

逆T型PC板を用いた合成床スラブの実験報告

(株)富士ピー・エス 正会員 ○三村 清貴
 (株)富士ピー・エス 正会員 浜本 哲嗣
 (株)富士ピー・エス 正会員 竹下 修

キーワード：PC合成床スラブ，逆T型，無支保工架設

1. はじめに

従来の逆T型PC板を用いた合成床スラブでは，現場でのPC板の無支保工架設はスパン4m程度が限度であったが，近年は現場のさらなる効率化を図るため，無支保工架設のスパン拡大が求められている。本報ではスパン6m程度まで無支保工架設を可能とする逆T型PC合成床スラブの実験について報告する。

2. 実験目的

無支保工架設のPC合成床スラブは，一般に施工時がもっとも厳しい荷重条件となる。本実験では適用スパン拡大を図ることからコンクリートの許容引張応力度を，施工時は曲げ引張強度(5/3・0.07Fc)まで許容し，長期設計荷重時は引張強度(0.07Fc)とすることを想定した。施工時のコンクリート引張応力度を曲げ引張強度まで許容することから，PC板にはひび割れが生じる可能性がある。よってここではPC板単体およびPC合成床スラブの短期載荷実験を行い，ひび割れ後の繰り返し載荷により剛性に支障がないことを確認する。また計算値を実験値と比較することにより，その妥当性を確認する。

3. 実験概要

3.1 試験体形状

試験体一覧を表-1に，試験体断面図を図-1にPC鋼材の性質を表-2示す。試験体の設計スパンは4m，5.9mの2種類とし，それぞれPC板単体1体，PC合成床スラブ1体ずつ，計4体の試験体からなる。PC板の断面形状は板幅1000mm，薄肉部厚さ35mmとし，設計スパンに応じたリブせいを有する逆T型断面である。リブ内にはスパンに応じてPC鋼材φ12.7(SWPR7B)を配線し，プレテンション方式で規格降伏強度の80%のプレストレスを導入している。SS-LおよびSSa-Lは合成スラブとするためリブ天端から厚さ55mmのトッピングコンクリートを打設している。

表-1 試験体一覧とコンクリートの性質

試験体符号	断面形状	スパン(m)	PC板コンクリート Fc50				トッピングコンクリート Fc24			
			リブせい(mm)	PC鋼材φ12.7(本)	材令(日)	圧縮強度(N/mm ²)	弾性係数(kN/mm ²)	材令(日)	圧縮強度(N/mm ²)	弾性係数(kN/mm ²)
S-L	単体	4.0	110	2	50	69.5	30.0	-	-	-
SS-L	合成	4.0	110	2	50	69.5	30.0	36	28.2	21.1
Sa-L	単体	5.9	150	3	46	54.3	23.5	-	-	-
SSa-L	合成	5.9	150	3	46	54.3	23.5	28	23.4	18.7

表-2 PC鋼材の性質

径	断面積(mm ²)	引張耐力 [※] (kN)	降伏強度 [※] (kN)	弾性係数 [※] (kN/mm ²)
φ12.7	98.71	193	179	197

