

## プレストレスを導入したPCa板を用いた段差付き合成床スラブに関する実験研究

(株)富士ビー・エス 正会員 ○ 森田 宗男

同上 正会員 竹下 修

同上 正会員 濱本 哲嗣

同上 正会員 江藤 博文

### 1. はじめに

集合住宅においてはバリアフリーを実現するため段差付きスラブの設計採用が多いものの、昨今の建設事情により安価な段差付き合成床工法の開発が切望されている。一般に、あらかじめ段差を設けたPCa板<sup>1)</sup>は、下端筋が二段配筋となることや段差部の補強のため、PCa板製作が煩雑でコストも高めとなる。そこで筆者らは、段差の前後で分割されたPCa板を用いて構築する合成床スラブを考案し、PCa板製作の簡素化を図った。本報告では、その短期および長期載荷実験の報告を行う。

### 2. 短期載荷実験

#### 2.1. 試験体

試験体の設定に際しては、内法スパン9,200 mm、床段差120 mmの住宅への適応を想定した。試験体は全長5,800 mm、スラブ厚320(350) mmとし、段差部の曲げ補強筋量をパラメータとしたFRSS1、FRSS2の計2体を製作した。図1、図2にその詳細を示す。スラブ上段側のPCa板においては、PC鋼より線の定着性能を確保するため、段差部にリブ部のみを560 mm挿入することとしている。なお、挿入したリブ部と場所打ちコンクリートの一体性を保つため、PC鋼材降伏時の引張力を周囲に伝達できるように設計したコッタをリブ部外周面に設けた。コンクリートの設計基準強度はPCa板コンクリート50 N/mm<sup>2</sup>、場所打ちコンクリート27 N/mm<sup>2</sup>とし、使用PC鋼より線はリブ1箇所あたり2-φ12.4 mm (SWPR7A)とした。また、パラメータとなる段差部の曲げ補強筋としてFRSS1で2-D13、FRSS2で2-D16を施した。表1に使用材料の仕様を示す。

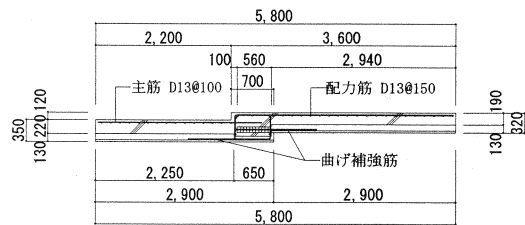


図1 試験体側断面図

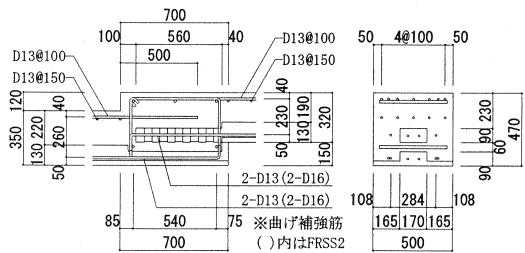


図2 段差部詳細図

表1 使用材料の仕様

材料名	規格	サイズ
PC鋼より線	SWPR7AN	φ12.4
上端主筋	SD295A	D13@100
上端配力筋	SD295A	D13@150
曲げ補強筋	SD295A	D13 (FRSS1) D16 (FRSS2)
場所打ちコンクリート	Fc=27 N/mm <sup>2</sup>	
PCaコンクリート	Fc=50 N/mm <sup>2</sup>	

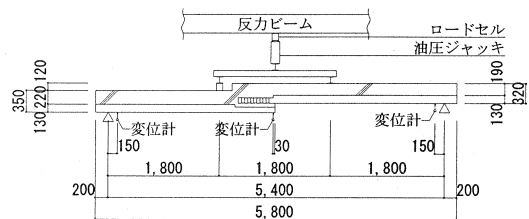


図3 載荷要領図

表 2 計算値と実測値の比較

	計算値 (A)	実測値 (B)	B/A		
初期剛性 (kN/mm)	FRSS1	11.90	12.20	1.03	
	FRSS2	11.90	14.08	1.18	
ひび割れ荷重 (kN)	FRSS1	11.00	25.00	2.73	
	FRSS2	11.00	25.00	2.73	
終局荷重 (kN)	①	FRSS1	61.40	73.30	1.19
		FRSS2	61.40	89.00	1.45
	②	FRSS1	81.40	73.30	0.90
		FRSS2	92.60	89.00	0.96

