

[147] PC板埋設型枠を床スラブ下面にもつ合成T形梁の破壊性状

正会員 ○小森 清司 (長崎大学工学部)
 正会員 永藤 政敏 (長崎大学工学部)
 岸川 匡秀 (長崎大学大学院)
 浅田 正子 (長崎大学工学部)

1. はじめに

注1)
 PC板埋設型枠を用いた床スラブ本体の特性については、これまでの一連の実験的研究で明らかにしてきた。本報告はこのPC板埋設型枠を床スラブ下面にもつ合成T形梁が地震荷重下において示す挙動、破壊性状、スラブの協力幅及び梁とスラブ接合部の安全性を究明する為、合成T形梁と従来型一体打ちT形梁とに対して繰返し荷重による曲げ実験を行ない比較検討したものである。

2. 試験体

試験体は図-1、図-2に示す様な実大の1/2.5を想定した合成T形梁3体と通常のRC造T形梁1体からなる。またPC板上面の打継面は菱目状の溝をつけ粗面仕上げとしている。

表-1 モルタル, コンクリートの性質

PC板用モルタル			現場打ちコンクリート		
圧縮強度 Kg/cm ²	引張強度 Kg/cm ²	ヤング係数 Kg/cm ²	圧縮強度 Kg/cm ²	引張強度 Kg/cm ²	ヤング係数 Kg/cm ²
64.2	4.1	2.4×10 ⁶	24.1	2.1	2.0×10 ⁶

供試体は全て現場養生、ヤング係数はE₁/3とする

表-2 H形鋼, 溶接金網, 鉄筋の性質

	H形鋼	溶接金網	異形鉄筋 S D 30	
直径 (mm)	200×100	φ 4.0	φ 2.6	D 10, D 6
断面積 (mm ²)	×5.5×8	12.57	5.31	71.33, 31.67
σ _y (Kg/mm ²)	37	48	67	35, 41
σ _t (Kg/mm ²)	49	51	72	52, 56
E (×10 ⁴ Kg/mm ²)	2.1	2.2	2.3	1.8, 2.0

