

三次元拘束を受けるコンクリート柱の圧縮挙動

広島大学 正会員 米倉 亜州夫 広島大学 学生員 ○周 平
 広島大学 学生員 角 広幸 極東工業(株) 正会員 岩田 雅靖

1. はじめに

コンクリートは横方向の拡がりを拘束されると、強度及び靱性が向上する。このようなコンクリートは、コンファインドコンクリートと呼ばれ、多くの研究がなされている。本研究では、CFRP パイプまたは鋼管内に打設したコンクリートの図心位置にシースを配置しておき、その中に膨張材を注入し、ケミカルプレストレスを導入し、中心軸圧縮試験を行った。このようなコンクリートのコンファインド効果及び圧縮挙動を把握することを目的とした。また、比較のため、ケミカルプレストレスを導入しない普通のコンクリート充填柱の場合についても検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

使用した CFRP パイプ及び鋼管の寸法を表-1 に示す。また、CFRP パイプの材料特性を表-2 に、鋼管の引張試験結果を表-3 に示す。

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用い、配合は W/C=30%、45%及び 65%の 3 配合とした。

コンクリートにケミカルプレストレスを与えるための膨張材の配合は、W/B(水/膨張材比)=30%とした。膨張材を充填する空間を作るためにφ 20mm のシースを用いた。拘束体とコンクリートの付着力を意図的に切る目的でアスファルトをパイプ内面に塗布した。

2.2 供試体及び載荷方法

供試体の作成は、図-1 に示すように、拘束体とシースの間にコンクリートを打ち込み、材齢 7 日で供試体を拘束型枠に固定し、膨張材を充填し、すぐにフタをして拘束した。その際、膨張材の膨張圧を直接測るために、内径がシースとほぼ同径の鋼管にも膨張材を充填し、同様に上下を拘束した。供試体を拘束した時点から測定を開始した。10 日後に測定を終了し、直ちに拘束型枠を脱型し、材齢 17 日で中心軸圧縮試験を行った。載荷方法は、図-2 に示すように、上端、下端ともに十分剛な支圧板を介して拘束体内部のコンクリートのみに荷重を加えた。

3. 実験結果及び考察

本実験に用いた供試体の略称を図-3 に示す。

拘束体(外管)に膨張材スラリーを充填すると、膨張圧は鋼管に内圧として作用する。膨張材の膨張圧は、拘束体外周面に貼付したゲージによりひずみを測定し、厚肉円筒理論を用いて計算した(外管法)。

厚肉円筒理論を用いてシースと同径の鋼管に膨張材のみを充填した場合の膨張圧試験結果から膨張圧を計算すると 10 日で 60MPa もの膨張圧を生じていた。しかし、図-1 に示すよ

表-1 拘束体の寸法及び構成

拘束体の種類	外径 D (mm)	厚み t (mm)	D/t	長さ l (mm)	繊維方向及び積層方法
CFRP パイプ	153.5	1.75	87.7	600	±10°/90°, 2 層
CFRP パイプ	157	3.5	44.9	600	±10°/90°, 4 層
鋼管	165	5.5	27.5	600	

表-2 CFRP パイプの材料特性

繊維の方向及び積層方法	厚み (mm)	軸方向			周方向		
		引張強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)	ポアソン比	引張強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)	ポアソン比
10°/90°	1.75	586	74.6	0.105	692	61.7	0.171

表-3 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)	ポアソン比
5.5	424	247	199	0.27

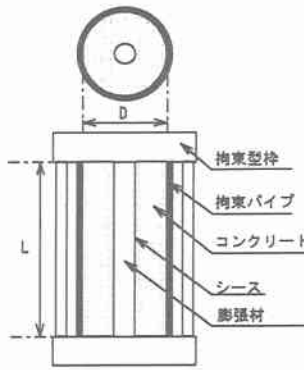


図-1 供試体の断面及び膨張圧試験法

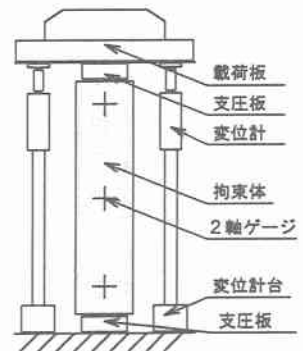


図-2 載荷方法

うに本実験の供試体の場合、供試体図心位置の膨張材の膨張圧はコンクリートを介して、拘束体に伝わるので、拘束体面における膨張圧は、拘束体の円周方向に貼り付けたひずみゲージのひずみより求めた。その値は、シー

