

# 矩形 CFT 柱の曲げ性状に関する研究

## —変形能力評価法の検討—

日大生産工 (学部) ○助川 海都 日大生産工 藤本 利昭 日大生産工 (院) 三浦 智美  
日大生産工 (院) 今井 皓己 日大生産工 (学部) 大石 琴

### 1. まえがき

現在, CFT構造の設計は, 新都市ハウジング協会「コンクリート充填鋼管(CFT)造技術基準・同解説」<sup>1)</sup>(以下, 新都市基準), 日本建築学会「コンクリート充填鋼管構造設計施工指針」<sup>2)</sup>(以下, 学会指針)に基づき行われている。

これら資料では, 正方形及び円形CFT柱を対象に, 変形能力を水平力の低下を制限した「限界部材角 $R_u$ 」により評価している。

しかしながらそれらの評価式は, 式のみならず適用範囲も異なり, 比較した資料はあまりない。

そこで本報告では, 矩形断面を対象に新都市基準式と学会指針式の変形能力評価式の比較を行う。さらに現在学会指針で適用範囲の拡大が検討されている長方形断面への限界部材角評価式の適用の課題について考察する。

## 2. 新都市式と学会指針式の比較

### 2.1 新都市式<sup>1)</sup>

新都市式は, 図1に示すように, 軸力による付加曲げ成分を含まないせん断力と部材角関係の最大荷重が95%になった時の部材角を限界部材角 $R_u$ と定義し, 限界部材角の影響因子である鋼管の幅厚比・径厚比, 軸力比に基づき, 実験式を構築している。

$$R_u = \left\{ 3.25 - 5.0 \frac{N}{N_0} + 800\mu \left( \frac{t}{B} \right) \sqrt{\frac{325}{F_y}} \right\} / 100 \quad (1)$$

$$\mu = \frac{1}{3(4.0 - \frac{F_c}{39})} \leq 1.0, N_0 = sA \cdot F_y + cA \cdot F_c$$

ここで,  $R_u$ : 限界部材角,  $N$ : 作用軸力,  $N_0$ : 軸圧縮耐力,  $t$ : 鋼管の板厚,  $B$ : 角形鋼管の幅及びせい,  $F_y$ : 鋼管の降伏強さ,  $F_c$ : コンクリートの設計基準強度,  $sA$ : 鋼管の断面積,  $cA$ : コンクリートの断面積である。

なお新都市式は, 短柱( $a/B=3.0$ ,  $l_k/B=6.0$ , ここで,  $a$ : せん断スパン,  $l_k$ : 座屈長さ)の実験結果に基づき構築されたものである。

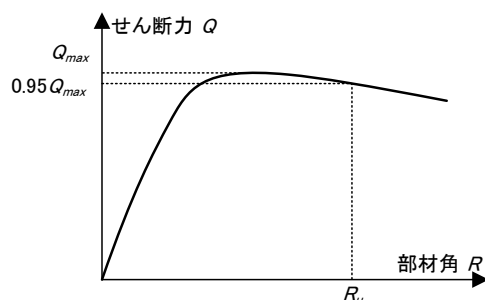


図1 限界部材角の定義

### 2.2 学会指針式<sup>2)</sup>

学会指針式は, 日米共同研究<sup>3)</sup>の評価式(以下, 日米共研式)を基に構築されている。日米共研式も新都市式と同様に, 図1に示す限界部材角 $R_u$ を基に, 限界部材角の影響因子である鋼管の幅厚比・径厚比, 軸力比, 材料特性について幅広いデータを収集し, 重回帰分析を行い評価式を構築している。

$$R_u = \frac{1}{0.15 + 3.79 \frac{N}{N_0}} \cdot \frac{t}{D} \cdot \beta \quad (2)$$

$$\beta = 1.0 - \frac{F_c - 40.3}{566} \leq 1.0$$

ここで,  $D$ : 角形鋼管の幅及びせいである。

この日米共研式も新都市式と同様に,  $l_k/D=6$ 程度の短柱を対象とした式である。

一方学会指針式は, 適用範囲を長柱まで拡大しており, 短柱を対象とした(2)式を基に, 座屈長さの影響を $l_k/D > 10$ のCFT柱に対して低減係数を乗じる形で表している。

$$R_u = \frac{\gamma_r}{0.15 + 3.79 \frac{N}{N_0}} \cdot \frac{t}{D} \cdot \beta \quad (3)$$

