(55) 一軸および二軸曲げを受けるCFT柱の終局耐力に関する設計式の検討

大石 琴1・藤本 利昭2・今井 皓己3・助川 海都4

¹正会員 日本大学大学院 生産工学研究科 建築工学専攻(〒275-8575千葉県習志野市泉町1-2-1) E-mail:ciko21015@g.nihon-u.ac.jp

²正会員 日本大学 生産工学部 建築工学科 (〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1) E-mail:fujimoto.toshiaki@ nihon-u.ac.jp

³正会員 日本大学大学院 生産工学研究科 建築工学専攻 (〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1) E-mail:ciko20005@g.nihon-u.ac.jp

⁴正会員 日本大学大学院 生産工学研究科 建築工学専攻(〒275-8575千葉県習志野市泉町1-2-1) E-mail:ciki21007@g.nihon-u.ac.jp

長方形CFT柱に主に使用される角形鋼管である溶接組立箱形鋼管は、断面の縦と横の比や、フランジと ウェブの板厚を変化させることができ合理的な設計が可能になることが考えられる.しかし、コンクリー ト充填鋼管構造設計施工指針(以下CFT指針とする)第2版は主に正方形断面を対象としており、長方形断面 は明確な記述がなく、一軸、二軸曲げの式は正方形断面CFT柱のみが示されている.そこで本研究では、 設計における技術資料とするため、剛塑性モデルによる一軸、二軸曲げを受ける矩形CFT柱の終局耐力式 を明示し、二軸曲げに関しては長方形を対象としたCFT指針第1版の式との比較を行った.そして、明示 した式とCFT指針第1版の近似式は良い対応を示した.

Key Words : CFT, Composite structure, Ultimate strength, Design formula

1. はじめに

コンクリート充填鋼管構造(Concrete Filled Steel Tube,以下CFTとする)は、建物の柱として多く使用され、断面には正方形、円形が主に用いられる.近年では矩形CFT柱の使用例も認められるようになってきた.

そのCFT柱に使用される角形鋼管は主に溶接組立箱形 鋼管と冷間成形角形鋼管の2種類があり、特に溶接組立 箱形鋼管は矩形CFT柱に使用され、大断面が可能になる ことから大規模な建築物の柱にも適用される.更に、溶 接組立箱形鋼管は、平板を溶接して製作されるため、断 面の縦と横の比や、フランジとウェブの板厚を変化させ ることができ合理的な断面設計が可能になる.しかし、 コンクリート充填鋼管構造設計施工指針(以下CFT指針 とする)第2版^Dでは主に正方形断面を対象としており長 方形に関しては「設計者が適宜判断して使用すること」 と記述されているだけである.また、正方形断面に対し 長方形断面は弱軸、強軸が存在するが柱には常時荷重や 地震力によって2つの主軸に対して曲げモーメントが作 用する二軸曲げは正方形CFT柱の式のみが示されている. 溶接組立箱形鋼管を用いる場合,設計自由度が増し,

断面設定の幅が広がることから、合理的な断面を設定するためには、設計者がCFT断面の性質を十分理解した設計を行うことが重要となってくる.

そこで本研究では、設計における技術資料とするため、 剛塑性モデルによる一軸および二軸曲げを受ける矩形 CFT柱の終局耐力式を明示し、その力学的意味を示すと ともに、二軸曲げについては長方形を対象としたCFT指 針第1版³の式との比較を行った.

2. 一軸曲げを受ける矩形CFT柱の終局耐力式

(1) 記号の定義

CFT指針では、CFT短柱の終局耐力を鋼管部分と充填 コンクリート部分に分け、一般化累加で算定することと されている.一般化累加は、終局時の充填コンクリート と鋼管の中立軸が一致した時のCFT断面の全塑性モーメ ントに等しくなる. ここでは, 正方形と長方形, フラン ジとウェブで異なる板厚の鋼管を用いたCFT断面に適用 できるよう,図-1に示す通り,幅とせい,板厚をフラン ジとウェブで区別した記号を用いて軸方向力および曲げ モーメントを受けるCFT短柱の終局耐力式を明示するこ ととした.



