

三軸方向に圧縮拘束されたプレストレストコンクリート梁の曲げ挙動

極東工業（株） 正会員 〇岩田 雅靖 広島大学 正会員 米倉 亜州夫
 広島大学 学生員 森本 英樹 広島大学 学生員 周 平

1. はじめに

鋼管または CFRP パイプ内にコンクリートを打設し、軸方向に内部コンクリートのみにプレストレスを与えると、拘束体のコンファインド効果によってコンクリートは三軸方向に拘束され、強度及び靱性が大幅に増大する。本研究では、三軸方向に圧縮拘束されたプレストレストコンクリート梁の曲げ挙動を把握するため、拘束体の種類、軸方向及び横方向プレストレスをパラメータとし、PC 鋼棒によりプレストレスを与えた場合と膨張材によりケミカルプレストレスを与えた場合について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

鋼管は STPG370S-H を使用し、外径 165mm、厚さ 5.5mm である。表-1 に使用した鋼管から切り出した切片の引張試験結果を示す。CFRP パイプは外径 157mm、

表-1 鋼管の引張試験結果

厚み (mm)	引張強度 (MPa)	降伏強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)	伸び率 %
5.5	427	247	199	0.27

表-2 CFRP パイプの機械的性質

積層方法	軸方向			周方向		
	引張強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)	伸び率 %	引張強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)	伸び率 %
±10°/90°	586	74.6	0.105	692	61.7	0.171

厚さ 3.5mm である。CFRP パイプの繊維積層方法は、パイプと軸方向の繊維方向のなす角度が内側から±10°および 90°の 2 方向で巻かれ、±10°

(1.0mm)、90°(0.75mm)の順に 4 層積層している。表-2 に CFRP パイプの機械特性を示す。コンクリートはセメントに早強ポルトランドセメントを使用した。膨張コンクリートには、膨張材として静的破砕剤を用い、膨張材をセメントに対して内割り 15%と 30%の 2 種類使用した。PC 鋼棒は C 種 1 号の直径 32mm を用い、シースは直径 40mm のものを使用した。

表-4 供試体一覧

名称	有効プレストレス(MPa)	
	軸方向	半径方向
S00U	0	0
S10U	11.2	0.6
S20U	16.5	1.9
S40U	25.6	5.4
F00U	0	0
F10U	10.8	0.3
F20U	15.4	2.3
F40U	19.7	3.3
ES15U	12.0	6.8
ES30U	8.6	10.0
C00	無拘束	

2.2 供試体の作成及び荷重方法

供試体は内径 150mm の拘束体にコンクリートを充填した後に材齢 7 日で PC 鋼棒によって内部コンクリートのみにプレストレスを導入したものと膨張コンクリートを打設し、ケミカルプレストレスを導入したものの 2 種類である。供試体は拘束体の内側に付着低減剤としてアスファルトを塗布したアンボンド型とした。プレストレス量は表-4 に示す。緊張終了後すぐにシース内にグラウトを行い、曲げ荷重試験は材齢 14 日で行った。膨張コンクリートを用いた場合、PC 鋼棒は配置したが緊張は行わなかった。曲げ荷重試験は図-1 に示すようにスパン 1500mm、曲げスパン 200mm の 2 点荷重で行った。

3. 実験結果および考察

図-2、図-3 にそれぞれ鋼管で拘束した供試体のスパン中央における荷重-たわみ関係と曲率-曲げモーメント関係を示す。図-2 に示すように、鋼管の下縁が降伏するまでいずれの供試体

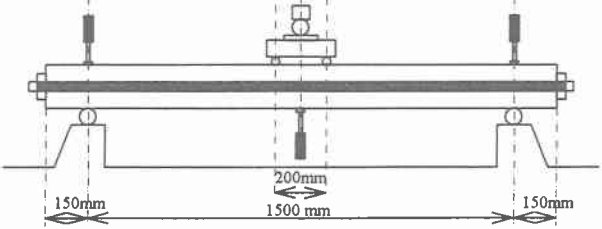


図-1 荷重方法

も、荷重の増加につれ、たわみがほぼ同一の勾配で上昇し、鋼管が降伏すると、曲げ剛性が急に低下している。その後、供試体は、鋼管のひずみ硬化により変形しながら、荷重が徐々に上昇していき、荷重装置のクリアランスの限界までしか荷重できなかった。その時のたわみがスパンの 1/10 にも達するような大変形能