※ミルシートより

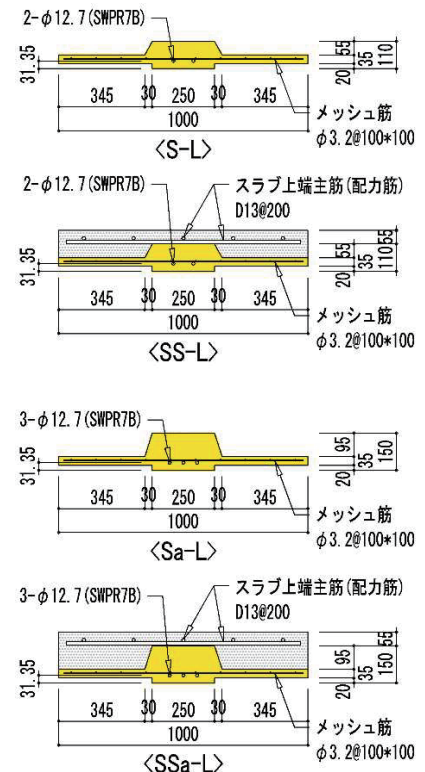


図-1 試験体断面図

3.2 実験方法

載荷装置を図-2に示す。試験体は単純支持とし、載荷方法はスパン3等分点2点集中載荷とする。表-3には載荷荷重一覧(ロードセル測定値)を示す。載荷サイクルは長期設計荷重(合成断面のみ)→引張荷重→曲げ引張荷重→ひび割れ発見荷重(目視により確認)→終局荷重の順とし、各サイクル荷重に達した時点で一度除荷を行い、次のサイクルに移行する。ただしひび割れ発見荷重は、最初にひび割れを発見した荷重で計3サイクルの繰り返し載荷を行う。測定方法はスパン中央および両端の鉛直変位を変位計で測定し、スパン中央のコンクリート表面ひずみは、ひずみゲージにより測定した。

表-3 載荷荷重一覧(ロードセル測定値)

試験体名	S-L	SS-L	Sa-L	SSa-L
長期設計荷重(kN)	-	0 [※]	-	0.57
引張荷重(kN)	4.50	29.09	10.45	33.91
曲げ引張荷重(kN)	7.04	38.04	14.13	43.84
ひび割れ発見荷重(kN) (目視により確認)	10.90	43.50	23.00	50.00
終局荷重(kN)	21.74	42.43	34.89	51.52

※載荷装置を載せた時点で長期設計荷重を超えるため

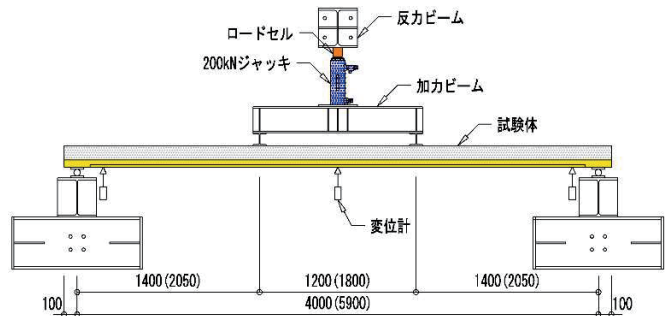


図-2 載荷装置

4. 実験結果

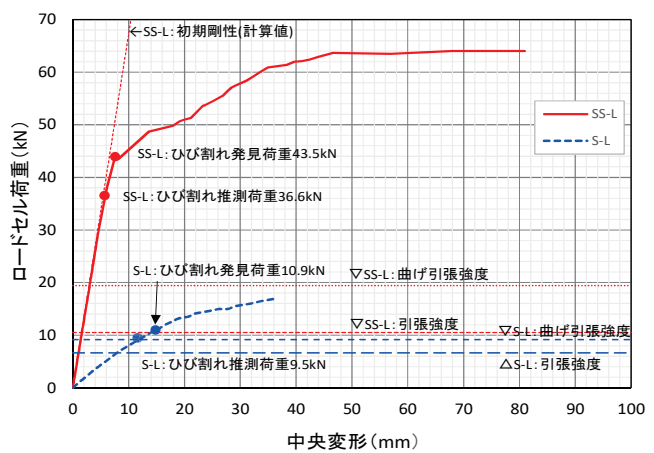
4.1 荷重変形関係

表-4に実際の施工段階を考慮し、かつプレストレス有効率を1.0とした場合の引張強度および曲げ引張強度の計算値を示す。また図-3には各試験体の荷重-変形関係の包絡線を示す。なお、図中には、各試験体のひび割れ発見荷重のプロットに加え、荷重-変形関係より勾配が変化した時点(ひび割れ推測荷重)としてプロットしている。

