

CS-81 橋軸方向にプレストレスを導入した連続合成桁中間支点部の力学的挙動に関する実験的研究

早稲田大学大学院 学生会員 川口喜史
 早稲田大学大学院 学生会員 三輪 寛 早稲田大学理工学部 正会員 依田照彦
 三菱重工業 正会員 相場 充 三菱重工業 正会員 熊谷洋司

1. はじめに

鋼橋建設において工期短縮や工費節約を図るため、橋梁の連続化、主桁の少数化、プレキャスト床版の使用などの合成桁橋梁が検討されている¹⁾。本研究では、プレキャスト床版を連続合成桁橋に適用するにあたり、支点上の負荷によるひび割れ対策として、部分的に橋軸方向プレストレスを導入する構造を検討し、プレストレスされた合成桁の基本的な力学性状を把握するために、合成桁の静的負荷載荷試験をおこなった。あわせて、耐荷力、ひび割れ性状などを比較検討した。

2. 実験の概要

(1) 供試体

連続合成桁中間支点を挟む負の曲げモーメントを受ける区間4mに着目し、鋼主桁1本と床版からなる単純梁をモデルにして静的載荷試験をおこなった。床版製作方法、プレストレス導入方法、スタッド間隔を変えることにより、実験桁およびスタッドの力学的挙動を調べた。スタッドはd22×L130の頭付きスタッドを用いた。すべての供試体とも、鉄筋は同一径D19、帯筋はD13で125mm間隔の同一配置とした。ポストテンションではPC鋼棒C種1号SBPR1080/1230φ23を、プレテンションではPCより線SWPR19φ17.8を、各供試体で2本ずつPC鋼材として用いた。床版上面でコンクリートの圧縮応力が試験開始時に4MPaとなるように、プレストレスを導入した。試験供試体の種類および供試体名を表1に示す。材料試験の結果を表2に示す。

(2) 載荷試験

中間支点部を載荷点とし、静的載荷試験を実施した。模型桁の弾性範囲内の実験が終了後も、荷重を漸増させて終局状態まで載荷した。各荷重ステップごとに、コンクリート床版側面、スタッド、鉄筋、鋼桁ウェブのひずみと桁のたわみを計測した。さらに、床版のひび割れ状況を観察記録した。実験桁中央部(載荷点)をA断面、載荷点から25cmをC断面、載荷点から50cmをD断面とした。供試体の形状寸法および載荷試験状況を図1に示す。

3. 実験の結果と考察

(1) 実験桁の挙動について

載荷荷重とA点でのたわみの関係を図2に示す。また、SPO-1.0とPPO-1.0について、初期ひび割れ段階である載荷荷重レベル200kNでの、D断面内の橋軸方向ひずみ分布を図3に示す。プレキャスト床版の供試体では平面保持が成り立っていないが、場所打ち床版の供試体では平面保持がほぼ成り立っていることがわかる。

表1 試験供試体の種類

供試体名	床版打設	プレストレス導入	スタッド間隔
PPO-1.0	プレキャスト	ポストテンション	250 mm
PPR-1.0	プレキャスト	プレテンション	250 mm
PPR-2.0	プレキャスト	プレテンション	500 mm
SPO-0.5	場所打ち	ポストテンション	125 mm
SPO-1.0	場所打ち	ポストテンション	250 mm
SPO-2.0	場所打ち	ポストテンション	500 mm
SRC-1.0	場所打ち	なし	250 mm

表2 (a) 鋼材の機械的性質

	降伏点 MPa	引張強さ MPa	弾性係数 GPa
Flg. H500	328	469	208
Web. H600	296	434	206
鉄筋 D19	402	570	185
SNPR19φ17.8	1569	1863	—
SBPR1080/1230φ23	1079	1226	—

表2 (b) コンクリートの圧縮試験結果

供試体	28日強度			載荷試験時強度	
	圧縮強度 MPa	引張強度 MPa	弾性係数 Pa	材令 日	圧縮強度 MPa
PPO-1.0	37.8	3.74	3.03×10^{10}	76	54.8
PPR-1.0	52.5	4.25	3.21×10^{10}	53	60.0
PPR-2.0	59.1	5.26	3.37×10^{10}	—	—
SPO-0.5	56.5	4.06	3.81×10^{10}	84	65.2
SPO-1.0	56.5	4.06	3.81×10^{10}	77	65.5
SPO-2.0	56.5	4.06	3.81×10^{10}	91	60.6
SRC-1.0	56.5	4.06	3.81×10^{10}	70	65.0

