

I-153

コンクリート充てん合成柱の実験（その3）

－内部補剛材による局部座屈防止効果について－

榑 大 林 組 正会員 ○野 村 敏 雄
 首都高速道路公団 正会員 松 村 廣
 首都高速道路公団 正会員 池 内 武 文
 榑 大 林 組 正会員 岡 島 豊 行

1. まえがき

コンクリート充てん合成柱の設計上の問題点を検討するため、(その1)¹⁾、(その2)²⁾では主に鋼管径厚比の変化に伴う局部座屈の発生と座屈後の挙動について調査した。その結果、関連諸基準の径厚比制限（道路橋示方書の許容応力度を低減する必要のない径厚比は、SM50:80, SM58:50）を越えた合成柱でも良好な耐力や変位性状を示す事が把握できた。しかし、局部座屈発生後、構造性能がやや低下することも確認された。

そこで、本年度は地震時に塑性化する合成柱脚部近傍の挙動の改善に着目し、鋼管の内部縦補剛材（縦リブ）による局部座屈防止方法と内部配筋による補強効果を検討した。

2. 試験体

図-1に試験体の概略を、表-1に試験体諸元と使用材料の特性を示す。

試験体は試験体はH90R-2, H90U-2, W90R-2, H90R-2Sと名付けた4体で、縦リブのサイズ、鋼種と鉄筋の有無がパラメータである。名称中の「R」、「U」が縦リブのサイズを、「H」、「W」が鋼種を意味している。また、配筋試験体は最後に「S」を加えて区別している。いずれも、直径500mmの鋼管にコンクリートを充てんした円形合成柱であり、加力部から500mmの区間を45度ピッチに縦リブで補強している。また、「S」はD10を軸方向筋として鋼管内面から40mmの位置に約53mmピッチで配筋した。鉄筋比は全断面の0.87%で、鋼管断面積の約1/6である。

3. 変位性状

図-2～5に各試験体のP～δ曲線を示す。それらの正荷重時の包絡線をCDC (Column Deflection Curves) 法による解析結果とともに図-6に示し、図-7には包絡線の荷重及び変位をPp（全塑性モーメントに等しい耐力）とδp（荷重をPpとして求めた弾性変位）で無次元化した $P/P_p \sim \delta / \delta_p$ 曲線を示す。

図-6はH90U-2の結果である。曲げひびわれ発生後次第に塑性化が進行し、まず縦リブ補強区間の加力点から0～45度の間に部分座屈が生じる。そして、縦リブ外側で全体座屈が発生した後、部材角 $\gamma = 1/36$ で最大荷重に達した。45～90度間の部分座屈は最大荷重以後に生じた。各試験体とも最大荷重時までのP～δ性状に大きな相違はないが、最大荷重以後は座屈性状が異なるので多少相違が生じる。しかし、図-8に示す様に縦リブのないものと挙動が異なっているのは明らかであり、縦

表-1 試験体諸元、材料特性及び実験結果

	直 径 (D:mm)	板 厚 (t:mm)	径厚比 (D/t)	実験パラメータ		鋼管及び鉄筋の材料特性				コンクリート 材料特性	最 大 荷 重 (ton)
				縦リブ (h:mm)	鉄 筋	降伏点 (kg/cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)	伸び (%)			
H90R-2	500	6.0	83	25	無	SM50	4250	5740	32	圧縮強度 270 引張係数 2.7×10 ⁵ 各試験体 共 通	108.1
H90U-2	500	6.0	83	50	無	SM50	4250	5740	32		91.8
W90R-2	500	6.0	83	25	無	SM58	5630	5740	27		114.1
H90R-2S	500	6.0	83	25	有	SM50	4250	5740	32		135.4
						SD35	3650	5330	19		117.6
										119.6	
										100.2	

①最大荷重の欄は上段：実験値、下段：計算値（④法、図-6の仮定2を使用）を示している。

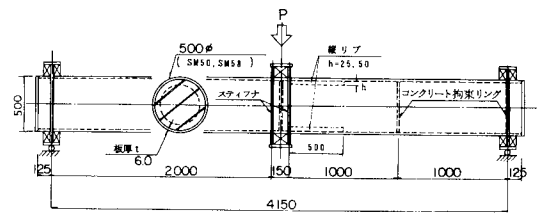


図-1 試験体概略

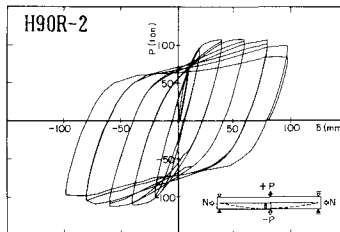


図-2 P～δ曲線

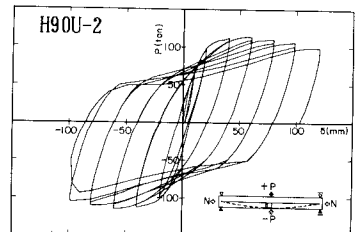


図-3 P～δ曲線

リブで座屈を防止した結果、鋼管のひずみ硬化が進み耐荷力が増加したことが分かる。

CDC 解析値は図-6の仮定2の様に鋼管のひずみ硬化とコンクリートの三軸効果を無視すると、軸力と変位による2次曲げモーメントを含む全塑性モーメントである Pp' 線 ($Pp' = Pp - \delta N$)