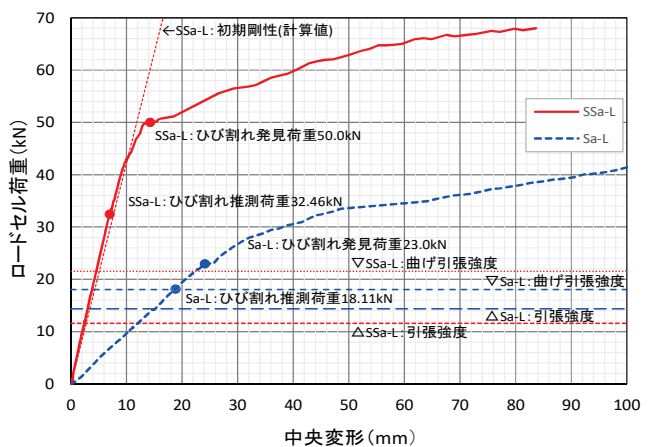
S-Lの載荷では、引張荷重および曲げ引張荷重のサイクルではひび割れは確認できず、除荷後の残留変位は0.36mmとなった。その後のひび割れ発見荷重のサイクルでは、荷重10.9kNでスパン中央付近の薄肉部側面に微細なひび割れを発見した。ひび割れ発見荷重10.9kNに対する計3サイクルの繰り返し載荷では、除荷後の残留変位が0.82mm, 0.88mm, 0.92mmとわずかに進展が見られたが、剛性はほぼ初期剛性のまま推移した。終局荷重のサイクルでは、ひび割れ発見荷重を超えると、剛性低下を伴いながら荷重が増加し、荷重16.99kN、変位36.60mmに達した時点で変位計を取り外した。その後、荷重が

表-4 引張強度および曲げ引張強度計算値

試験体名	S-L	SS-L	Sa-L	SSa-L
引張強度(kN)	6.62	10.49	14.37	11.58
曲げ引張強度(kN) (ひび割れ計算値)	9.15	19.45	18.05	21.51



(1) S-L, SS-L



(2) Sa-L, SSa-L

図-3 荷重-変形関係

27.0kN まで上昇した時点で載荷を終了した。

SS-L の載荷では、引張荷重および曲げ引張荷重のサイクルにおいてひび割れは確認できず、除荷後の残留変位は 0.56mm となった。ひび割れ発見荷重のサイクルでは、荷重 43.5kN でスパン中央付近の薄肉部側面および下面にひび割れを発見した。ひび割れ発見荷重 43.5kN に対する計 3 サイクルの繰り返し載荷では、除荷後の残留変位が 0.74mm, 0.80mm, 0.83mm とわずかに進展したが、剛性はほぼ初期剛性のまま推移した。終局荷重のサイクルでは、ひび割れ発見荷重を超えると、剛性低下を伴いながら荷重は 63.7kN(変位 45.98mm)まで増加し、その後は降伏変形に至った。最大荷重は 64.0kN であった。

Sa-L の載荷では、引張荷重および曲げ引張荷重のサイクルではひび割れは確認できず、除荷後の残留変位は 0.78mm となった。ひび割れ発見荷重のサイクルでは、荷重 23.0kN でスパン中央付近のリブ下面に微細なひび割れを発見した。ひび割れ発見荷重 23.0kN に対する計 3 サイクルの繰り返し載荷では、除荷後の残留変位が 1.82mm, 2.12mm, 2.18mm とわずかに進展が見られたが、剛性はほぼ初期剛性のまま推移した。終局荷重のサイクルでは、ひび割れ発見荷重を超えると、剛性低下を伴いながら荷重は増加し、荷重 46.8kN, 変位 170.35mm に達した時点で載荷を終了した。