図-1 記号の定義

(2) 鋼管部分の終局耐力式

a) 軸耐力

鋼管部分はその力学的な役割から、フランジとウェブ に分けて考える.鋼管の軸耐力は、断面積に降伏強度を 乗じて求める. 圧縮力を正とした時、軸耐力は以下の式 で示される.

$$\begin{array}{ll} N_{sf} &= 2Bt_f \cdot \sigma_y = 2A_f \cdot \sigma_y & (1) \\ N_{sw} &= 2t_w (D - 2t_f) \sigma_y = 2A_w \cdot \sigma_y & (2) \\ N_{su} &= N_{sf} + N_{sw} & (3) \end{array}$$

$$= 2\sigma_y \{Bt_f + t_w (D - 2t_f)\}$$

$$= 2\sigma_y(A_f + A_w)$$

ここで、 N_{sf} :鋼管のフランジ部分の軸耐力、 N_{sw} :鋼 管のウェブ部分の軸耐力、 N_{su} :鋼管の軸耐力、 A_f :フラ ンジの断面積(= Bt_f)、 A_w :ウェブの断面積(= t_w ・ $(D-2t_f)$)、 σ_y :鋼管の降伏強度、 σ_B :コンクリートの 圧縮強度を示す.

b) 最大曲げ耐力

最大曲げ耐力は,軸力が0の時(中立軸が断面せいの中 心にある時)であり,曲げモーメントは重心に作用する 圧縮合力と引張合力によって生じる.

$$M_{sf} = Bt_f(D - t_f) \cdot \sigma_y = A_f \cdot d_{sf} \cdot \sigma_y \qquad (4)$$

$$M_{sw} = \frac{t_w}{2} (D - 2t_f)^2 \sigma_y \qquad (5)$$

$$= \frac{A_w}{2} (D - 2t_f) \sigma_y \qquad (6)$$

$$m_{smax} = M_{sf} + M_{sw} \qquad (6)$$

$$= \sigma_y \left\{ Bt_f(D - t_f) + \frac{t_w}{2} (D - 2t_f)^2 \right\}$$

ここで、 M_{sf} :鋼管のフランジ部分の最大曲げ耐力、 M_{sw} :鋼管のウェブ部分の最大曲げ耐力、 M_{smax} :鋼管の 最大曲げ耐力、 d_{sf} :フランジの重心間距離(= $D - t_f$)、 d_{sw} :ウェブの重心間距離(= $(D - 2t_f)/2$)を示す.

 $= \sigma_v (A_f \cdot d_{sf} + A_w \cdot \overline{d_{sw}})$

c) 中立軸がウェブ内($0 \le x_n \le (D - 2t_f)$)の時

曲げ耐力はフランジとウェブが,軸力はウェブ部分 のみが負担するため以下のように示される.

$$N_{s} = 2t_{w} \{ 2x_{n} - (D - 2t_{f}) \} \sigma_{y}$$
(7)

$$M_{s} = 2t_{w} \cdot x_{n} \left\{ \left(\frac{D}{2} - t_{f} \right) - \frac{x_{n}}{2} \right\} \cdot 2\sigma_{y} + M_{sf}$$

$$= 2t_{w} \cdot x_{n} (D - 2t_{f} - x_{n})\sigma_{y} + A_{f} \cdot d_{sf} \cdot \sigma_{y}$$

$$(8)$$

ここで、*N_s*:鋼管の軸力、*M_s*:軸力*N_s*が作用したときの鋼管の終局曲げ耐力を示す.

d) 鋼管部分の耐力曲線

図-2に鋼管の耐力曲線を示す. -N_{sw}, N_{sw}は, 中立 軸がフランジ内側にある時で, 曲げモーメントはフラン ジが, 軸力はウェブが負担する点を表している. 中立軸 が断面の中(N = 0)にある場合, 全断面が曲げモーメン トを負担し, 鋼管の最大曲げ耐力に達する. -N_{sw}から N_{sw}の間は, フランジ部分が曲げモーメントのみを負担 し, ウェブ部分の曲げモーメントと軸力の負担割合で耐 力が変化する.



