

(42) 段差付きPC合成床版の構造性能について

(株)富士ピー・エス 正会員 ○竹下 修
 長崎大学教授、工博 正会員 小森 清司
 (株)富士ピー・エス 正会員 園田 弘毅
 (株)富士ピー・エス 正会員 田中 恭哉

1. はじめに

建築物の浴室などは水処理のため床天端を下げる場合がある。この場合一般には、小梁を設けて床スラブを区画する計画が多いようであるが施工が煩雑になる。そこで、一般のPC合成床版と同等の構造性能や施工性を保持し、かつこの問題に対応できるようにあらかじめ段差の付いたPC板を考案した。(図-1) しかしながらPC板の形状寸法や設備上の制限により、主筋であるPC鋼材を部材全長にわたり1本もので通すことは不可能なため、PC板の矩形部の左右に別々のPC鋼材を配置し、その矩形部で構造上支障のないように定着させる必要がある。そこで本研究では、PC鋼材の引き抜き耐力などを調べるための予備実験を行い、さらに段差部について鉛直載荷実験を行い、耐力や変形および破壊性状について検討した。

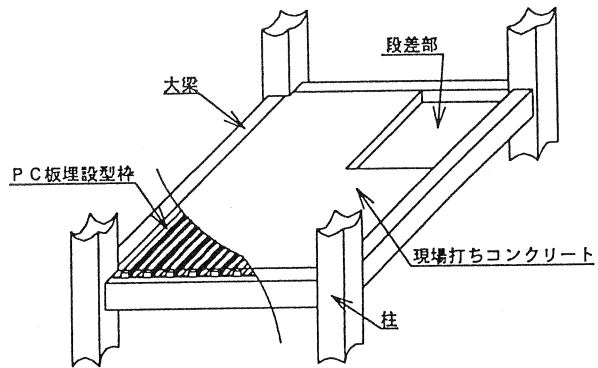


図-1 PC段差板埋設型枠工法概略図

2. 予備実験

プレストレスの導入による定着部コンクリートのひずみ分布とPC鋼より線の引き抜き耐力およびその特性を調べるため、PC鋼より線(φ10.8)の引き抜き試験を行った。

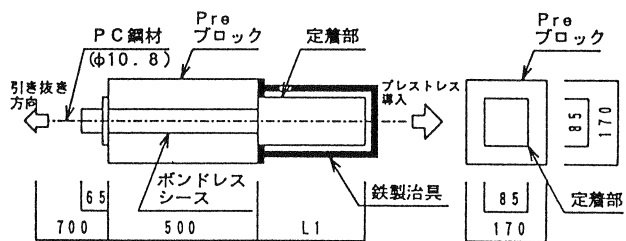


図-2 引き抜き試験体詳細図

2. 1 試験体

試験体は、図-2に示す引き抜き試験体はPC鋼より線の定着部長 L1=600mm の3体と、L1=400mm の2体からなる。試験体は、PC板の矩形部がPC鋼材の定着域となることを想定したものであり、定着部の断面形状は実大試験体の最小かぶり厚さに合わせて設定し、PC鋼より線の付着状況が実状に合うよう以下の要領で製作した。

まずPre. ブロックを製作し定着部の片枠を設置する。ジャッキで緊張できるような鉄製器具をセットし、定着部の右端からPC鋼より線を緊張した状態で定着部コンクリートを打設する。その後コンクリート強度が 300kgf/cm^2 に達したのを確認した上でジャッキを緩めプレストレスを導入し、引き抜き試験は、定着部コンクリートの材令が14日となる時点で行った。

2. 2 実験方法および測定方法

引き抜きは、油圧ジャッキで試験左端から行い、加力は破壊までの単調载荷とした。測定は定着部3面に7cmピッチでストレインゲージを貼付し、プレストレス導入時のコンクリートのひずみ分布を測定した。また引き抜き力はロードセルで、緊張端と反対側のPC鋼より線のすべり量は変位計で測定した。

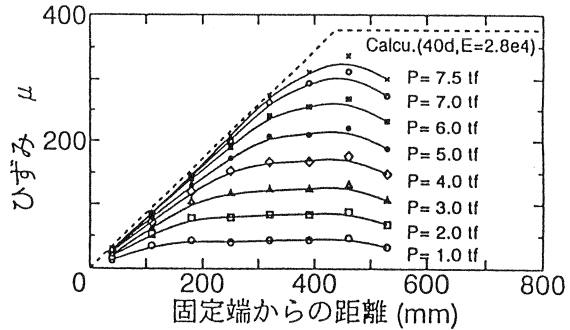


図-3 プレストレス導入によるひずみ分布

2. 3 実験結果および測定結果

引き抜き試験時の定着部コンクリート平均強度は、 415kgf/cm^2 であった。図-3にプレストレス導入時のコンクリートのひずみ分布を、表-1に実験結果一覧を、図-4に荷重~PC鋼より線のすべり関係を示す。