SSa-L の載荷では、引張荷重および曲げ引張荷重のサイクルにおいてひび割れは生じず、除荷後の残留変位は 0.41mm となった。その後のひび割れ発見荷重のサイクルでは、荷重 50.0kN でスパン中央付近のリブおよび薄肉部下面に微細なひび割れを発見した。ひび割れ発見荷重 50.0kN に対する計 3 サイクルの繰り返し載荷では、除荷後の残留変位が 0.68mm, 0.93mm, 1.01mm とわずかに進展したが、剛性はほぼ初期剛性のまま推移した。終局荷重のサイクルでは、ひび割れ発見荷重を超えると、剛性低下を伴いながら荷重 68.0kN, 変位 83.65mm に達した時点で載荷を終了した。

図-4 には試験体下面の最終ひび割れ図を示す。各試験体のひび割れは 200~300mm 間

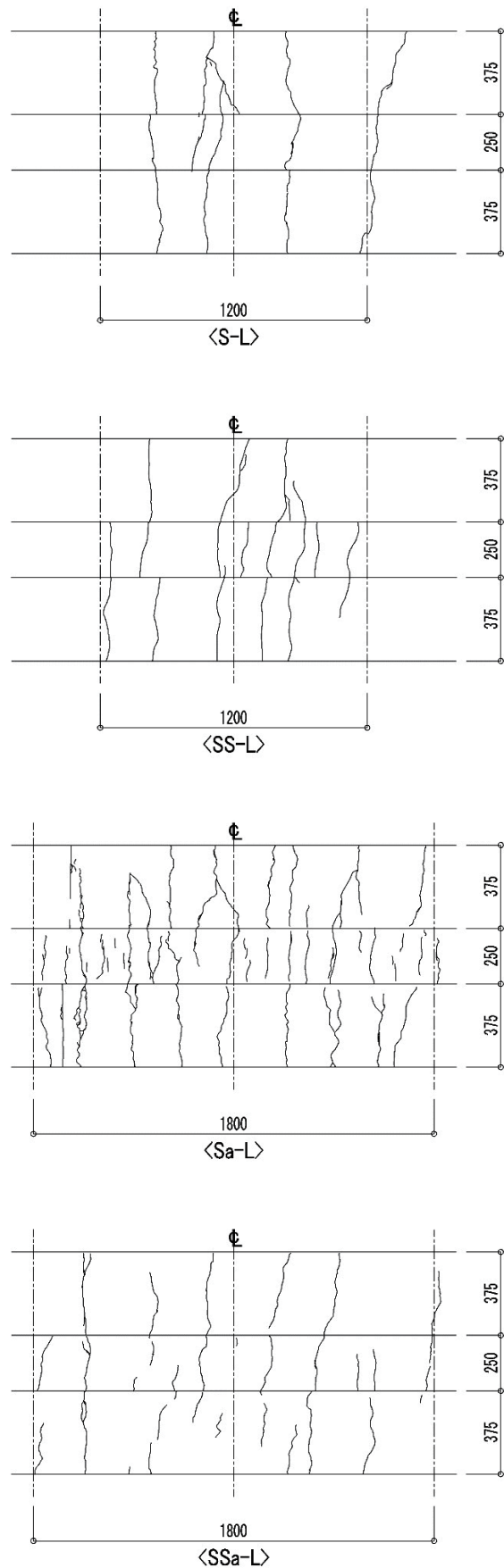
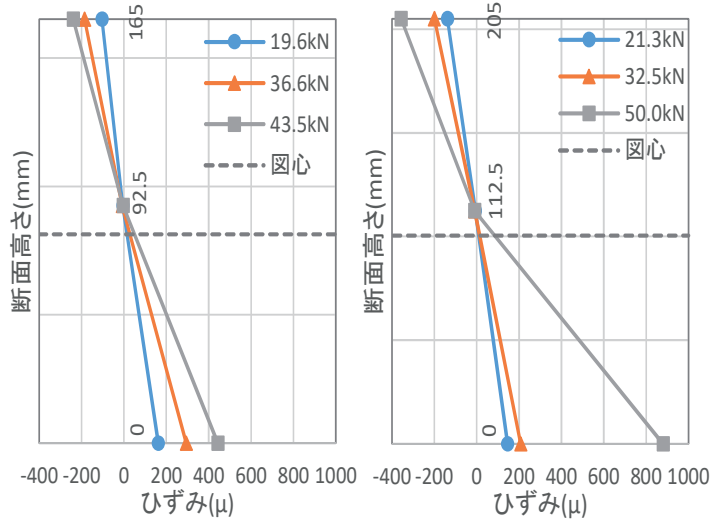


