

I - 32

傾向解析に基づく鉄筋コンクリート充填鋼管柱の力学特性の検討

岩手大学大学院工学研究科 学生員 ○櫻庭 志歩
 岩手大学大学院工学研究科 魏 華
 岩手大学工学部 正 員 宮本 裕

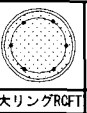
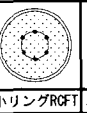
1. まえがき

鉄筋コンクリート充填鋼管(RCFT)柱は、コンクリート充填鋼管(CFT)柱の充填コンクリートを鉄筋で補強した構造であり、鉄筋を挿入することで強度、靱性および剛性が向上し従来の CFT 柱より優れた性能を有している。本論文では、この複合構造の耐力や変形性能等の力学的な特性を解明するための前段階として建築指針¹⁾による CFT 円形短柱の軸圧縮降伏耐力式を RCFT 円形短柱に拡張し実験結果と比較することで、拡張式の有効性を確認する。また、部材断面や材料特性等を変化させた傾向解析を行い、これらのパラメータが、RCFT 柱の軸圧縮降伏耐力にどのような影響を及ぼすかを検討する。

2. 柱試験体概要

本論文で用いる耐力式の精度検証のためには、実験結果²⁾との比較が必要である。表-1 に示すように実験では鋼管の充填状況を低強度 CFT、高強度 CFT、大リング RCFT、小リング RCFT、二重配筋 RCFT

表-1 柱試験体充填配筋状況

				
低強度CFT	高強度CFT	大リングRCFT	小リングRCFT	二重配筋RCFT

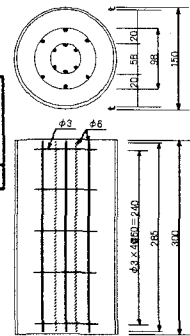


図-1 柱試験体寸法
(単位: mm)

RCFT、小リング RCFT、二重配筋 RCFT の 5 種類とし、鋼管厚さをそれぞれ 3.2mm、4.5mm、6.0mm とする 15 種類の試験体を使用した。また、図-1 に示すように断面寸法は外径 150mm、高さ 300mm である。RCFT 柱試験体の充填コンクリートは低強度コンクリートを使用し、その強度は 19.2N/mm² である。CFT 柱の高強度コンクリートの場合は強度 50N/mm² である。鋼管には SS400、主鉄筋には SR295(φ6)を使用している。

3. 軸圧縮降伏耐力式について

建築指針によると、コンクリート充填円形鋼管短柱(L/D=2~8)の軸圧縮降伏耐力は次式で評価できる。

$$N_u = \left(\beta - \frac{(D-2t)}{2(D-t)} k \cdot \alpha \right) A_s \sigma_{sy} + \gamma_{ca} \cdot A_c \sigma_{cB} \quad (1)$$

ここで、 L: 柱の長さ

D: 直径 t: 鋼管厚さ

A_s, A_o, A_{sv} : 鋼管、コンクリート、軸方向鉄筋の断面積

$\sigma_{sy}, \sigma_{sv}, \sigma_{cB}$: 鋼管、鉄筋の一軸降伏強度
コンクリートの一軸圧縮強度

本論文では、鉄筋の挿入効果を考慮して次式に拡張する。

$$N_u = \left(\beta - \frac{(D-2t)}{2(D-t)} k \cdot \alpha \right) A_s \cdot \sigma_{sy} + A_c \cdot \sigma_{cB} + \sum A_{sv} \sigma_{sv} \quad (2)$$

γ_{ca} : コンクリート強度の低減係数。建築指針¹⁾より 1.0 とする。

α, β : 鋼管の降伏条件としてミーゼスの降伏条件を用いた

時の低減係数。それぞれ 0.19、0.89 とする。

k: 拘束係数。4.1 とする。

4. 実験値との比較

表-2 は実験値と式(1)、(2)による計算値を比較したものである。実験結果の軸圧縮降伏耐力は CFT 柱及び RCFT 柱の鋼管表面の荷重-ひずみ曲線から求めたものであり、降伏点が明確でなため 0.2%降伏耐力を用いている。表-2 より軸圧縮降伏耐力式による計算結果は実験値との差が 10%前後に収まっており複合材料の軸圧縮降伏耐力の評価式として十分な結果が得られたと考えられる。

表-2 軸圧縮降伏耐力の比較 (単位: kN)

試験体種類	鋼管厚さ	実験値	計算値	実験値との差
低強度CFT	3.2mm	931.29	871.8	-6.4%
	4.5mm	1176.92	1071.5	-9.0%
	6.0mm	1180.45	1264.42	7.1%
高強度CFT	3.2mm	1431.39	1370.63	-4.2%
	4.5mm	1823.69	1552.42	-14.9%
	6.0mm	1754.78	1725.1	-1.7%
大リングRCFT	3.2mm	973.7	918.59	-5.7%
	4.5mm	1191.06	1118.29	-6.1%
	6.0mm	1201.66	1311.21	9.1%
小リングRCFT	3.2mm	980.77	918.59	-6.3%
	4.5mm	1183.99	1118.29	-5.5%
	6.0mm	1201.66	1311.21	9.1%
二重配筋RCFT	3.2mm	994.9	965.38	-3.0%
	4.5mm	1238.77	1165.08	-5.9%
	6.0mm	1263.51	1358	7.5%