① 一般部断面の終局曲げ耐力計算値 (曲げ補強筋を未考慮)  
 ② 段差部断面の終局曲げ耐力計算値 (曲げ補強筋を考慮)

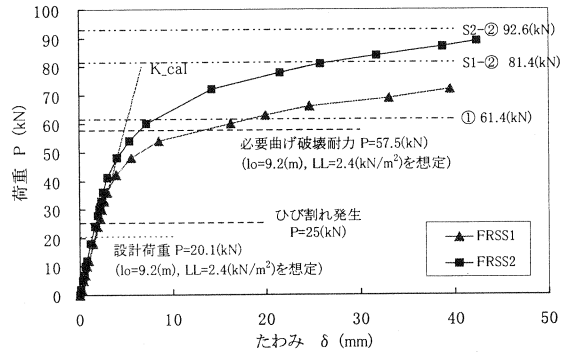


図 4 荷重とたわみの関係

## 2.2. 実験概要

試験体の支持条件は単純支持とし、荷重スパン 5,400 mm に対して 3 等分点 2 点集中荷重を行った。図 3 に荷重状況を示す。また、計測項目と計測方法は以下の通りとした。

【荷重】: 300 kN ロードセルと歪み測定器で測定。

【変位】: 端部および中央の 3 点を計測するものとし、CDP (変位計) で測定。

【歪み】: 断差部の PC 鋼材と鉄筋の歪みをそれぞれ 2 カ所ずつ計測するものとし、鉄筋ゲージおよび歪み測定器で測定。

【曲率】: 段差前後の 100 mm 区間の変位をパイゲージおよび歪み測定器で測定。

## 2.3. 実験結果

表 2 に計算値と実験値の比較を、図 4 に荷重とたわみの関係を示す。同図表により以下のことがわかった。

### 【初期剛性】

FRSS1, FRSS2 ともに実験値は計算値を上回り、おおむね合致した。また、荷重 P=25 kN で段差部側面にひび割れを確認した後は、P=40 kN まで顕著なひび割れの増大や剛性低下もなく、良好な性状を示した。

### 【最大荷重】

最大荷重は、曲げ補強筋と PC 鋼材を 100% 有効とした計算値 (表 2 において②) に対して 4~10% 減となった。これは、PC 鋼材の歪み変化により判断すると、PC 鋼材の引き抜けが発生したためであると推測される。しかしながら、曲げ補強筋を考慮しない標準部の計算値①に対しては約 20% 上回る結果となり、段差部の補強効果としては妥当であると考えられる。

## 3. 長期荷重実験

### 3.1. 試験体

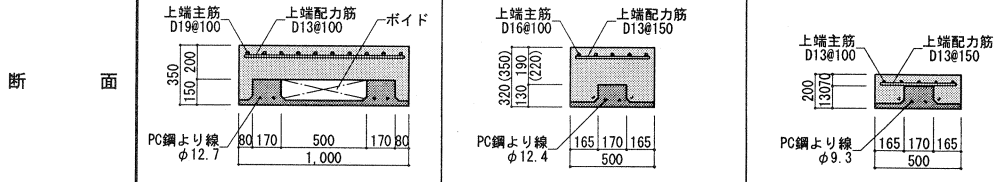
試験体は内法スパンをパラメータに全 3 体とした。表 3 に試験体諸元を、図 5 に試験体全体図を示す。なお段差部に挿入する上段 PCa 板のリブ長さは、使用する PC 鋼材の定着長さ (PC 鋼材径の 45 倍) 以上となるよう設定しており、この値に応じて段差梁型部幅が決められている。また、スラブを受ける壁柱や底版の厚みは、スラブ端部に生じる曲げモーメントが固定に近い状態 (ここでは 0.95C 以上と想定) になるよう設定したものである。