スと同径の鋼管内のケミカルプレストレスの場合の1/10程度となった。これをコンクリートが受けるケミカルプレストレスとした。

図-4は、拘束率を変化させた場合の内圧（ケミカルプレストレス）の経時変化を調べたものである。図-5は、全供試体の測定終了時の内圧と膨張材充填時のコンクリート強度の関係を示して

いる。拘束率が高くなると、あるいは圧縮強度が高くなると内圧が大きくなる傾向がみられるが、実験の範囲内ではあまり大きな差は認められなかった。

膨張圧試験終了後、拘束型枠を外してみると全ての供試体でコンクリートの上面と下面に円を3等分するような放射状のひびわれが観察された。また、載荷を行わないで拘束体を除去して内部コンクリートを観察するとひびわれが円筒の中心軸を含む縦断面に生じていた。それは膨張材の膨張による周方向の引張応力によって生じたものと思われる。

図-6にコンクリートと拘束体の合成柱としての荷重-変位関係の代表例を示す。図上には、比較のため膨張材を充填していない供試体の結果もプロットした。図上塗りつぶしの記号が膨張材を充填した供試体である。最大変位には大きな差は見られないが膨張材を充填することにより、初期剛性が向上する結果となった。この結果は、膨張材を充填した全供試体で確認された。合成柱としての圧縮耐力についてもコンクリート強度に若干違いがあるが膨張材を充填することで向上傾向にあるといえる。

次に、種々の供試体について1軸圧縮強度を考慮して最大耐力について考察を行うことにする。図-7に中心軸圧縮試験を行った全供試体の最大耐力と1軸圧縮強度の関係を示す。

供試体の破壊は、膨張材を充填しない供試体と同様に鋼管の降伏あるいはCFRPパイプの周方向の繊維の破断によって生じた。CFRPパイプが1.75mmの場合は、軸方向に座屈を生じたものもあり、そのため耐力が低下したものがある。

4. 結論 コンクリートと拘束体を合成柱と見れば、膨張剤を充填すると膨張により付着が高まるため初期剛性が向上し、圧縮耐力も向上する傾向にあった。

【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、学生の川水浩二君の協力を得た。ここに記して感謝申し上げます。

3.5	F	45	-	51	-	5.0
拘束体の厚み (mm)	拘束体の種類 F:CFRP パイプ S:鋼管	W/C	中心軸圧縮試験時の コンクリートの 1軸圧縮強度 (MPa)	膨張材の膨張による ケミカル プレストレス (MPa)		

図-3 供試体の略称

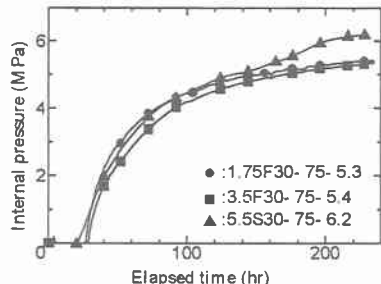


図-4 内圧の経時変化

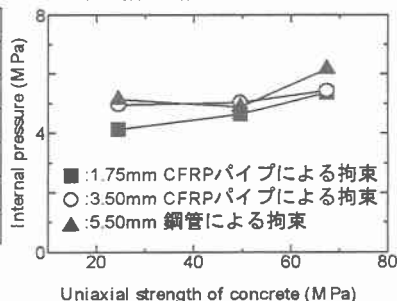


図-5 測定終了時の膨張圧

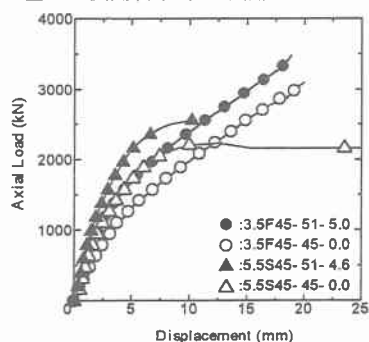


図-6 荷重-変位関係

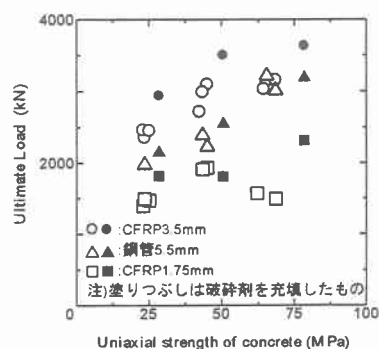


図-7 最大耐力に及ぼす膨張剤の影響