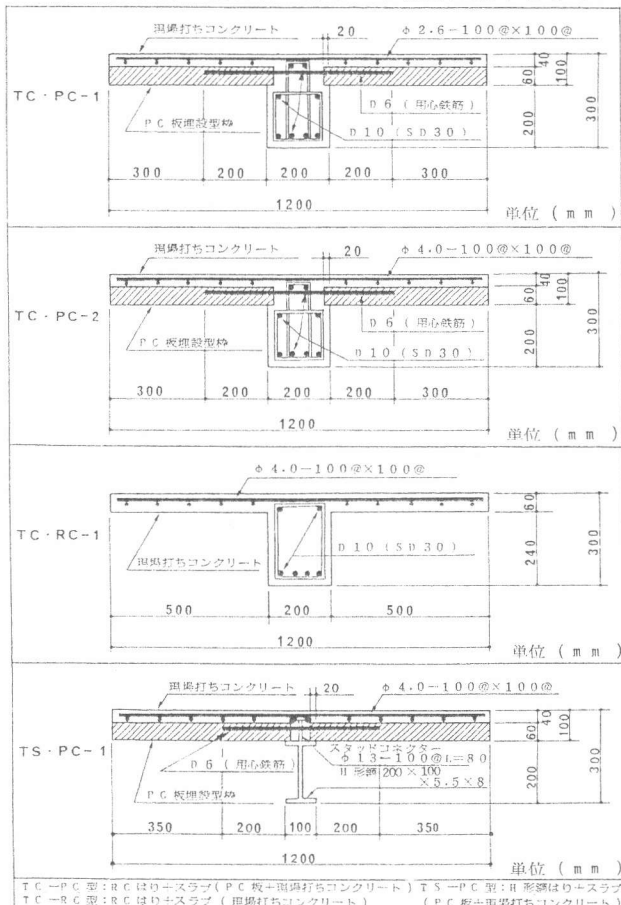


図-1 試験体断面詳細図

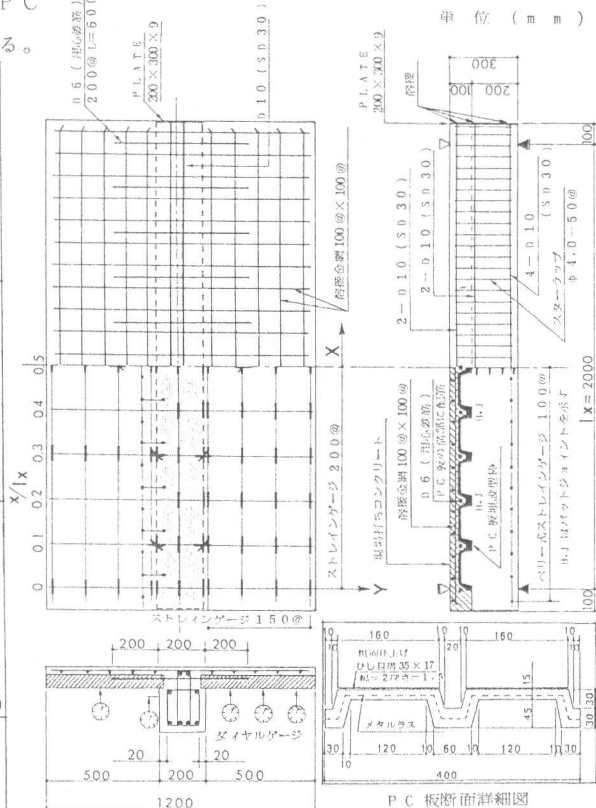


図-2 配筋, ゲージ位置, PC板断面詳細図

注1) 当研究室における一連の研究においてはプレストレスを導入したプレキャストコンクリート板をPC板と呼称してきた。しかし、本実験に使用したPC板は縮小モデルの為プレストレスは導入していないが、ここではあえてPC板と呼称する。

3. 実験方法

3.1 載荷方法

載荷は図-3に示す実験装置を用い、中央一点集中加力による正負数回の繰返しを採用した。履歴荷重の限度は±①サイクルは梁及びスラブの弾性範囲内、±②サイクルは曲げひびわれ発生まで、±③サイクルは引張鉄筋降伏まで、+④サイクルは部材角で1/50、-④サイクルは部材角で1/40、+⑤サイクルはスラブ上面のコンクリート圧壊までを目標にした。

3.2 測定方法

図-2に歪ゲージ貼付位置を示す。試験体中央部のたわみは支持点位置に取付けたホルダーを介して変位計とダイヤルゲージで測定した(図-2)。また、ひびわれ幅はベリ-式ストレインメーターで測定した。

4. 実験結果の考察

実験結果及び計算値を表-3~4, 図-4~7に示す。

4.1 T形梁のスラブ協力幅

図-4はコンクリートスラブ表面のx方向の歪 ϵ_x の測定結果をx/1x=0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1の各線上におけるy方向分布で表わしたもので、TC-PC-2試験体の+①, +②サイクル時の場合を例に示してある。歪が梁とスラブの接合線から遠ざかる程、またスパン中央点から支点到近づく程小さくなり曲げ変形に協力する度合いが小さくなっている。しかし、はねだし先端50cmの近傍でも尚歪が若干生じており全幅曲げに協力していることがわかる。表-4は全試験体について図-4と同様の分布を示す歪 ϵ_x を台形法によって面積を計算し、スラブ付根の歪 ϵ_{x0} で除して求めたスラブの協力幅 λ をスパンに沿って示したものである。これによると実験結果による協力幅の平均値は $\lambda=32.4\sim 41.7$ cmとばらつきはあるが、全体の平均値をとれば $\lambda=38.0$ cm^{注3)}となって日本建築学会RC計算規準による $\lambda=35.0$ cmとほぼ近い値を示している。このことは協力幅が合成スラブ、現場打ち一体スラブの性状には関係なく、またリブの有無やスラブの厚さの違いにも影響をうけないことを示している。図-5は表-4に一覧した協力幅を材長に沿って半スパン分だけグラフ化したものであるが、TC-PC-1の支点近傍で若干値が減少しているのを除けば全体的に中央一点集中荷重時にはスラブが圧縮或いは引張のどちらであっても曲げに対して協力する幅は $\lambda/l=0.14\sim 0.23$ の範囲にあって、ス