に漸近してゆき、次第に実験値と相違する傾向を示す。しかし、仮定1の様にひずみ硬化と三軸効果³⁾を考慮することにより、弾性から最大荷重時に至るまで荷重、変位、ひずみとも実験値と良好な対応を示した。

4. 耐荷力

図-9に Pcr/Pp , $Pmax/Pp$ と $D/t \cdot \sigma_y/E$ (等価径厚比と呼ぶ) の関係を示す。 Pcr/Pp , $Pmax/Pp$ ともに点線及び実線で示した縦リブなしの結果を上回っており、縦リブの効果により座屈荷重が大きくなり、ひずみ硬化が大きくなっていることを示している。特に、等価径厚比の大きい領域でその傾向が著しく縦リブにより大幅に性状が改善されることが伺える。

5. 履歴性状

図-2~5 をみると各試験体とも $\gamma=3/100$ までは紡錘形の履歴を示す。そして、 $\gamma=4/100$ 以降S字形の性状を示し始めるがスリップ現象は生じなかった。図-9の減衰定数(He)で定量的に検討すると $\gamma=2/100$ までは縦リブなしと同様の傾向を示す。しかし、縦リブなしではその後ほぼ一定値 ($\gamma=4/100$ で $He=0.3$) を示すようになるが縦リブがある場合はさらに大きくなり $\gamma=4/100$ で $He=0.4$ 程度まで増加する。縦リブサイズの相違でみると大きいほうは縦リブ外側での全体座屈の影響が卓越したためにその効果が十分に生かされていない。鋼材の種類でみると高張力のほうが座屈にやや不利となるが、補強効果は明瞭である。また、鉄筋がある場合も耐荷力が高いので座屈に対して不利となるがほぼ同等の性状を示している。

6. まとめ

縦リブで補強することによって座屈が防止され合成柱の変位性状、耐荷力、履歴性状は大幅に改善され、特に径厚比制限を大きく越えた領域でその効果が著しいことが分かった。また、配筋により径厚比を変えずに耐荷力を調節できることが示唆された。

参考文献 1) 富澤他：2) 野村他：コンクリート充てん合成柱の実験（その1,2）, 土木学会年講（V）, 1987
2) 富井他：円形断面鉄筋コンクリート短柱のせん断破壊を鋼管補強により防止する設計法に関する実験的研究, コンクリート工学年講, 1986

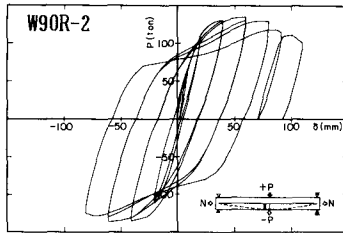


図-4 P~δ曲線

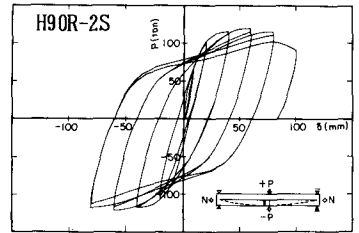


図-5 P~δ曲線

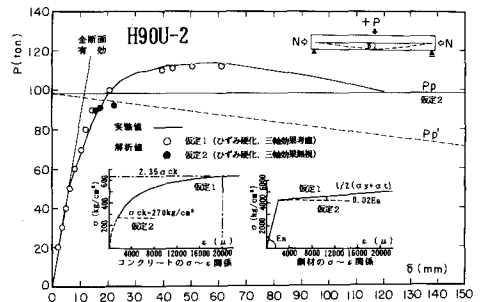


図-6 P~δ曲線（包絡線）

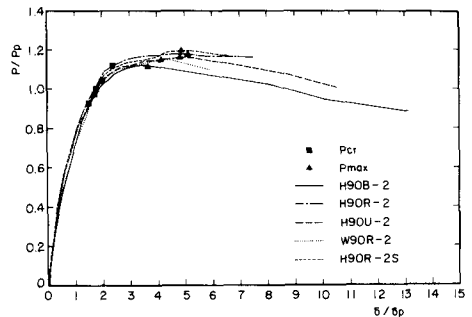


図-7 $P/Pp \sim \delta/\delta p$ 曲線

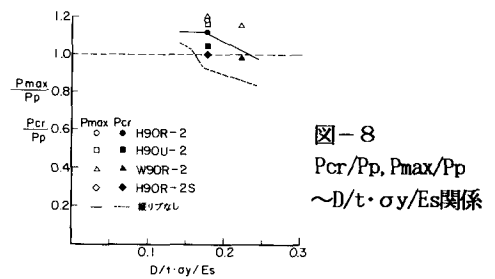


図-8 $Pcr/Pp, Pmax/Pp \sim D/t \cdot \sigma_y/E_s$ 関係

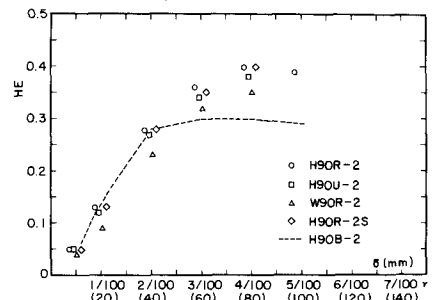


図-9 減衰定数