

圧縮鋼材を有するPCはりに関する研究

九州産業大学工学部 学生会員 池田 祐
同 正会員 宮川 邦彦
同 正会員 佐藤 武夫

1. はじめに

近年、コンクリートと鋼材を複合化あるいは合成した種々な構造形式のコンクリート構造物が施工されるようになった。本研究で提案する部材も、PC構造の一補強形式として、通常の考え方とは逆に、鋼材を圧縮補強材として利用したもので、荷重作用時の部材圧縮縁の一部に曲げ剛性を有する溝形鋼やI形鋼を配置することにより、使用時のプレストレス分布の改善や終局時の曲げ耐力の増強を意図している。なお、本部材は大きな負の曲げモーメントが作用する連続桁橋の中間支承部への適用を想定したものである。

2. 実験概要

本実験では、単位セメント量 $C=360\text{kg/m}^3$ 、水セメント比 $W/C=50\%$ 、細骨材率 $s/a=44\%$ の早強コンクリートを用い、図-1に示す形状寸法のプレテンション方式のPC部材を5体作製した。なお、床版に配筋される橋軸方向の鉄筋を考慮して、部材引張部に2-D16を配置している。部材中央圧縮部に配置した補強鋼材長は、SPCⅠとSPCⅢ部材の場合、部材高さと同じ20cm、SPCⅡとSPCⅣ部材の場合、その倍の40cmとした。部材には初期プレストレス力100kNを材齢3日で導入した後、恒温(温度20℃、湿度65%)で約60日間各部のひずみを計測し、破壊試験時のプレストレス分布を推定した。

破壊試験は、連続桁の中間支承部を想定した中央一点載荷(スパン:100cm)で行い、単調載荷しながら部材各部のひずみおよびひび割れ発生状況などを調べた。表-1に破壊試験時のコンクリートの強度特性を示す。なお、コンクリートを5回に分けて打設した関係上、強度にばらつきが見られる。

3. 実験結果および考察

表-2に全部材の実測結果および計算結果の一覧を示す。表中の σ_c は破壊試験時の部材引張縁応力度の推定値、 P_{max} と δ_{max} はそれぞれ最大荷重と終局時のスパン中央点のたわみ、 P_{mc} と P_{vc} はそれぞれ曲げひび割れ荷重と斜めひび割れ荷重、 P_{mu} は引張鉄筋降伏時の荷重を示している。SPC部材の P_{mc} と P_{vc} の計算値および溝形鋼で補強したSPCⅠとSPCⅡ部材の P_{mu} の計算値は、鋼材が部材全長に配置されていると考えたときの値、I形鋼を配置したSPCⅢとSPCⅣ部材の P_{mu} の計算値は、部材の破壊状態を考慮して、鋼材両端部に荷重が作用したと考えたときの値を示している。

表-1 コンクリートの強度特性

圧縮強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	曲げ強度 (N/mm^2)
38.2~50.0	2.88~3.80	4.55~4.97

