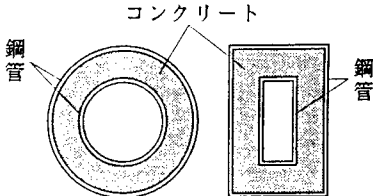


中央復建コンサルタンツ(株) 正会員○上田 隆
中央復建コンサルタンツ(株) 正会員 高原 安孝
大 阪 工 業 大 学 正会員 栗田 章光
大 阪 工 業 大 学 学生員 濱本 浩伸

1. はじめに

近年、我が国においても鋼・コンクリート合成柱の持つ種々の特性が注目され、実構造への適用が各所で検討されつつある。特に合成柱はじん性に富むことから、耐震性の高い構造形式として橋脚等への適用が話題となっている。本研究では、種々の合成柱のうち図－1に示す長方形および円形の二重鋼管の間にコンクリートを充填した構造（以下、二重鋼管柱）を対象とする。本報告では、二重鋼管柱断面に軸方向圧縮力Nと曲げモーメントMが作用する場合を考え、M－N相関曲線を用いてその断面耐荷力特性を明らかにし、設計のための一資料を提供する。



図－1 コンクリート充填二重鋼管柱の断面

2. 解析上の仮定

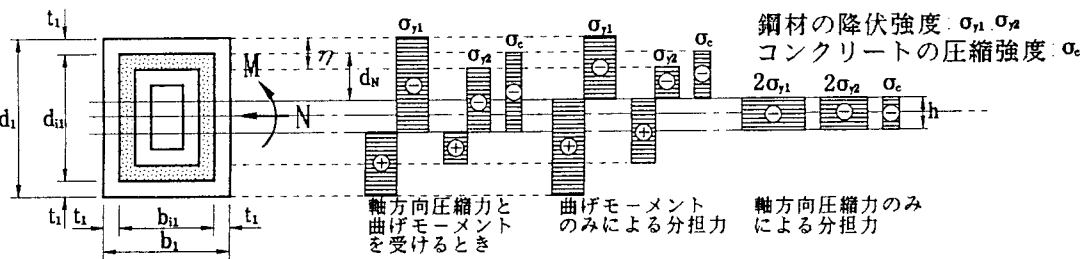
二重鋼管柱の耐荷力を解析する際、以下の仮定を設ける。①鋼とコンクリートのひずみは平面保持の仮定に従う。②引張域におけるコンクリート断面は無視する。③鋼とコンクリートは完全に合成されており一体化した挙動を示す。④全塑性応力状態を仮定する。

3. M－N相関曲線式

二重鋼管柱のM－N相関曲線は、例えば長方形断面で、図－2のような状態では次の式で表すことができる。

$$\left. \begin{aligned} \alpha \left(\frac{N}{N_{pt}} \right)^2 - \beta \frac{N}{N_{pt}} + \frac{M_{pt,N}}{M_{pt}} &= 1 \quad (0 < h < d_{i1} - d_N) \\ \frac{N}{N_{pt}} + \gamma \frac{M_{pt,N}}{M_{pt}} &= 1 \quad (d_{i1} - d_N < h \leq d_{i1} - d_N + t_1) \end{aligned} \right\} \dots\dots (1)$$

ここに N_{pt} : コンクリート充填二重鋼管柱の全塑性軸力
 M_{pt} : コンクリート充填二重鋼管柱の全塑性モーメント
 N : 軸方向圧縮力
 $M_{pt,N}$: 軸方向圧縮力Nが作用したときのコンクリート充填二重鋼管柱の全塑性モーメント
 α, β, γ : 断面形状、材料強度等から求められる係数



図－2 コンクリート充填二重鋼管柱の応力分布

4. 断面耐荷力特性

(1) M-N 相関曲線

材料強度および外側の鋼管の寸法を一定（表-1 の条件）に保ち、内側の鋼管の寸法を変化させて解析を行った。M-N 相関曲線の計算結果を図-3, 4 に示す。

(2) 断面形状が耐荷力に及ぼす影響

図-3, 4 を見ると、長方形、円形の両断面とも η の値が大きいほど、つまり内側の鋼管の寸法が小さいほど M_{max}/M_{pl} の値は大きくなり、合成柱としての利点が見れる。これにより、コンクリートと鋼の断面積比が耐荷力に影響を及ぼすことがわかる。