表-1 実験結果一覧

		PC鋼材がすべり始める時の荷重 (tonf)	最大荷重 (tonf)
L1=600	No. 1	8.1	8.4
	No. 2	9.5	11.0
	No. 3	7.4	8.8
	No. 4	8.3	9.4
L1=400	No. 1	7.2	9.8
	No. 2	7.3	9.2
	No. 3	7.3	9.5

(1) 定着長さ

図-3によると、導入力 $P=7.5\text{tf}$ に対し定着長さは約400~500mm、PC鋼より線径に対する比で $34d\sim 42d$ となった。

(2) PC鋼材の引き抜き耐力

PC鋼より線の引き抜きは、鋼材回りのコンクリートのひび割れもなく回転しながら起こった。表-1より、PC鋼より線がすべり、始めるときの平均荷重は、 $L1=400\text{mm}$ で7.3tfとなったが、最小値は両者ともに7.3tf近くで、少なくともPC鋼より線の規格降伏荷重のおよそ70%の引き抜き耐力を有していることが確認された。また、最大荷重は両者

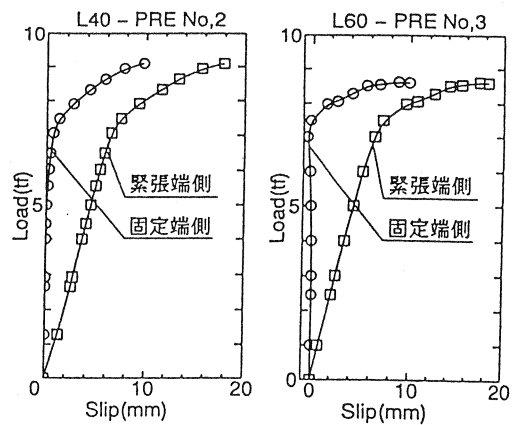


図-4 荷重~すべり関係

ともに 9.4tf 程度となり、定着部長さによる顕著な差はみられなかった。

3. 実大供試体による载荷実験

3.1 試験体

試験体の矩形部の詳細を図-5、断面詳細を図-6に示す。試験体は段差を有するスパン 560cm、幅 50cmの一方向床スラブで、埋設型枠として用いるPC板単体型のPRD型2体と、そのうえに現場打ちコンクリートを打設したPC合成床

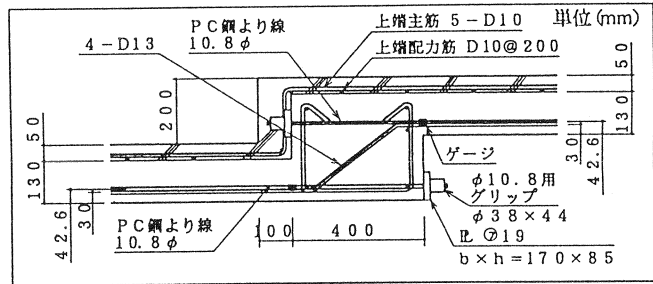


図-5 段差部詳細図

スラブのPRDCS型1体の計3体である。PC板には、 $\phi 10.8\text{mm}$ のPC鋼より線により所定のプレストレスが導入されており、矩形部の幅は予備実験より400mmとし、6-D10のスターラップと4-D13の継鉄筋で補強した。尚、PRD-2のみPC鋼より線の引き抜き防止のポストテンション用定着金具を設けた。コンクリートの性質は表-2、鋼材の性質は表-3に示す。