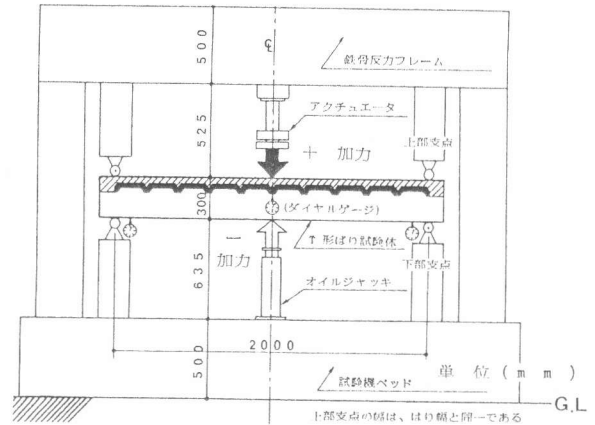


図-3 実験装置

表-3 実験値及び計算値一覧表

試験体	TC-PC-1		TC-PC-2		TC-RC-1		TS-PC-1	
	実験値	計算値	実験値	計算値	実験値	計算値	実験値	計算値
部材はc/mで表示								
はり部下部鉄筋降伏発生荷重	1.50	1.71	1.20	1.71	2.00	1.87	---	---
実験値/計算値	0.88		0.70		1.07		---	---
板部(上表面)ひびわれ発生荷重	3.27	4.17	2.80	4.17	3.00	4.36	4.80	6.00
実験値/計算値	0.78		0.67		0.69		0.80	
はり部下部鉄筋降伏荷重注2)	7.00	5.62	6.80	5.63	6.50	5.67	22.0	22.5
実験値/計算値	1.25		1.21		1.15		0.98	
はり部上部鉄筋降伏荷重	5.13	3.93	6.20	5.53	5.60	5.46	---	---
実験値/計算値	1.31		1.12		1.03		---	---
スラブ鉄筋降伏荷重	---	6.15	6.50	7.65	---	7.59	---	---
実験値/計算値	---		0.85		---		---	---
スラブ鉄筋降伏荷重	5.60	8.09	7.66	8.06	5.60	8.15	19.9	---
実験値/計算値	0.69		0.95		0.69		---	---

注2) TS-PC-1 においてはT形部下部鉄筋降伏荷重を示す

表-4 実験より求めた協力幅一覧表

試験体	加力方向	荷重 (kg)	協力幅 λ (cm)						計算規準による λ (cm)	
			$x/1x$					平均値		
			0.5	0.4	0.3	0.2	0.1			
TC-PC-1	1 サイクル	正 800	33.3	45.6	44.0	43.8	---	---	41.7	
		負 800	27.5	34.6	40.7	40.0	---	---	35.7	
		平均 800	29.8	40.7	40.0	41.1	46.0	---	39.5	
	TC-PC-2	正 800	32.8	35.8	41.9	43.8	41.5	---	39.2	
		負 800	30.3	36.7	42.9	42.3	44.5	---	39.3	
		平均 800	32.4	29.8	38.6	28.8	---	---	32.4	
TS-PC-1	1 サイクル	正 800	31.9	37.0	42.1	39.8	37.5	---	37.7	
		負 800	33.8	39.7	44.3	42.7	36.8	---	39.5	
		平均 800	31.7	40.4	43.6	36.8	32.2	---	36.9	
	TC-PC-1	2 サイクル	正 2000	32.8	38.7	45.2	43.0	27.2	---	37.4
			正 1100	28.8	37.2	36.2	45.6	---	---	37.0
			負 2200	32.0	34.0	46.6	42.0	40.8	---	39.1
TC-RC-1	1 サイクル	正 2000	30.1	33.4	40.3	46.2	44.5	---	38.9	
		負 2000	34.9	35.5	37.2	44.5	41.0	---	38.6	
		平均 2000	33.2	39.0	39.8	38.5	35.5	---	37.2	
	TS-PC-1	2 サイクル	正 2000	31.6	31.6	41.5	41.9	40.0	---	37.3
			負 2000	31.6	31.6	41.5	41.9	40.0	---	37.3
			平均 2000	31.6	31.6	41.5	41.9	40.0	---	37.3

注3) 協力幅 λ の値は日本建築学会鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説1982による

