 号室)	電話名古屋 54-6 5 3 6
福岡営業所	福岡市天神町 3 番地の 1 (福岡三和ビル 6 階)	電話福岡 74-9 4 2 6