図-2 鋼管の耐力曲線

(3) コンクリート部分の終局耐力式

a) 軸圧縮耐力

軸圧縮耐力は、断面積に圧縮強度を乗じて求める.

$$N_{cu} = (B - 2t_w)(D - 2t_f)\sigma_B$$
(9)
= $A_c \cdot \sigma_B$

ここで、
$$N_{cu}$$
:コンクリートの最大圧縮耐力、 A_c :コン
クリートの面積(= $(B - 2t_w)(D - 2t_f)$)を示す.

なお、コンクリートの引張強度は極めて小さいので、 無視することとする.

b) 最大曲げ耐力

最大曲げ耐力は、中立軸が中心にある時 $(x_n = (D - 2t_f)/2)$ で、以下のように示される.

$$N_{c} = (B - 2t_{w}) \frac{(D - 2t_{f})}{2} \sigma_{B}$$

$$= \frac{B_{c} \cdot D_{c} \cdot \sigma_{B}}{2}$$

$$= \frac{N_{cu}}{2}$$
(10)

55 - 2

$$M_{cmax} = (B - 2t_w) \frac{(D - 2t_f)}{2}.$$

$$\left\{ (D - 2t_f) - \frac{(D - 2t_f)}{2} \right\} \cdot \frac{\sigma_B}{2}$$

$$= (B - 2t_w)(D - 2t_f)^2 \cdot \frac{\sigma_B}{8}$$

$$= B_c \cdot D_c^2 \cdot \frac{\sigma_B}{8}$$
ここで、 N_c:コンクリートの軸力、 B_c:充填コンクリ

ートの幅(= $B - 2t_w$), M_{cmax} :コンクリートの最大曲 げ耐力, D_c :充填コンクリートのせい(= $D - 2t_f$)を示 す.

c) 中立軸がウェブ内(
$$0 \le x_n \le (D - 2t_f)$$
)の時
曲げ耐力は以下のように示される.

$$N_c = (B - 2t_w)x_n \cdot \sigma_B \tag{12}$$

$$M_{c} = (B - 2t_{w})x_{n} \left\{ \frac{(D - 2t_{f})}{2} - \frac{x_{n}}{2} \right\} \sigma_{B}$$

$$= (B - 2t_{w})x_{n}(D - 2t_{f} - x_{n})\frac{\sigma_{B}}{2}$$

$$= B_{c} \cdot x_{n}(D_{c} - x_{n})\frac{\sigma_{B}}{2}$$
(13)

ここで、M_c:コンクリートの終局曲げ耐力を示す.

d) コンクリート部分の耐力曲線

図-3にコンクリートの耐力曲線を示す. コンクリートの引張強度は極めて小さく無視しているため圧縮力を正とした時耐力曲線は軸力が正の部分に表れ,軸力が最大 圧縮耐力(*N_{cu}*)の半分の時最大曲げ耐力(*M_{cmax}*)となる.





(4) CFT断面の終局耐力式

(2), (3)よりCFTの耐力は以下のように示される.

a) 軸耐力

$$N_0 = N_{su} + N_{cu}$$
 (14)
b) 最大曲げ耐力

$$N_{max} = \frac{cu}{2}$$

$$M_{max} = M_{smax} + M_{cmax}$$
(15)
(15)
(16)

c) 中立軸がウェブ内(
$$0 \le x_n \le (D - 2t_f)$$
)の時
曲げ耐力は以下のように示される

$$N = N_s + N_c$$

$$= 2t_w \{2x_n - (D - 2t_f)\}\sigma_y + (B - 2t_w) \cdot x_n \cdot \sigma_B$$

$$= 2t_w (2x_n - D_c)\sigma_y + B_c \cdot x_n \cdot \sigma_B$$
(17)

$$M = M_s + M_c$$
(18)

$$= 2t_w \cdot x_n (D - 2t_f - x_n) \sigma_y + Bt_f (D - t_f) \sigma_y$$

$$= x_n (D - 2t_f - x_n)$$
$$\cdot \left\{ 2t_w \sigma_y + (B - 2t_w) \frac{\sigma_B}{2} \right\}$$

$$+ Bt_f (D - t_f) \sigma_y$$

$$= x_n (D - x_n) \left\{ 2t_w \sigma_y + \frac{\sigma_B}{2} \right\} + A_f d_{sf} \sigma_y$$