### 3.2. 実験概要

荷重は、場所打ちコンクリートの材齢が 28 日になった時点でスラブ下の支保工を撤去し、仕上げ荷重相当分 600 N/m<sup>2</sup> を、さらにその 28 日後に積荷荷重相当分の 1,800 N/m<sup>2</sup> を加えて荷重した。なお、荷重方法については、FRSL1, FRSL3 はコンクリートインゴットを等分布に上載し、FRSL2 は試験の都合上鉄骨ブロック

表 3 試験体諸元

試験体名	FRSL1	FRSL2	FRSL3
内法スパン	12.000 (m)	9.200 (m)	6.500 (m)
使用PC鋼材	φ12.7	φ12.4	φ9.3
上端主筋	D19@100	D16@100	D13@100
引張鉄筋比	0.939%	0.709% (0.641%)	0.792%



を3等分点2点集中とした。測定は端部・中央の3点の変位を変位計で、また、ひび割れ幅をパイゲージで計測した。なお、FRSL2は平成14年8月より、FRSL1、FRSL3は平成15年1月よりたわみ測定を実施しており、約4ヶ月程度載荷日数にずれが生じている。

3.3. 実験結果

図6に経過日数とたわみ量との関係を、図7に経過日数とたわみ倍率との関係を示す。ここで、たわみ倍率とは経時たわみ量を弾性たわみ計算値で除したもとする。なお、図6中に示したCFRL1は、段差がなく分割されていないPCa板を用いた長期載荷実験結果<sup>2)</sup>を再掲したものである。表4にたわみの計算値と実測値およびその比率を示す。

【ひび割れ状況】

現状でのひび割れ状況としては、端部上縁には3体とも、中央の段差部にはFRSL2のみひび割れが発生していた。端部上縁のひび割れは3体とも積載荷重載荷中に発生し、その後徐々に拡大していき、現在最大ひび割れ幅は、FRSL1が0.17mm、FRSL2が0.15mm、FRSL3が0.16mmとなっている。一方、段差部分のひび割れは積載荷重載荷後に発生したものであるが、発見時の0.06mmが現状で0.08mmとあまり進展していない。これはプレストレスが導入されたリブを段差部に挿入したことによる効果だと推察され、ひび割れ拡大の抑止効果があるものと考えられる。

【たわみの経時変化】

サポート撤去、仕上げ・積載荷重による弾性たわみはおおむね計算値と合致し、その後の付加たわみでもFRSL1がやや大きいものの大差のない増加傾向を示した。付加たわみ量は経過日数とともに小さくなっており、徐々にではあるが収束していることがわかる。また、FRSL2とCFRL1は試験体条件(スパン、断面せい)が類似しているので比較してみたが、顕著な差はなく分割したPCa板を使ったことによる影響は今のところ見当たっていない。