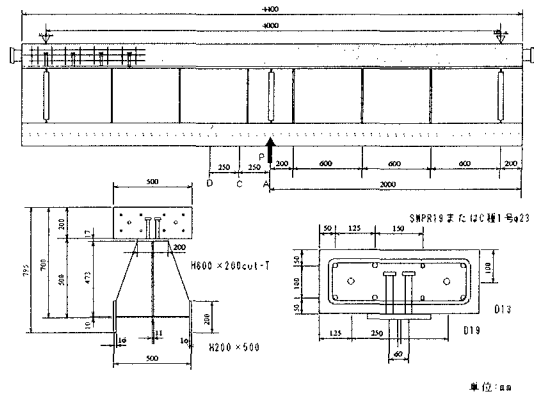


図1 供試体の形状および寸法

(2) ひび割れ性状について

ひび割れ発生荷重の実験値と計算値を表3に示す。観察できるひび割れ発生荷重は、場所打ち床版、プレキャスト床版によらず6体とも、ほぼ同じ値を示す結果となった。プレキャスト床版はコンクリートの乾燥収縮の影響を少なくしていると考えられるが、その一方で、プレキャスト床版を用いると、より非合成に近くなるため、コンクリート上縁での引張応力が大きくなる。このため、ひび割れ発生の開始が早まり、ひび割れ発生荷重は場所打ち床版と変わらない結果となったと考えられる。次に、PPO-1.0とSPO-1.0のひび割れ状況を図4に示す。太線は荷重600kN時における床版側面の状況である。プレストレスを導入することにより、場所打ち床版ではひび割れ発生の領域を桁中央付近に集中させることができる。プレキャスト床版ではひび割れの長さは微小なもの、ひび割れの発生は桁中央に集中せず、中央付近から橋軸方向に広がって分散する。スタッド間隔が50cmの供試体では、場所打ち、プレキャストに関わらず、ひび割れの本数が極端に減少した。

表3 ひび割れ発生荷重

	測定値 kN	計算値 kN
PPO-1.0	316	440
PPR-1.0	294	415
PPR-2.0	306	467
SPO-0.5	291	247
SPO-1.0	293	247
SPO-2.0	294	247
SRC-1.0	(78)	66

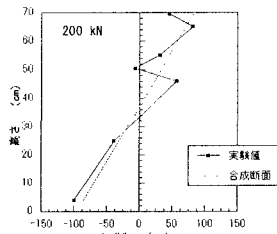


図3(a) PPO-1.0 ひずみ分布 D断面

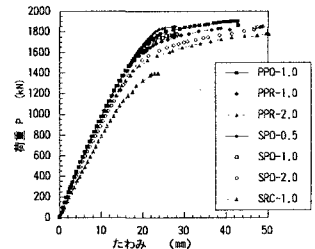


図2 荷重とたわみの関係 (A点)

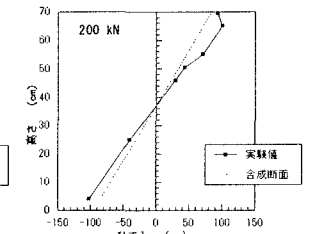


図3(b) SPO-1.0 ひずみ分布 D断面



図4(a) 桁中心部のひび割れ PPO-1.0

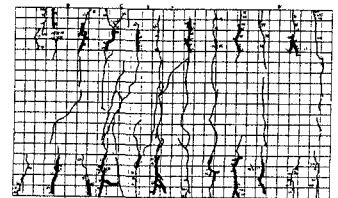


図4(b) 桁中心部のひび割れ SPO-1.0

(3) 終局耐力について

まず、桁中央のA断面が全断面降伏したときの全塑性モーメントを求め、それを桁中央部の載荷荷重に換算し、耐力力の計算値の目安とする。終局耐力力の測定値と計算値を、表4に示す。この結果から、実験値と計算値はほぼ一致しているといえる。耐力力は、スタッド間隔や床版の種類によって決まるのではなく、断面の形状と鋼材の降伏点によって決定されていることがわかる。同じ断面の供試体間での耐力力の差異は、実際に導入されていたプレストレス量が厳密には一定でなかったことによって生じたものと考えられる。プレストレス量を多くすることによって、コンクリートのみならず鉄筋にも圧縮力が加えられる。それによって、鋼材が降伏に達するのが遅れるため、桁の耐力力が上がったと考えられる。

4. まとめ

実験的研究の結果をまとめると、以下の通りである。

- ① 橋軸方向にプレストレスを導入することにより、ひび割れの量が低減し、ひび割れ発生の範囲をかなり狭めることができる。
- ② スタッド間隔を広くすることによって、使用限界での床版のひび割れを小さなものにすることができる。
- ③ スタッドに作用するせん断力がスタッドの終局せん断耐力以下であれば、スタッドピッチは桁の耐力力に影響を与えない。

参考文献

- 1) 緒方他：鋼連続合成桁の中間支点部床版に生じるひび割れに関する実験，第3回合成構造の活用に関するシンポジウム，pp25-29, 1995.11

表4 試験桁の終局耐力力

	実験値 kN	計算値 kN
PPO-1.0	1905	1906
PPR-1.0	1833	1784
PPR-2.0	1785	1784
SPO-0.5	1853	1906
SPO-1.0	1777	1906
SPO-2.0	1850	1906
SRC-1.0	1394	1446