

大径厚比(150 を超える)円形コンクリート充填鋼管の中心圧縮下での拘束効果

大阪市立大学大学院 学生会員 小藪 隆
 大阪市立大学 正会員 鬼頭 宏明
 大阪市立大学 フェロー 園田 恵一郎

【1.はじめに】コンクリート充填鋼管(CFT)は耐震性に優れ、建築分野での活発な研究・開発、適用が見られる¹⁾。SRC 基準²⁾では SS400 材の円形鋼管使用時の制限径厚比を 150 と定めている。しかし建築分野での部材断面寸法に比して土木分野でのそれは大きく、また前者での低層柱材では圧縮耐力の 3 割程度の軸力が常時働くのに対し、土木分野での高架橋橋脚では約 1 割程度と低く、上記制限径厚比を超えた径厚比を持つ CFT の土木分野での開発・適用の有用性と経済性が考えられる。ここでは実験的手法により圧縮耐力時迄の鋼管の軸ならびに円周方向のひずみを計測し、それらに基づき鋼管による充填コンクリートへの拘束効果とそれを考慮した中心圧縮耐力の算定法について検討した。なお、力やひずみなどの符号は圧縮を正、引張を負として表記している。

【2.実験概要】用意した供試体は表-1 に示す径厚比(D/t)、すなわち鋼管厚(t)を実験変数とした計 6 体である。図-1 に示すようにその全長(L)と鋼管径(D)は各々 1000mm, 300mm で、全供試体にて一律であり、薄板を曲げ加工と溶接にて製作した。二軸ひずみゲージは図示のように中央、上方及び下方へ D だけ移動した 3 箇所と図の背面に同様に 3 箇所の計 6 箇所に貼布した。

【3.鋼管応力と拘束圧の算定】まず実験にて計測された軸・円周方向ひずみ増分(d_{s_z}, d_{s_y})より平面応力状態での Prandtl Ruess 則を適用し³⁾、対応する応力増分($\sigma_{z_s}, \sigma_{y_s}$)を算定した。次に算出された円周方向応力(σ_{θ})より拘束圧:
 $\sigma_3 = -2t_s / (D-2t)$ を導く。さらに拘束係数($k=4.1^{1)}$)を用いると充填コンクリートの圧縮強度は $\sigma_{max} = \sigma_{cB} + k \sigma_3$ と評価できる。

【4.実験結果】図-2 と 3 に各々供試体 T45(D/t=72)と T10(D/t=312)の鋼管上各 3 測定位置での応力経路を示す。図より測定位置間で差異があり上部での局所的な破壊進行が示唆できる。本来ならば局所化の影響に言及すべきであろうが、ここでは部材レベルでの巨視的観点より、個々の供試体より得られた全てのひずみを平均化し、各供試体すなわち径厚比毎の拘束効果について検討した。そこで得られた全供試体の応力経路と作用力 拘束圧関係を各々図-4, 5 に示す。なお図-5 の縦軸は単純累加耐力: $N_u = \sigma_{cB} A + \sigma_{y_s} A$ (ここに、 $\sigma_{cB}, \sigma_{y_s}$ は順にコンクリートの断面積とシリンダ強度、鋼管の断面積と降伏点とする)で無次元化している。図よりシリンダ強度で無次元化した拘束圧は T45(D/t=72)で 0.17, T10(D/t=312)で 0.03 と径厚比が小さい程、大きな値となった。またこれらに拘束係数 k を乗ずれば、充填コンクリートは鋼管の拘束によりシリンダ強度に対し、12~58%の強度上昇が得られたと言える。得られた耐力到達時すなわち終点での拘束圧 σ_3 あるいは耐力時の応力位置: $\sigma_{z_s} / \sigma_{y_s} (= \alpha)$; $\sigma_{y_s} / \sigma_{z_s} (= \beta_1)$ より次式にて中心圧縮耐力を算出すると表-1 の $N_u[3]$ となる。

$$N_u = \sigma_{B^*c} A + k \sigma_{3^*c} A + \sigma_{z^*s} A = \sigma_{B^*c} A + \left(-\frac{k D - 2t}{2 D - t} \alpha + \beta_1 \right) \sigma_{y^*s} A = \sigma_{B^*c} A + (1 + \eta) \sigma_{y^*s} A$$

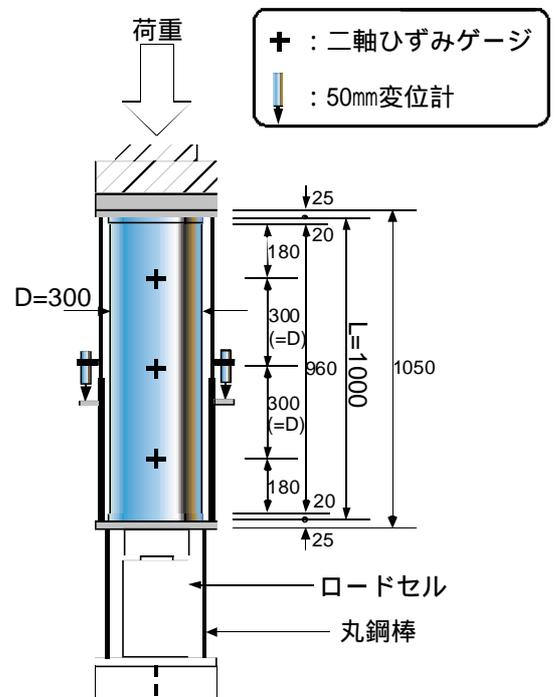


図-1 供試体と計測機器

キーワード:コンクリート充填鋼管, 径厚比, 拘束効果, 中心圧縮耐力

連絡先:〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138; TEL:06-6605-2723 (fax 共通)