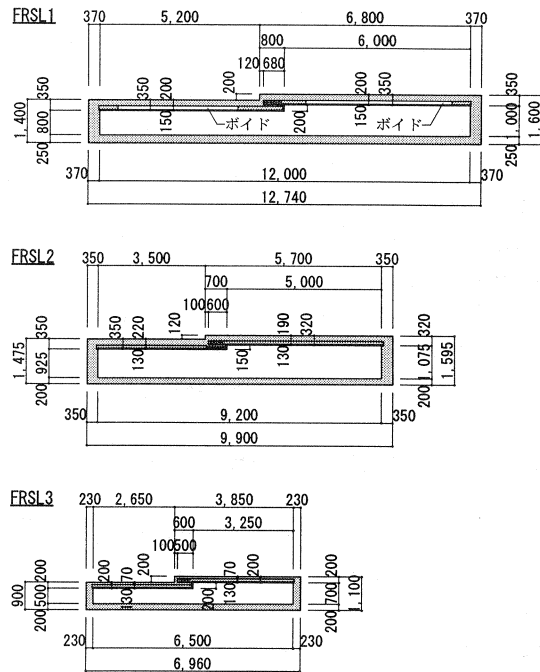


図 5 試験体全体図

【長期たわみ倍率】

各試験体の実験結果より推定される最終たわみに対する長期たわみ倍率は2.12~4.16となった。また傾向としてはスパンが長くなるにつれ、たわみ倍率は小さく、内法スパン長に逆比例していることがわかる。これは長期付加たわみの主要因として考えられる端部鉄筋の付着クリープによる抜け出しや部材の乾燥収縮・クリープ、剛性低下といったものが弾性たわみ量に比例していないためであると考えられる。ちなみに図6においては、積載荷重載荷後の59日でのたわみ増分はFRSL1で約3.7mm, FRSL2で2.1mm, FRSL3で2.5mmとなった。

4. まとめ

分割PCa板を用いた段差付合成床スラブの短期および長期載荷実験を行った結果、以下の知見が得られた。

- 1) 短期載荷実験より、プレストレスを導入したリブ部を段差部に挿入し、曲げ補強筋を配置することで、一般部断面と同等以上の耐力性能を有することが確認された。
- 2) 長期載荷実験より、載荷日数4ヶ月時点においては過大なたわみの兆候は見られず、一体型PCa板を用いた段差のない合成床スラブのたわみ性能と同等以上であることがいえる。

【参考文献】

- 1) 竹下 修・小森 清司ほか、段差付逆T型合成スラブに関する研究、コンクリート工学年次論文報告集 Vol.19 NO.2, pp.1199-1124, 1997
- 2) 岩原 照次・山下 正吾、長大スパン合成床板の長期曲げ性状に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集 Vol.19 NO.2, pp.1125-1129, 1997

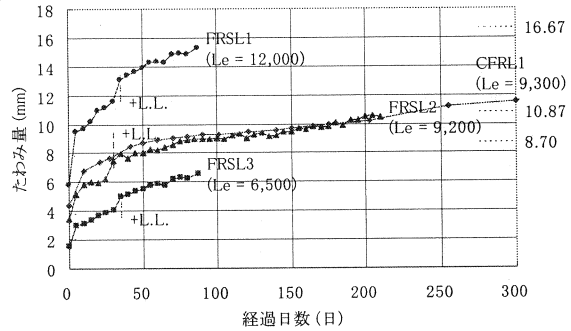


図6 経過日数とたわみ量の関係

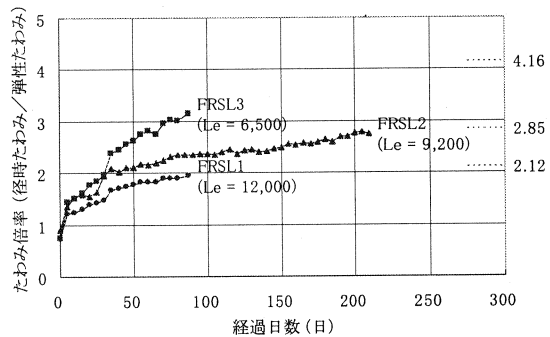


図7 経過日数とたわみ倍率の関係

表4 弾性たわみ量および長期たわみ量

試験体名	FRSL1	FRSL2	FRSL3
内法スパン (m)	12.000	9.200	6.500
①計算値 <sup>*2)</sup>	7.85	3.81	2.09
弾性たわみ (mm)	②実測値	4.10	2.41
	②/①	1.08	1.15
長期たわみ <sup>*1)</sup> (mm)	15.31 (87)	10.49 (210)	6.58 (87)
最終たわみ推定値 (mm)	③ <sup>*3)</sup> 16.67	10.87	8.70
たわみ倍率	③/①	2.85	4.16

\*1) ( )内の数値は、経過日数を示す。

\*2) ①は、平面フレーム解析によるたわみ値を示す。

\*3) ③は、たわみ～経過日数関係のグラフより、最小二乗法で推定した最終たわみ値を示す。