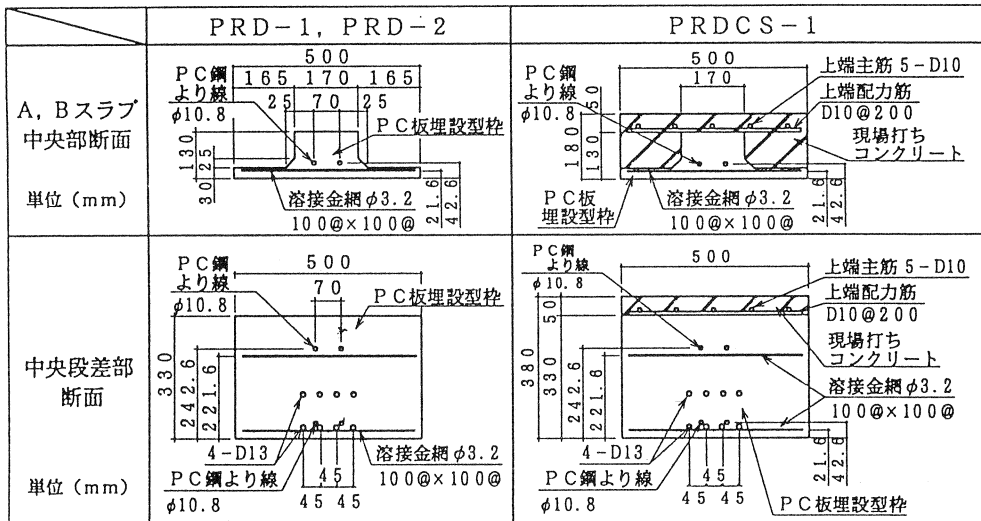


図-6 試験体断面詳細図

表-2 コンクリートの性質

試験体名称	PC板用コンクリート			現場打ちコンクリート		
	材令 (日)	圧縮強度 (kgf/cm^2)	ヤング係数 (kgf/cm^2)	材令 (日)	圧縮強度 (kgf/cm^2)	ヤング係数 (kgf/cm^2)
PRD-1	23	4.42	3.2×10^4	---	---	---
PRD-2	32	4.46	3.4×10^4	---	---	---
PRDCS-1	35	4.99	3.5×10^4	26	1.80	2.0×10^4

表-3 鋼材の性質

鋼材	異形鉄筋		PC鋼より線	溶接金網
	D10 (SD295A)	D13 (SD295A)	$\phi 10.8$ (SFPK/A)	$\phi 3.2$ 100 \times 100
公称断面積	71	127	6.8	8.0
降伏強度	3.8	3.6	1.73	---
引張強度	5.4	5.1	1.93	61.7
ヤング係数($\times 10^4 \text{kgf}/\text{mm}^2$)	1.9	1.9	2.0	---

3. 2 実験方法

PRD-1 および PRD-2 は単純支持で、PRDCS-1 は両端固定状態で載荷を行った。両端固定の場合の実験装置を図-7に示す。載荷方法は全て3等分点2点集中載荷とし、PRD型は、弾性範囲内(ひび割れ発生荷重計算値の60%以内)、スパン中央部下面のひび割れ発生、破壊まで3サイクルとし、PRDCS型は、端部上面のひび割れ発生までのサイクルを加えた4サイクルとした。

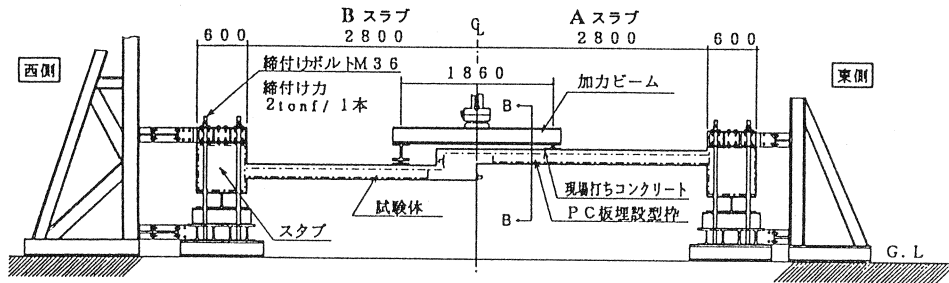


図-7 実験装置

3. 3 測定方法

コンクリートのひずみ測定は、L/4点、3L/4点、中央部、両端部の側面および上下面にワイヤーストレインゲージを貼付して行い、中央段差部のたわみ、および固定端部の水平変位・支点の沈下量は、それぞれ変位計により測定を行った。また曲率分布を調べるために、パイ型ゲージを全試験体側面の上面および下面から15mmの位置にスパン方向へ10cm、30cm間隔で設け、測定した。ひび割れ幅およびPC鋼より線の抜け出し量はクリップゲージにより測定した。