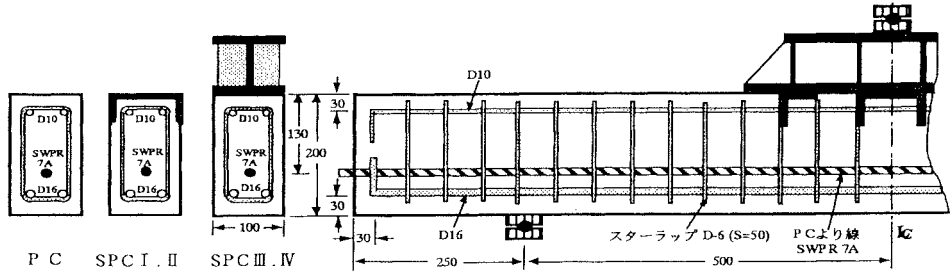


図-1 部材の形状寸法および載荷試験方法

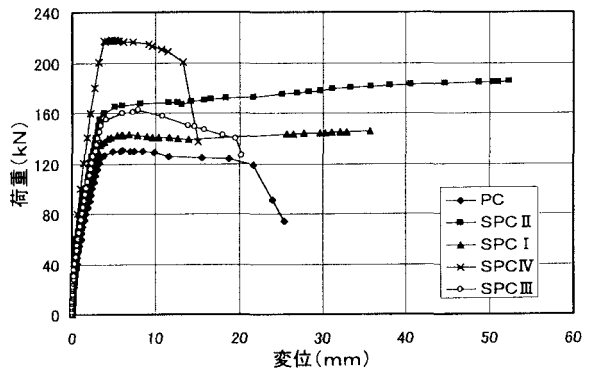
表－２ 全部材の実測結果および計算結果

部材	$\sigma'c$	Pmax	δ_{max}	Pmc(kN)		Pvc(kN)		Pmu(kN)			破壊形式
	(N/mm ²)	(kN)	(mm)	実測	計算	実測	計算	実測	計算(曲げ)	計算(せん断)	
PC	1.6	130	25	19	23	36	27	130	122	190	曲げ圧縮
SPC I	2.9	146	36	21	32	34	28	142	158	192	曲げ圧縮
SPC II	2.9	185	52	35	34	60	26	166	158	188	曲げ引張
SPC III	3.2	162	20	26	50	35	28	150	153	192	せん断
SPC IV	3.2	218	15	53	54	80	28	207	203	192	曲げ引張

Pmcの実測値を比較すると、補強鋼材長40cmのSPC II部材の値がPC部材のそのの2倍弱、SPC IV部材の値が3倍弱まで改善されている。なお、実測値は計算値とほぼ一致することがわかる。一方、補強鋼材長20cmのSPC IやSPC III部材のPmcの実測値はPC部材のそれと大差ないが、これは、補強鋼材長が短すぎて、部材引張縁のプレストレス分布を改善するまでには至らなかったためと考えられる。また、PC、SPC IおよびSPC III部材のPvcの実測値は同程度で、計算値の1.3倍程度であるが、SPC IIとSPC IV部材のそれらは大きくなっている。これは、補強鋼材自体の曲げ剛性の関係上、せん断スパン比が小さくなったことに起因していると考えられる。なお、現行のコンクリート標準示方書のせん断耐力算定式にはせん断スパン比の影響が考慮されていないため、実測値と計算値に差異を生じたものと考えられる。

次にPmuに関しては、補強鋼材長20cmのSPC IやSPC III部材での耐力増強はあまり期待できないが、補強鋼材長40cmのSPC II部材のPmuはPC部材のそのの1.3倍、SPC IV部材は1.6倍となり、引張鉄筋降伏時の曲げ耐力を大幅に増強できること、その実測値と計算値がほぼ一致することがわかる。

図－２に全部材の荷重－たわみ曲線を示す。同図から溝形鋼で補強したSPC部材のじん性はPC部材のそれよりも大幅に改善されるが、I形鋼を配置したSPC部材の場合は、逆にじん性の低下が見られる。これは、特にSPC IV部材の場合、終局時の補強鋼材端部におけるコンクリート圧壊やせん断破壊に起因するものであり、今後、この点を溝形鋼などによる部分補強で改善できれば、実構造物への適用も十分可能であると考えられる。



図－２ 全部材の荷重－たわみ曲線

4. まとめ

本研究では、荷重作用時の部材圧縮縁の一部に曲げ剛性を有する溝形鋼やI形鋼を配置したPCはりの比較試験を行った。以下に本実験から得られた結果を要約する。

1. 補強鋼材長20cmのSPC部材は、PC部材と比較して、プレストレス分布の改善や曲げ耐力の増強に対して、その効果をあまり期待できない。
2. 補強鋼材長40cmのSPC部材は、プレストレス分布の改善や曲げ耐力の増強に有効である。
3. 部材圧縮部に溝形鋼で補強したSPC部材は、終局時のじん性改善に極めて有効である。
4. 部材圧縮縁にI形鋼を配置したSPC部材は、今後、じん性低下の防止策を検討すれば、連続桁橋の中間支承部断面に適用可能である。