ここで, *N_u*:CFT の終局圧縮耐力, *M_u*:CFT の終局曲 げ耐力を示す.

d) CFT断面の耐力曲線

図4にCFTの耐力曲線を示す.CFTでは、軸力が - N_{sw} , $N_{cu} + N_{sw}$ の時が、中立軸がフランジ内側にあ る時で、フランジは曲げモーメントを、ウェブとコンク リートは、軸力を負担することになる.CFTも最大曲げ 耐力はコンクリートが最大曲げ耐力に達する時になり $N_{max} = N_{cu} / 2$ である.



図-4 CFT断面の耐力曲線

3. 二軸曲げを受ける矩形CFT柱の終局耐力式

(1) 記号の定義

ここでは、フランジとウェブで異なる板厚の鋼管を用 いた矩形 CFT 断面を想定し、図-5 に幅とせい、板厚をフ ランジとウェブで区別した記号を用いて軸力と二軸曲げ を受ける矩形 CFT 柱の終局耐力式を明示することとした. なお、鋼管の幅やせいは、簡略化するため、板厚の中心 にあるものとする.

CFT 指針第1版 ³を参考に板厚がフランジとウェブで 異なる矩形 CFT 柱の最大曲げモーメントに達する4つの 応力分布について検討する.

なお、図-6中の記号は座標とし、以下のように考える.

$$-\frac{b}{2} \leq x, \ u \leq \frac{b}{2}, \ -\frac{d}{2} \leq y, \ v \leq \frac{d}{2}, \ u \leq x, \ v \leq y$$



図-5 CFT 断面の耐力曲線



b) フランジとウェブ



(2) 終局耐力式

a) 中立軸がウェブにある場合

a) ウェブ

$$N_s = -2t_w(y+v)\sigma_y$$
(19)
$$M_{sx} = \left\{ bt_f \cdot d + \left(\frac{d^2}{2} - y^2 - v^2\right)t_w \right\} \cdot \sigma_y$$
(20)

$$M_{sy} = (y - v)t_w \cdot b \cdot \sigma_y \tag{21}$$

$$N_w = b (d - v) \cdot c^{\sigma_B} \tag{22}$$

$$M_{c} = b_{c} \left(\frac{3}{d_{c}} - v^{2} - v^{2} - v^{2}\right) \frac{\sigma_{B}}{2}$$
(23)

$$M_{cy} = b_c^2 (y - v) \frac{\sigma_B}{12}$$
(24)

ここで、 N_s :鋼管の軸力、 M_{sx} : x方向に対する鋼管 の曲げ耐力、 M_{sy} : y方向に対する鋼管の曲げ耐力、 N_c : コンクリートの軸力、 M_{cx} : x方向に対するコンク リートの曲げ耐力、 M_{cy} : y方向に対するコンクリート の曲げ耐力を示す.

$$N_s = -2\left\{ \left(\frac{b}{2} + u\right) t_f + \left(\frac{a}{2} + v\right) t_w \right\} \cdot \sigma_y \tag{25}$$

$$M_{sx} = \left\{ \left(\frac{b}{2} - u \right) t_f \cdot d + \left(\frac{a^2}{4} - v^2 \right) t_w \right\} \cdot \sigma_y \tag{20}$$

$$M_{sy} = \left\{ \left(\frac{d}{2} - v\right) t_w \cdot b + \left(\frac{b^2}{4} - u^2\right) t_f \right\} \cdot \sigma_y \tag{27}$$

$$N_c = \left(\frac{b_c}{2} - u\right) \left(\frac{d_c}{2} - v\right) \cdot \frac{\sigma_B}{2} \tag{28}$$