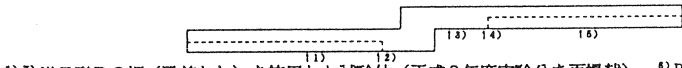
3. 4 実験結果および考察

(1) 初期剛性、ひび割れおよび最大荷重

実験結果一覧を表-4に、実験値と計算値およびその比を表-5に示す。表-4のPR-1およびPRCS-1は、平成2年度に筆者らが行った段差なし試験体の実験結果を再掲したものであり、段差がなくPC鋼より線を $\phi 12.4\text{mm}$ とした以外は断面形状、スパン、載荷方法等は全て同じである。表-5によると、初期剛性はPRD-1で1.00、PRDCS-1で0.89となり、かなり計算値に近い値となった。また、PRD-1およびPRD-2のひび割れ発生荷重が計算値に比べ若干小さいが、PRDCS-1ではひび割れ発生荷重、最大荷重ともに計算値にほぼ合致した。また段差なし試験体と比較すると、PC板単体の場合はPC鋼より線の断面積に比例した最大強度を有しており、合成床スラブの場合には逆にPC鋼より線径が小さいにも拘らず最大荷重はPRDCS-1の方が大きい結果となった。

表-4 実験結果一覧

試験体名称	初期剛性 (tonf/cm)	ひびわれ発生荷重(kgf)							最大荷重 (kgf)	最大荷重時のたわみ (mm)	破壊性状
		Bスラフ 端上面	Bスラフ 中央	Bスラフ 東側	中央段 差部	Aスラフ 西側	Aスラフ 中央	Aスラフ 端上面			
PRD-1	0.497	----	1200	500	900	500	600	----	1760	133.0	Aスラフ上面圧壊
PRD-2	0.353	----	1100	700	500	400	700	----	1600	138.0	Aスラフ上面圧壊
PRDCS-1	3.291	1800	5900	1800	1100	1400	2800	900	7400	40.0	Bスラフ上面圧壊
PR-1 ^{*)}	0.490	----			1080			----	2370	186.3	スパン1/3点上面圧壊
PRCS-1 ^{**)}	7.550	1810			3400			1810	6940	75.2	スパン中央上面圧壊



^{*)} 逆T形PC板(段差なし)を使用した試験体(平成2年度実験分を再掲載)。^{**)} PR-1はPC板単体^{*)} PRCS-1は合成スラブ

表-5 実験値と計算値およびその比

試験体名称	実験値			計算値			実験値/計算値		
	初期剛性 ¹⁾ (tonf/cm)	ひびわれ発生荷重 (kgf)	最大荷重 (kgf)	初期剛性 ¹⁾ (tonf/cm)	ひびわれ発生荷重 (kgf)	最大荷重 (kgf)	初期剛性	ひびわれ発生荷重	最大荷重
PRD-1	0.497	500	1760	0.496	661	1327	1.00	0.76	1.33
PRD-2	0.353	400	1600				0.71	0.61	1.21
PRDCS-1	3.291	900	7400	3.698	864 ²⁾	7110	0.89	1.04	1.04

¹⁾ ひびわれ発生までの初期剛性。²⁾ Aスラフスパン中央部下面のひびわれ発生荷重。³⁾ 東側端部上面のひびわれ発生荷重

(2) たわみ性状

図-8に荷重～たわみ関係を示す。PRD-1およびPRD-2の荷重～たわみ関係は、PR-1の場合とよく似ており、終局に至るまで非常に安定した性状を示した。一方、PRDCS-1は最大荷重後に耐力低下が見受けられ、PRCS-1に比べるとやや脆性的な性状を示した。

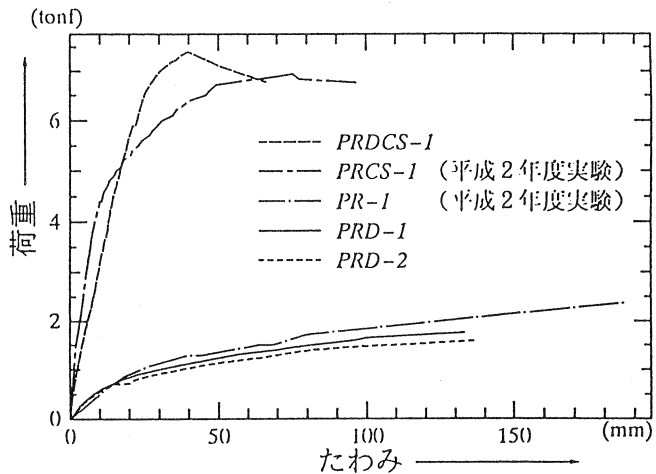


図-8 荷重～たわみ関係

(3) PC鋼材のひずみ性状

図-9をみると、PRD-1は1.45t、PRD-2は0.9tf、PRDCS-1は6.7tf付近でPC鋼より線の抜け出しと考えられる兆候がみられるが、この荷重近辺でたわみ急増などの変化は見受けられなかった。少なくとも、ポストテンション用の定着金具を付けなかった2試験体については、PC鋼より線の引き抜けによるたわみの増加に対して曲げ補強筋(4-D13)が有効であったと考えられる。