図-4 最終ひび割れ図(試験体下面)

隔でリブ下から薄肉部まで連続して発生しており、PC板の全幅で外力に引張抵抗していることがわかる。

4.2 スパン中央断面のひずみ分布

図-5には合成断面であるSS-LおよびSSa-Lの3荷重段階におけるスパン中央断面のひずみ分布を示す。SS-L, SSa-Lともにひび割れ推測荷重(SS-L: 36.6kN, SSa-L: 32.5kN)までは直線的なひずみ分布を示し、ひび割れ発見荷重(SS-L: 43.5kN, SSa-L: 50.0kN)にいたると、直線分布からの乖離が見られる。またひび割れ推測荷重までは、全断面有効として求めた図心と実験値が近似しており、合成断面が一体となって外力に抵抗していることが分かる。



(1) SS-L (1) SSa-L
図-5 スパン中央断面のひずみ分布

4.3 実験値と計算値の比較

表-5に実験値と計算値の比較を示す。

単体試験体であるS-LおよびSa-Lの実験値と計算値の比較では、ひび割れ荷重については、それぞれ1.04, 1.00と計算値と良く一致している。また最大荷重については、それぞれ1.24, 1.34となり安全側の結果となった。

合成断面のSS-LおよびSSa-Lの初期剛性の実験値は、PC板のヤング係数 $E_{PC}=36,000\text{N/mm}^2$ 、トッピングコンクリートのヤング係数比0.6として剛性評価した計算値と比較して、それぞれ0.96, 1.12とほぼ一致している。ひび割れ荷重については、それぞれ1.88, 1.51となり計算値よりかなり安全側の結果となった。これは、試験体製作においてトッピングコンクリート打設によるPC板単体の変形を、側枠が若干拘束したことが要因と推察される。また最大荷重はそれぞれ、計算書の1.51倍, 1.32倍となり安全側の結果となった。

表-5 実験値と計算値の比較

試験体名	実験値			計算値			実験値/計算値		
	初期剛性 (kN/mm)	ひび割れ推測荷重 (kN)	最大荷重 (kN)	初期剛性 (kN/mm)	ひび割れ荷重 (kN)	最大荷重 (kN)	初期剛性 (kN/mm)	ひび割れ荷重 (kN)	最大荷重 (kN)
S-L	-	9.50	27.00	-	9.15	21.74	-	1.04	1.24
Sa-L	-	18.11	46.80	-	18.05	34.89	-	1.00	1.34
SS-L	6.46	36.60	64.00	6.72	19.45	42.43	0.96	1.88	1.51
SSa-L	4.74	32.46	68.00	4.22	21.51	51.52	1.12	1.51	1.32

5. おわりに

単体試験体のS-LおよびSa-Lのひび割れ推測荷重は、プレストレス有効率を1.0とした場合の計算値と良く一致した。合成断面のSS-LおよびSSa-Lのひび割れ推測荷重は、十分安全側の結果となった。またすべての試験体で、最大荷重は実験値が計算値を上回った。

ひび割れ発見後の繰り返し载荷に対しては、各試験体ともに微小な残留変位はあるものの、剛性に大きな変化は見られなかった。

最後に本報を作成するにあたり、御指導頂いた関係者各位に感謝の意を表します。