力は通常の RC や PC 梁にはないものである。本実験に使用した鋼管が厚いため、プレストレスの大きさによる曲げ変形状への影響は顕著に現れなかった。

図-4、図-5 にそれぞれ CFRP パイプで拘束した供試体のスパン中央における荷重-たわみ関係と曲率-曲げモーメント関係を示す。図-4 によると内部コンクリートに導入したプレストレス量が多いほど同一荷重におけるたわみが小さく、プレストレス導入の効果が認められた。供試体の破壊は載荷点における CFRP パイプの上縁に周方向のシートが輪切り状で破断することによって生じた。これは、載荷点において CFRP パイプが局部的な支圧応力を受け、局部的に破壊したためである。図-6 に膨張コンクリート充填柱の応力-ひずみ関係を示す。図-7 に膨張コンクリート充填鋼管梁の荷重-たわみ曲線を示す。ES30U と ES15U ではケミカルプレストレスが異なるが、たわみ性状にはあまり相違がみられなかった。しかし、PC 鋼棒によってプレストレスを導入した場合と比べて、拘束体に作用する側圧が大きいため、鋼管の下縁が降伏に至っても曲げ剛性の低下荷重点がかなり大きくなり、その後同一たわみにおける荷重も PC 鋼棒によってプレストレスを導入した場合より大きくなった。このことより、膨張コンクリートにより鋼管に与えられた大きな側圧が軸方向に曲げ圧縮応力を受ける膨張コンクリート梁に寄与したことが分かる。すなわち、大きな側圧（横方向プレストレス）は軸方向に曲げ圧縮応力を受ける膨張コンクリート梁の軸方向の見掛け上の圧縮強度を増大させた。また、膨張コンクリートの W/C が低いことにより、膨張コンクリート梁の軸方向の見掛け上の圧縮強度が増大したことも一つの理由と考えられる。

4. 結論

- (1) 鋼管で拘束した PC 部材の曲げ特性は、鋼管の剛性および拘束度が過大になっているため、プレストレスの影響が顕著に現れなかったが、供試体の変形能力が通常の RC または PC 梁の場合より大きく現れた。
- (2) CFRP パイプで拘束した PC 部材の曲げ特性は、プレストレス量が多いほど内部コンクリートのひび割れ発生荷重が増大し、同一荷重でのたわみは小さくなる。
- (3) 鋼管内にケミカルプレストレスを導入した場合、PC 鋼棒にてプレストレスを導入する場合より、膨張コンクリートの場合が横方向にかなり大きなプレストレスが得られた。そのプレストレスが曲げ抵抗能力及び変形能力を向上させた。

【謝辞】 本研究は、広島大学と企業 4 社との共同研究である「SUPCOM」の研究の一環として行われたものであり、実験に際しては学部生の久山浩蔵君の協力を得た。ここに記して感謝致します。

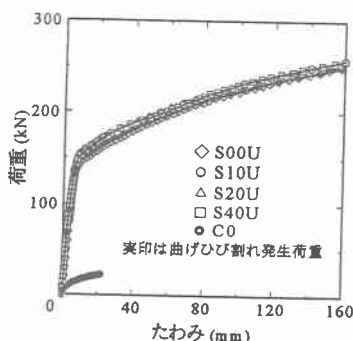


図-2 荷重-たわみ関係 (鋼管)

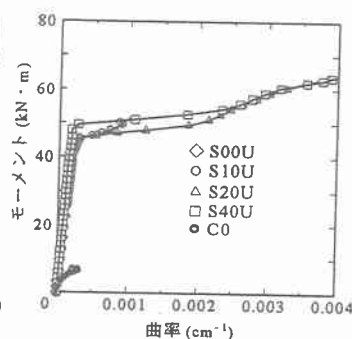


図-3 モーメント-曲率関係 (鋼管)

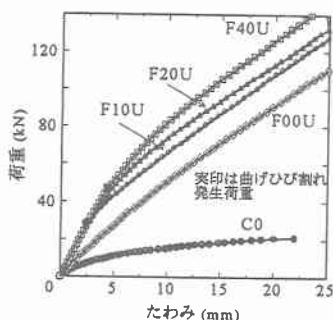


図-4 荷重-たわみ関係 (CFRP)

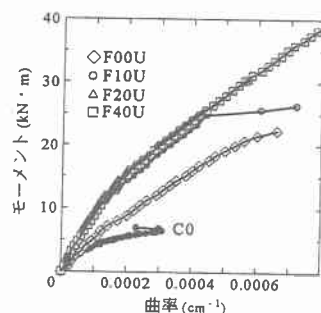


図-5 モーメント-曲率関係 (CFRP)

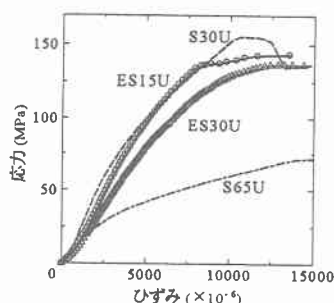


図-6 鋼管で拘束した膨張コンクリートの応力-ひずみ関係

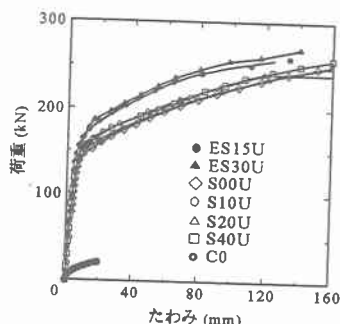


図-7 膨張コンクリート充填した鋼管供試体の荷重-たわみ関係