$$M_{cx} = \left(\frac{b_c}{2} - u\right) \left(\frac{a_c}{2} - v\right) \left(d_c + v\right) \frac{b_B}{6} \tag{29}$$

$$M_{cy} = \left(\frac{b_c}{2} - u\right) \left(\frac{d_c}{2} - v\right) (b_c + u) \frac{\sigma_B}{6}$$
(30)

$$N_s = -2t_f(u+x)\sigma_y \tag{31}$$
$$M_s = (x-y)t_s \cdot d_s \sigma_s \tag{32}$$

$$M_{sx} = \left(x - u\right)t_{f} \left(u + b_{y}\right)$$
(32)
$$M_{sx} = \left(dt - b_{s} + \left(b^{2} - u^{2} - u^{2}\right)t_{s}\right) = (33)$$

$$M_{sy} = \left\{ dt_w \cdot b + \left(\frac{\sigma}{2} - x^2 - u^2\right) t_f \right\} \cdot \sigma_y \tag{34}$$

$$N_c = d_c (b_c - u - x) \frac{\sigma}{2}$$
⁽³⁴⁾

$$M_{cx} = d_c^2 (x - u) \frac{\sigma_B}{12}$$
(35)

$$M_{cy} = d_c \left(\frac{3}{4}b_c^2 - x^2 - xu - u^2\right)\frac{\sigma_B}{6}$$
(36)

$$N_s = 2\left\{ \left(\frac{b}{2} - x\right) t_f + \left(\frac{a}{2} - y\right) t_w \right\} \cdot \sigma_y \tag{37}$$

$$M_{sx} = \left\{ \left(\frac{b}{2} + x\right) t_f \cdot d + \left(\frac{a^2}{4} - y^2\right) t_w \right\} \cdot \sigma_y \tag{38}$$

$$M_{sy} = \left\{ \left(\frac{d}{2} + y\right) t_w \cdot d + \left(\frac{b^2}{4} - x^2\right) t_f \right\} \cdot \sigma_y \tag{39}$$

$$N_c = \left\{ b_c d_c - \left(\frac{b_c}{2} + x\right) \left(\frac{a_c}{2} + y\right) \cdot \frac{1}{2} \right\} \cdot \sigma_B \tag{40}$$

$$M_{cx} = (b_c + 2x)(d_c + 2y)(d_c - y)\frac{\sigma_b}{24}$$
(41)

$$M_{cy} = (b_c + 2x)(d_c + 2y)(b_c - x)\frac{\delta_B}{24}$$
(42)

4. 考察

第2章,第3章で明示した式を用いて断面積がほぼ等し くなる長方形断面と正方形断面の一軸および二軸曲げを 受ける矩形CFT柱の終局耐力について考察する.

(1) 一軸曲げ

a) 検討対象

検討対象は正方形断面と、断面積を等しくした幅とせいが 1:2の長方形断面である.

正方形断面の幅とせい,正方形断面の板厚,降伏強度, コンクリートの圧縮強度は一般的に使用される値として CFT指針¹設計例の値を用いた.長方形断面は,幅とせ いが1:2の比率になるような長さとし,板厚は,正方形 断面の鋼管とコンクリートの面積が同じになるように求 めた.表-1に検討対象概要を示す.

表-1 検討対象概要

比較対象	板厚 [mm]		断面幅 [mm]	断面せい [mm]	断面積 [mm ²]		降伏強度 [N/mm ²]	圧縮強度 [N/mm ²]	計算最大曲げ耐力 [kN・m]	$0.7N_{ heta}$ [kN]
	t_{f}	t_w	В	D	A_s	A_{c}	σ_y	σ_B	M_u	N
650×650	25.0	25.0	650	650	62500	360000			6059	26315
$460 \times 920 S$	23.5	23.5	460	920	62651	360549	325	48	7949	26368
460×920W	23.5	23.5	920	460	62651	360549]		4612	26368

b) 耐力曲線

図-7 に終局耐力式を用いて算定した鋼管, コンクリート, CFT それぞれの軸力-曲げモーメントによる耐力曲線を示す. なお(a)が正方形断面, (b)が長方形断面の強軸曲げ, (c)が長方形断面の弱軸曲げの場合の耐力曲線である. 表-1 より最大曲げ耐力を比較すると長方形断面の強軸曲げの時,最も大きい値となり,長方形断面の弱軸曲げの時,最も小さい値となった.また,正方形断面の *M_u*に対して長方形断面の強軸曲げの際の*M_u*は 1.31 倍,弱軸曲げの際は 0.76 倍であった.