(4) ひび割れ性状

図-11(a)にPRD-1、図-11(b)にPRDCS-1の最終ひび割れ図を示す。PRD-1は、ひび割れが載荷点付近の床スラブ下面に集中しており、ひび割れ幅が細く、プレストレス導入による効果が顕著に現れている。また矩形部においてもひび割れは発生したが、終局に至るまで大きなひび割れ幅の進展はみられなかった。

PRDCS-1 は両端部
上面に幅太のひび割れが数本集中して発生しており、それ以外のひび割れ性状はPRD-1と同様である。最終破壊はいずれも矩形端部から500mm程度離れた一般部(図-6のA、Bスラブ中央断面)のスパン上面のコンクリートの圧壊で決まった。

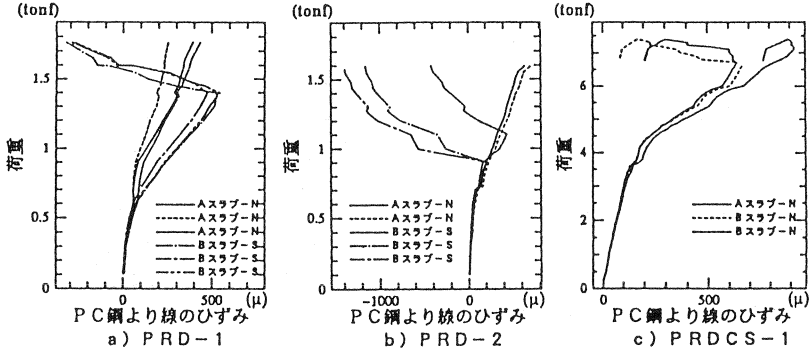


図-9 PC鋼より線のひずみの変化

4. 結論

段差を有するPC板の中間部でPC鋼材が切断され、不連続であっても、その部分に適切な形状寸法の矩形部を設け鉄筋補強を施すことで段差がなく、PC鋼材が切断されていないPC板とほぼ同等の耐力を有し、一般部の曲げ破壊を先行させることが可能であることが確認された。

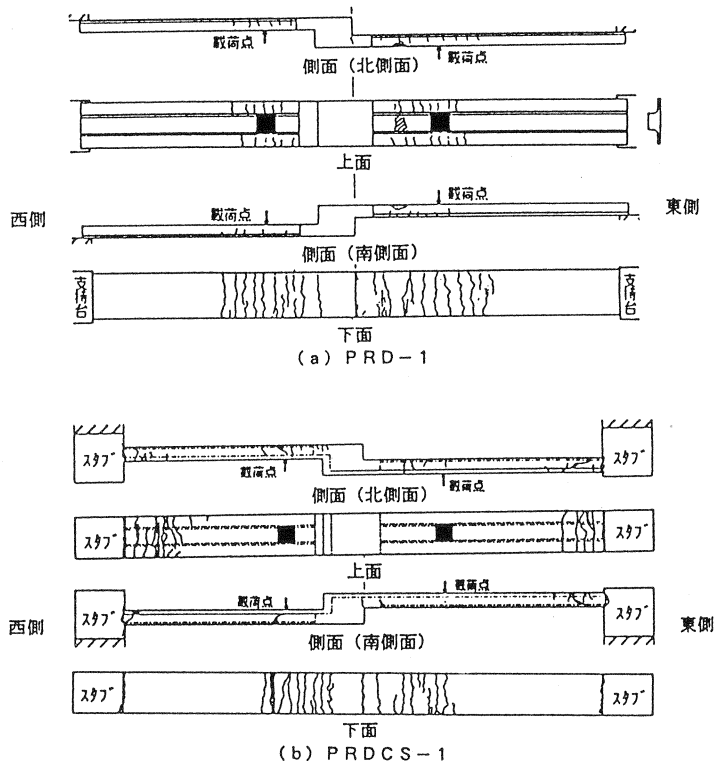


図-10 最終ひびわれ図

参考文献

- 1) 田中 恭哉、他3: 逆T型埋設型枠にプレストレスを導入した合成床スラブの耐力とひびわれ、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 13, No. 2, pp. 719-724, 1991. 6

[謝辞] 本研究に御協力戴いた長崎大学大学院生および学生諸氏と実験計画に御協力戴いた関係各位に深謝いたします。