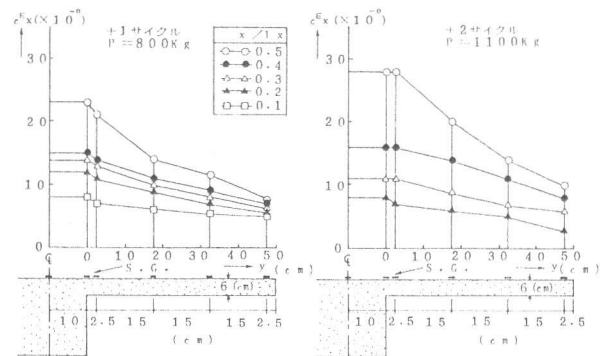


図-4 スラブ上面のひずみ分布 (TC-PC-2)

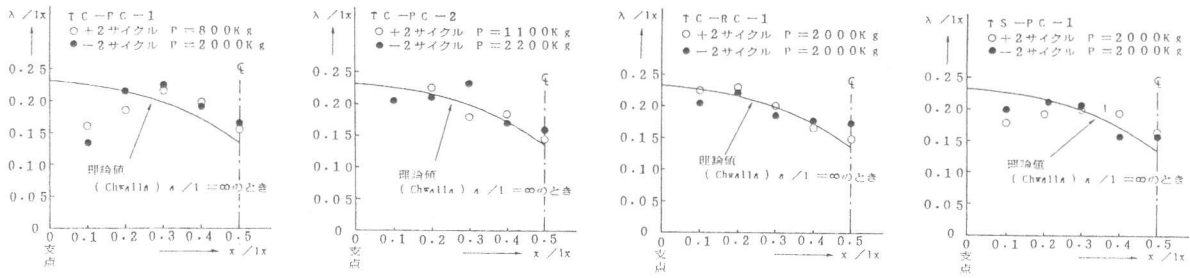


図-5 協力幅のスパンに沿う分布 (半スパン)

ン中央で最小となり支점에近づく程大きくなる傾向のあることを示している。またこの結果は値としては若干不十分であるが傾向としては理論値ともほぼ良い対応を示している。

4.2 モーメント~部材角性状

図-6に4試験体のM~φ曲線を示す。M~φ曲線は4体共正荷重時には安定したループを描いているが、スラブが引張となる負荷重時には各タイプによって性状が異なる。先ず梁部分がコンクリート造の3体(TC-PC-1, TC-PC-2, TC-RC-1)を比較すれば、3体共正荷重時にはM~φループは安定した紡錘形を呈している。しかしスラブが引張となる負荷重時には三者三様でスラブ筋量が同量であっても、TC-PC-2の方がTC-RC-1より若干安定しており、耐力も高く、スラブ筋の破断が始まる時点もおそく、耐力低下が始まる時期もおそい。その上耐力低下後もなおほぼ一定値の耐力を持続し、保有耐力も大きい。しかし、一体打ちのTC-RCではスラブ筋が破断する毎に耐力が低下し、最終時には最大値の60%近傍まで低下している。このようにここでは一体打ちT形梁よりも合成T形梁の方が安定した性状を示していることがわかる。しかし、スラブ筋量が極端に少ないTC-PC-1の場合にはスラブ引張の負荷重時には、その減量分だけ耐力が低下し、スラブ筋の多少によるスラブの協力効果の相違が顕著にあらわれている。また、H形鋼梁のTS-PC-1では正負荷重時共安定した履歴ループを描き、RC造系3体の約3倍の変形にまで耐え、最後の+5サイクル目の正荷重時にスラブ上面のコンクリート圧壊で終局に達したが、その直前まで、耐力、変形ループは安定しており、RC造系の3体に比べて勝れた性状を示している。