ここで,  $\gamma_r$ :  $l_k/D \leq 10$ の場合1.0,  $l_k/D > 10$ の場合0.8である。

このように(3)式の特徴は, 幅厚比, 使用材料, 座屈長さなど, 適用範囲が広いことが挙げられる。

Study on Flexural Behavior of Rectangular CFT Columns

— Consideration of the Deformation Capacity evaluation method —

Kaito SUKEGAWA, Toshiaki FUJIMOTO,  
Tomomi MIURA, Koki IMAI and Koto Oishi

## 2.3 限界部材角と構造特性係数

新都市基準，学会指針のいずれの評価式も，得られた限界部材角 $R_u$ は，表1に示す部材種別(部材ランク)の判定に使用される。このように部材の変形能力が，陽な形で部材種別の評価に用いられているのは，CFT構造だけである。

さらにこの部材種別に基づき保有水平耐力計算における構造特性係数 $D_s$ が決定される。

表1 CFT柱の部材種別

部材種別	限界部材角 $R_u$
FA	$2.0/100 \leq R_u$
FB	$1.5/100 \leq R_u < 2.0/100$
FC	$1.0/100 \leq R_u < 1.5/100$
FD	$R_u < 1.0/100$

## 2.4 両指針の比較

一般的なCFT柱の断面として，文献1)の設計例を参考に，断面を仮定して新都市基準と学会指針の評価式による比較を行った。

表2に用いた断面の概要を示す。使用した柱は冷間成形鋼管BCPの□-650×650×25とし，充填コンクリートはF48とした。なお柱は短柱とした。

表2 検討に用いた柱の諸元

断面形状	全幅 $B$ [mm]	全径 $D$ [mm]	板厚 $t$ [mm]	コンクリート幅 $B_c$ [mm]	コンクリート径 $D_c$ [mm]
650×650	650	650	25	600	600

両者の比較結果を図2に示す。図の縦軸は軸力比 $N/N_o$ ，横軸が限界部材角 $R_u$ ある。同一断面とした場合，軸力比 $N/N_o$ が約0.16と約0.56で，限界部材角の値が一致した。軸力比が約0.16～約0.56の範囲では $R_u$ は学会指針式<新都市基準式の関係になっており，設計で比較的用いられる軸力の領域では，新都市基準式が大きな値を与えるといえる。

一方で，高軸力と低軸力の領域では学会指針式>新都市基準式の関係になっており，図2からもわかるように特に低軸力において学会指針式の評価結果がかなり大きな値を与えている。

元来CFT柱は，比較的高軸力において適用することを重要視していたため，これまであまり低軸力下での検証は行われていなかったものと考えられる。

但し，表3の部材種別の評価結果を見てみると，軸力比が0.26以下はFAランクと評価されるので，設計上は影響は少ないものと考えられる。

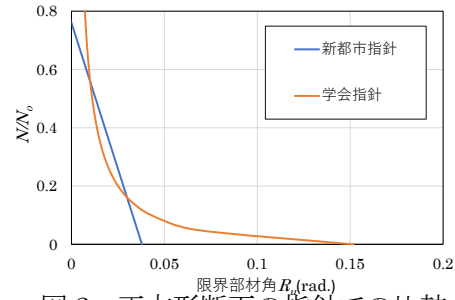


図2 正方形断面の指針での比較

表3 指針値と比較値

部材種別	新都市指針	学会指針
FA	$N/N_o < 0.359$	$N/N_o < 0.260$
FB	$0.359 \leq N/N_o < 0.459$	$0.260 \leq N/N_o < 0.360$
FC	$0.459 \leq N/N_o < 0.559$	$0.360 \leq N/N_o < 0.561$
FD	$0.559 \leq N/N_o$	$0.561 \leq N/N_o$

## 3. 長方形断面への適用の課題

2章で示したように，これまでの矩形CFT柱は，正方形断面のみを対象としてきた。今後長方形断面を適用していくためには，耐力式だけでなく変形能力評価式も検討する必要がある。

現行の評価式はいずれも実験式であるため，まず必要なことは長方形CFT柱の実験データの蓄積である。実験にあたっては，断面の強軸と弱軸，座屈長さを含めた検討が必要である。

次に断面の幅とせいの使い分けである。軸力と水平力を受ける場合，クリティカルになるのは圧縮フランジの局部座屈であるが，強軸の場合はウェブの幅厚比が大きくなり，危険側の評価になる可能性がある。

## 4. まとめ

学会指針と新都市指針による限界部材角評価式について，断面を仮定して比較を行った。更に今後の適用範囲拡大に対し，長方形断面に対する評価式の課題を提示した。

今後は長方形断面CFT柱の実験により，限界部材角評価式の検証と提案を行う予定である。

### 「参考文献」

- 1) 新都市ハウジング協会：コンクリート充填鋼管(CFT)造技術基準・同解説，2012.8
- 2) 日本建築学会：コンクリート充填鋼管構造設計施工指針，第2版，2008
- 3) I. Nishiyama, et al.: Summary of Research on Concrete-Filled Structural Steel Tube Column System Carried Out Under The US-JAPAN Cooperative Research Program on Composite and Hybrid Structures, BRI Research Paper, No.147, 2002.1