図-7(b),(c)より,長方形断面において弱軸曲げの時よりも強軸曲げの時の方が鋼管,コンクリート,CFTともに耐力が大きくなった.図-7(d)より,耐力曲線を比較すると長方形断面の弱軸曲げ,正方形断面,長方形断面の強軸曲げの順で耐力曲線が大きくなった.

c) 軸力制限値との比較

CFT指針による軸力制限値(0.7N₀)とフランジが曲げの みを負担する軸力(N_{cu} + N_{sw})を比較すると,図-7(a), (b)では,軸力制限値は,軸力がウェブとコンクリート で負担する範囲内となったが,図-7(c)の弱軸曲げではフ ランジも軸力を負担する領域に入っている.これにより 長方形断面の強軸曲げと弱軸曲げでは軸力制限値におけ る曲げ耐力が異なったため,フランジが曲げのみを負担 する軸力が軸力制限値を下回る条件を考える.

ここで正方形断面を考えた場合,ウェブとコンクリー ト部分が負担している時の軸力は,

$$N_w + N_c = \frac{1}{2} A_s \sigma_v + A_c \sigma_B \tag{43}$$

であり,正方形断面のウェブ部分は鋼管の断面積の 1/2 のため,(43)式の値が0.7N₀値を下回る条件は次式で表される.

$$2/3 \cdot N_{su} < N_{cu} \tag{44}$$

(2) 二軸曲げ

a) 検討対象

検討対象は第1節a項と同じく正方形断面と,断面積を 等しくした幅とせいが1:2の長方形断面である.長方形 断面に関しては,フランジとウェブで板厚を同等,1:2 とし,板厚は正方形断面の鋼管とコンクリートの面積が 同じになるように求めた.表-2に検討対象概要を示す.



図-7 CFTの耐力曲線

表-2 検討対象概要

	板厚		断面幅	断面せい	鋼管断面積	コンクリート断面積	降伏強度	圧縮強度
比較対象	[m	.m]	[mm]	[mm]	$[mm^2]$	$[mm^2]$	[N/mm ²]	[N/mm ²]
	t_{f}	t_w	В	D	A_s	A_{c}	σ_y	σ_B
650×650	25.0	25.0	650	650	62500	360000		19
460×920	23.5	23.5	460	920	62651	360549	295	
	27.8 13.9		460	920	62394	360806	525	40
	17.7	35.4	460	920	62630	360570]	

b) 耐力曲線

CFT 指針第1版 ³で明示されている二軸曲げを受ける 角形鋼管 CFT 部材の終局曲げ耐力相関式(式(45))を用い て、鋼管のフランジとウェブで板厚の異なる二軸曲げの 式を検討する.なお、式(45)の板厚に検討対象全てのフ ランジとウェブの板厚と、それらを平均した値を用いた ところ、大きな差はみられなかったため、平均した値を 用いて検討した.

$$\left(\frac{M_x}{M_{x0}}\right)^{\alpha} + \left(\frac{M_y}{M_{y0}}\right)^{\alpha} = 1$$

$$\alpha = 10 \times |N / N_0 - 0.1 - 0.15\nu|^3 + 1.7$$

$$\nu = \frac{\sigma_B \sqrt{BD}}{4\sigma_y \cdot t}, \quad \delta = \sqrt{D / B}$$

$$(45)$$





図-8に板厚が同等の正方形断面,長方形断面を,図-9 に板厚が異なる長方形断面を示し、(a)はMx-My相関曲線, (b)はM_x/M₁₀-M_y/M₁₀相関曲線曲げを示している. なお, (b) に関して耐力はx, y軸まわりの曲げに対する最大モーメ ントで無次元化している.