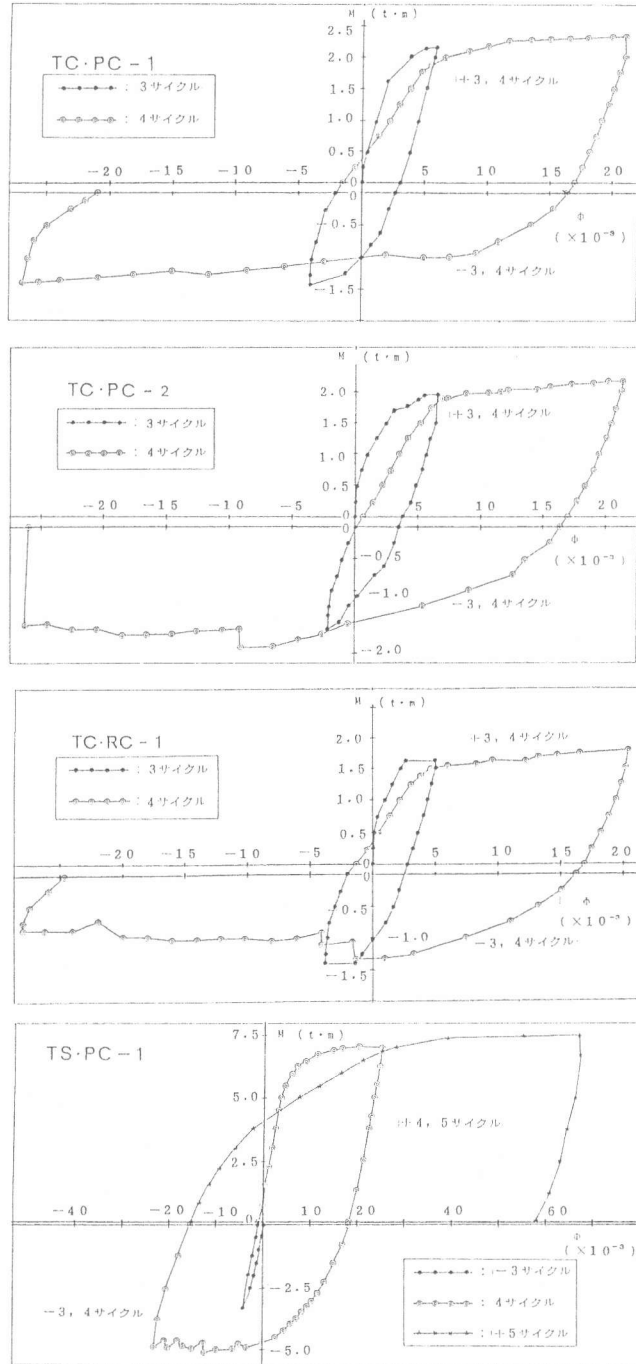


図-6 M~φ 曲線

5. 破壊性状

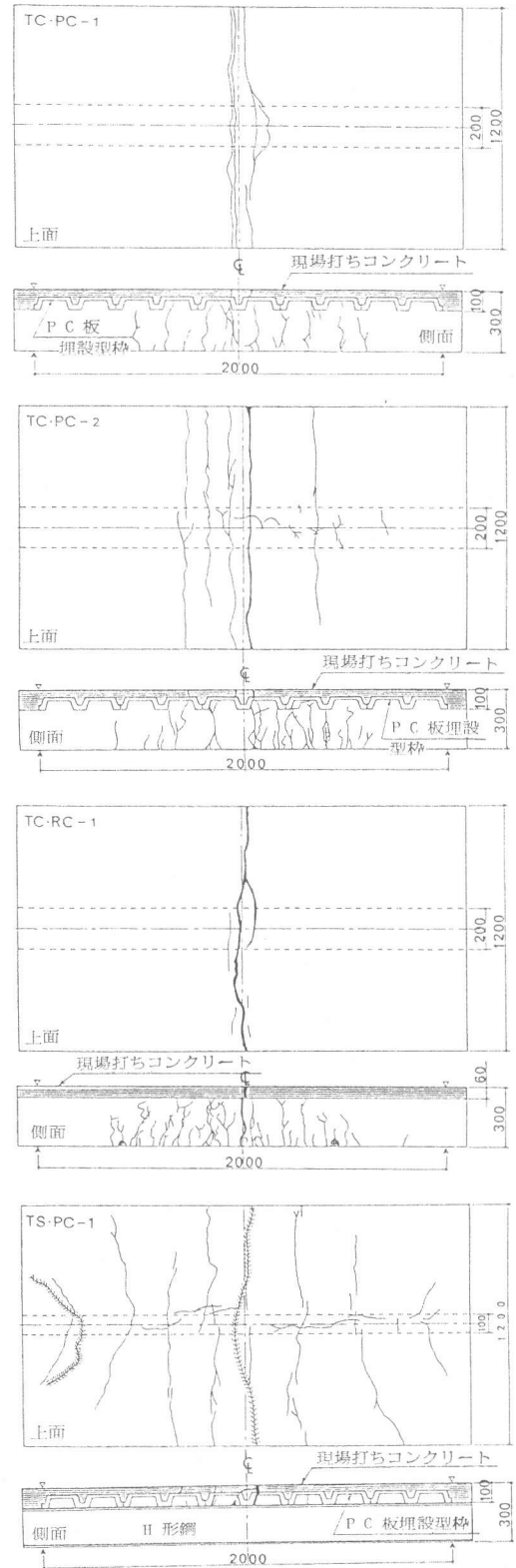
図一七に各試験体の最終破壊状況を示す。正荷重時にTC型は曲げ破壊し、ひびわれはスパンの $1/4$ を越えた範囲まで拡がって発生しており、梁中央部の大きなひびわれの深部はほぼスラブ下面近傍まで達している。一方スラブ引張の場合はスラブ筋の多少及びスラブ断面形状の違いによって異なり、スラブ筋量の少ないTC-PC-1では中央のリブに沿って2本のみ入り、それが拡大し破壊に至る脆性的な性質を示している。これに反して、スラブ筋が若干多いTC-PC-2とTC-RC-1では、スラブ断面形状の違いにより破壊性状が異なり、合成T形梁の前者では数本のひびわれがスパンを直交して10cm間隔に分散して入り、そのうちの3本までがスラブを貫通し全幅に及んでいる。しかし、終局時の大変形下においてもPC板と現場打ちスラブとの打継面での付着分離及びPC板の梁からの抜け出し等はおこっていない。一方、一体打ちの后者では大きなひびわれがスパン中央に1本入り、それがスラブを貫通し全幅に及び終局に達しており、前者より脆性的な性質を示している。このことは合成T形梁が一体打ちT形梁に比べて同程度以上の性能を有していることを実証している。一般的に、溶接金網は横筋が定着に有効で網全体の付着性能が高く、縦筋のズレがおこりにくい。また鉄筋自身の伸率が低いため普通鉄筋を配筋したものより変形に対する追従性が悪く、鉄筋が破断する現象がおこり易い。しかし、降伏点が非常に高いことを考慮し、作用応力に余裕をもたせて使用すればその問題は回避できるものと思われる。