一方、長方形断面の η と M_{max} の変化を示したのが表-2 である。 η の値が大きくなるほど M_{pl} は小さくなり、 M_{max}/M_{pl} は大きくなっている。したがって、 M_{max} の値は $\eta=50\text{cm}$ の時に最大値を示している。すなわち表-1 の断面の場合、 $\eta=50\text{cm}$ の時が最も効率的な断面だと言える。このことは、円形の断面形状であっても同様であり、各断面における最適な形状寸法が存在する。

5. まとめ

解析結果をまとめると、以下ようになる。

- ① 内側の鋼管が小さいほど（鋼管の断面が少ないほど）合成柱としての効果が発揮されることがわかった。
- ② 各断面での内側鋼管には、最適寸法が存在することがわかった。

二重鋼管柱は、全断面をコンクリートで充填した合成柱に比べて軽量であるというメリットがあり、その特性が明らかであれば利用頻度は大きい。

今後、鋼材の降伏強度やコンクリート強度などを変化させて、さらに詳細なパラメータ解析を行い、耐荷力におよぼす影響要因を明確にする他、各断面における外側と内側の鋼管の最適な寸法関係を明らかにする必要がある。

[参考文献]

- 1) 土木学会：鋼・コンクリート合成構造の設計ガイドライン、平成元年 3 月
- 2) 中井・吉川・古田：軸方向圧縮力と曲げを受ける長方形断面合成柱の一耐荷力解析、土木学会論文集 第 347 号 / I-6 1986 年 10 月

表-1 解析条件

鋼材の降伏強度 σ_{y1}, σ_{y2} (kgf/cm ²)		3600, 2400
コンクリートの圧縮強度 σ_c (kgf/cm ²)		200
形 状 寸 法	長方形 (cm)	$b_1=150, d_1=200$ $t_1=2, t_2=1$
	円 形 (cm)	$d_1=200$ $t_1=2, t_2=1$

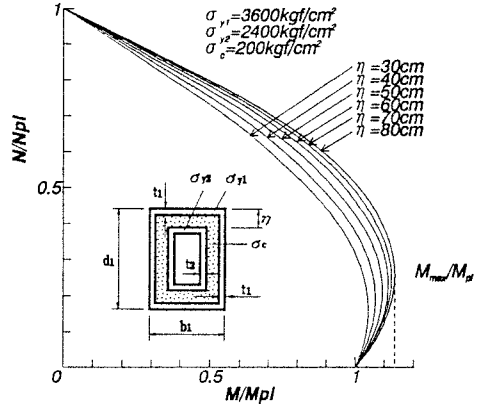


図-3 長方形二重鋼管柱のM-N相関曲線

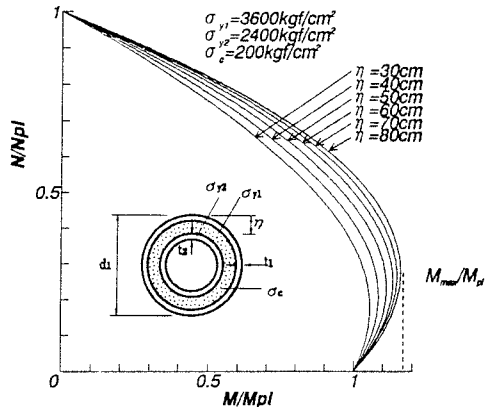


図-4 円形二重鋼管柱のM-N相関曲線

表-2 長方形断面の場合の M_{pl}, M_{max} の変化

η cm	d_1/η	M_{pl} (t·m)	M_{max}/M_{pl}	M_{max} (t·m)
30	6.7	4780	1.04	4990
40	5.0	4700	1.07	5020
50	4.0	4600	1.09	5030
60	3.3	4500	1.11	5010
70	2.9	4440	1.12	4990
80	2.5	4370	1.13	4950