図-8(a)より、曲線が正方形断面だと円形だが長方形断 面だと楕円形になった.図-8(b)より,正方形断面と長方 形断面,明示した式とCFT第1版の式とで大きい差は示 さなかった. 図-9(a)より、ウェブとフランジで板厚が異 なる場合,曲線は変化しM--Myがそれぞれ4000kN・mの 時, すべての曲線で近い値となった. 図-9(b)では, すべ ての曲線に大きな差はなかった.







図-8 板厚が同等(tw=t)

図-9 板厚が 1:2 の比率(2tw=t, tw=2t)

c) 軸力比の異なる耐力曲線

図-10に鋼管とコンクリートそれぞれで考えた時のM--M,相関曲線を、図-11にCFTで考えた時のM--M,相関曲線 を示し、(a)は鋼管、(b)はコンクリート、図-11(c)はCFTを 示している.また、実線は正方形断面、点線は長方形断 面を示す.

図-10,11より,軸力比や断面性状が異なると曲線が 変化した.図-10(a)(b)より,軸力比が小さくなるほど鋼 管の相関曲線は大きくなったが,コンクリートでは小さ くなった.

図-11(a) (b) (c)より,鋼管, コンクリート,CFTともに $0.5N_0 < 0.4N_0 < 0.1N_0 < 0.3N_0 < 0.2N_0$ の順で耐力曲 線は大きくなり、 $0.2N_0 \ge 0.3N_0$ の曲線では大きな差は 示さなかった.図-11(b)より、コンクリートでは $0.4N_0 \ge$ $0.5N_0$ の軸力比が大きい時、応力分布が変化する点で曲 線の膨らみが異なっていた.

図-10,11(a) (b)より,鋼管とコンクリートの相関曲線 は,鋼管とコンクリートそれぞれで考えた場合と,CFT で考えた場合で異なった.これは,鋼管にコンクリート を充填したCFTの軸力比で考えた時,鋼管とコンクリー トの中立軸の位置が一致するため,鋼管とコンクリート それぞれで考えた場合と応力分布が変わってくるからで ある.



5. 結論

- ・鋼管は軸力が0の時、コンクリートは軸力が軸圧縮耐力の1/2の時、最大曲げ耐力となる.
- CFTの最大曲げ耐力は、軸力がコンクリートの軸圧縮 耐力の 1/2 の時に生じる. その最大曲げ耐力は、充填 コンクリートと鋼管それぞれの最大曲げ耐力を足し合 わせることで求められる.
- ・CFT 指針第1版の式と、剛塑性モデル耐力式は同等の 評価を示した.
- CFT の *M_xM_y*相関曲線は軸力比や断面性状が異なると 曲線が変化した.

参考文献

- 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,pp244,338-343,2008
- 2)藤本利昭,田中宏和,平出亨,竹中啓之:断面形状を考慮した角形 CFT 柱の設計式,日本建築学会技術報告集,第15版, 第13号, pp.757-760,2009.10
- 3) 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1 版, 1997





b) コンクリート





INVESTIGATION OF DESIGN FORMULA OF ULTIMATE STRENGTH FOR RECTANGULAR CFT COLUMNS UNDER UNI-AXIAL AND BI-AXIAL BENDING

Koto OISHI, Toshiaki FUJIMOTO, Koki IMAI and Kaito SUKEGAWA

Recently, cases of using rectangular concrete-filled steel tubular (CFT) as columns are being acknowledged. Welded assembled box-shaped steel tubes used for rectangular CFT columns can control the length-width ratio of the cross-section and thickness of flange and web. Thus, a rational design is feasible. However, the second edition of the concrete-filled steel tube structure design and construction guideline mainly targets square cross-sections. Therefore, in this study, we proposed a fomula for calculating the ultimate strength of rectangular CFT columns under uni- and bi-axial bending full plastic moments. Based on our investigation, the proposed fomula agrees well with the CFT structure design and construction guidelines.