また、梁部がRC造T形梁の3試験体ではスラブ付根の斜せん断ひびわれの発生をみることはできなかった。ただH形鋼の梁とRCスラブを合成したTS型だけは、前三者とは異なり大きな荷重と変形に耐えたため斜せん断ひびわれと思われるひびわれが発生し、終局時にはスラブとH形鋼との接合面の分離やズレ及びスタッドの埋込み位置を結ぶひびわれが発生した。しかしその時点でもなお、PC板埋設型枠と現場打ちコンクリートとの付着分離を見出すことはできなかった。

6. 結び

PC板埋設型枠をスラブ下面にもつ合成T形梁は、PC板の梁からの抜け出し及び現場打ちコンクリートとの付着分離等の危惧もなく、曲げ耐力、変形及び破壊性状に関しては、それと等価のRC一体打ちT形梁に比べて同等以上の性能を有していることがわかった。

- (参考文献) 1). 小森浩司, 岸川良秀: PC板埋設型枠を用いた鉄筋コンクリート床スラブの短期載荷実験 (その1. 実験の概要と破壊性状) (その2. 荷重かゝり特性とひびわれ変化). 日本建築学会大会 (金沢) 昭和58年9月
 2). 東洋一, 大久保全隆: 中央集中荷重時単純支持鉄筋コンクリートT梁の有効幅と破壊性状. 日本建築学会論文報告集 第146号 昭和43年4月
 3). 日本建築学会: 鉄筋コンクリート計算規準・同解説 1982
 [謝 辞] 本実験に御協力頂いた松浦隆二, 荒川正彦, 永野智文各君に深謝致します。



図一七 ひびわれ図 単位 (mm)