5. 傾向解析結果と考察

式(2)と実験結果に大まかな一致が見られたことから拡張式が RCFT 円形柱の傾向解析に十分適用できると考えた。RCFT 円形柱の部材断面や材料特性の違いによる影響を検討するため、式(2)中の直径 100~1000mm、鋼管厚さ 1~50mm、鉄筋本数 0~20 本、鋼管降伏強度 300~500N/mm²、コンクリート軸圧縮強度 10~70N/mm² をパラメータとして、傾向解析を行った。なお、図-2~5 の横軸のパラメータ以外は、直径 150mm、鉄筋本数 6 本、鋼管降伏強度 360N/mm²、コンクリート軸圧縮強度 20N/mm² の値を統一して使用している。

図-2 は軸圧縮降伏耐力と鉄筋本数との関係を直径と鋼管厚さの比である径厚比について示したものである。同様に図-3、4、5 もそれぞれ鋼管降伏強度、コンクリート軸圧縮強度、直径と軸圧縮降伏耐力の関係を径厚比について示したものである。図-2 より軸圧縮降伏耐力に及ぼす鉄筋本数による影響は少なく、鋼管厚さを変えてもその傾向は変わらないことがわかった。また図-3、4 より径厚比の増減により、直線の傾きが変化していることから RCFT 柱の軸圧縮降伏耐力は径厚比が小さくなると鋼管の降伏強度に依存し、径厚比が大きくなるとコンクリートの軸圧縮強度に影響を受けることがわかった。図-5 においては、径厚比やその他の材料特性が同じであっても断面が大きくなると降伏耐力は飛躍的に増大することがわかった。計算式の比較検証に用いた柱圧縮試験体においては、断面が小さく径厚比が比較的小さな(25<D/t<47)構造だったため実験結果は鋼管の降伏強度が大きく影響したものと考えられる。この先、長大化する構造物にこの鉄筋コンクリート充填鋼管柱を採用する場合や、震災後の補強として中空鋼管柱に鉄筋コンクリートを充填する場合は、断面が大きくなると予想されるため充填コンクリートの軸圧縮強度が軸圧縮降伏耐力に大きく影響するものと思われる。

6. まとめ

本研究では、実験において採用困難である様々な部材断面の軸圧縮降伏耐力について比較検討した。降伏耐力に関しては鉄筋の影響はわずかであったが、実験では鉄筋の挿入効果は、降伏耐力後の変形性能の向上に著しい影響を与えているようである。曲げ耐力も含めてこの種の複合構造の力学的特性の解明に関しては今後多くの解析が必要であると考えられる。

参考文献：

- 1) コンクリート充填鋼管構造設計施工指針： 日本建築学会
- 2) 森 等： 鉄筋コンクリート充填鋼管構造に関する実験的研究 その 1 柱の場合、土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集、2001,3

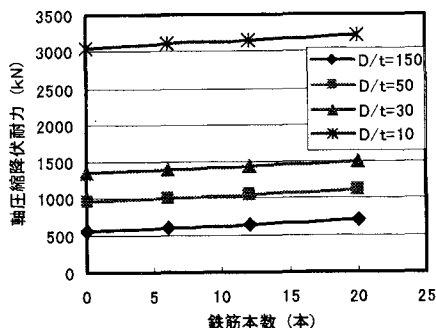


図-2 軸圧縮降伏耐力と鉄筋本数の関係
(鋼管降伏強度 360N/mm², コンクリート強度 20N/mm²)

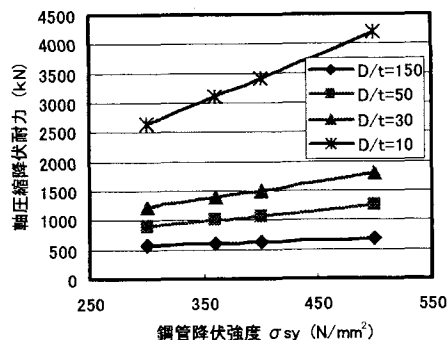


図-3 軸圧縮降伏耐力と鋼管降伏強度の関係
(鉄筋本数 6 本, コンクリート強度 20N/mm²)

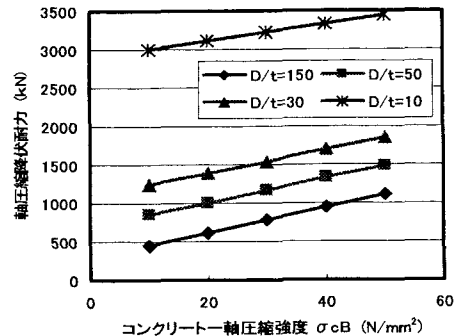


図-4 軸圧縮降伏耐力とコンクリート強度の関係
(鉄筋本数 6 本, 鋼管降伏強度 360N/mm²)

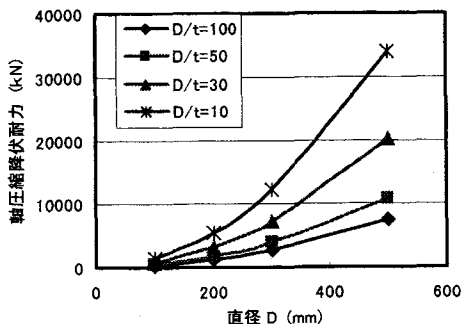


図-5 軸圧縮降伏耐力と直径の関係
(鉄筋本数 6 本, 鋼管降伏強度 360N/mm², コンクリート強度 20N/mm²)