表中には参照値として CFT 指針²⁾で、 σ_1 ならびに σ_2 の各推奨値とそれに基づく中心圧縮耐力算定値 $N_{u(AIJ)}[2]$ を併記した。また実験での耐力を $N_{exp}[4]$ とし、上記 2 者の算定結果と比較すれば、いずれも工学的に十分な精度を有しているが、 $N_u[3]$ の方が若干危険側ながら最大差異 10% 以下でより整合した値を与えていた。

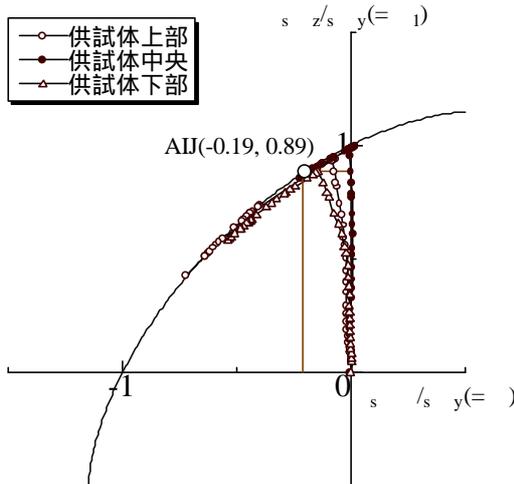


図-2 T45 の鋼管の応力状態

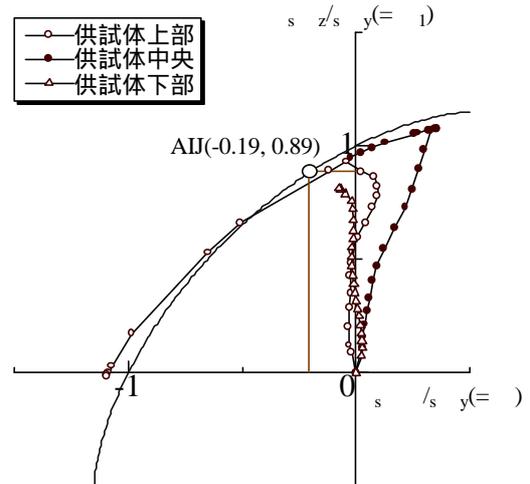


図-3 T10 の鋼管の応力状態

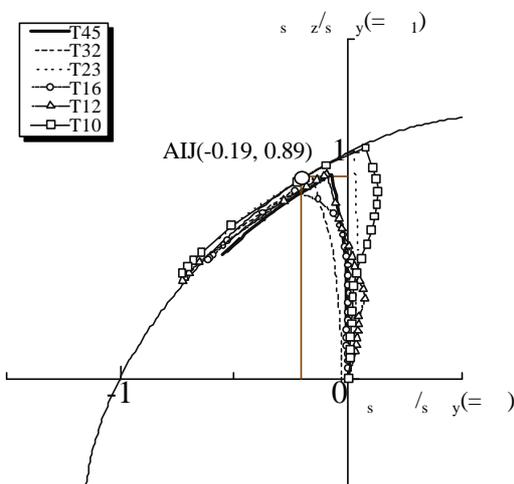


図-4 各供試体の鋼管の応力状態

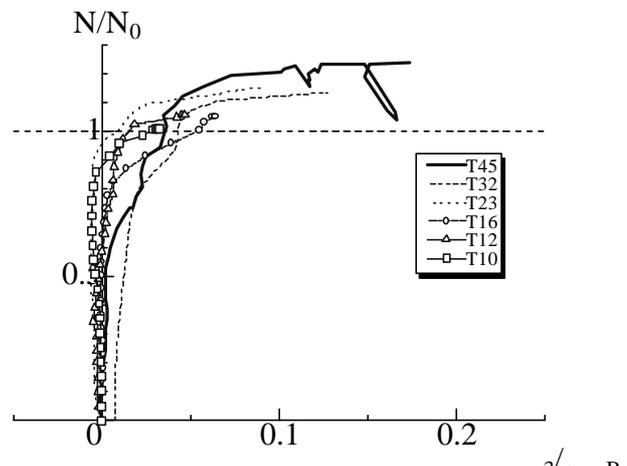


図-5 中心圧縮耐力-拘束圧関係

表-1 供試体諸元と実験結果

	AIJ	tag					
		T45	T32	T23	T16	T12	T10
D(mm)	*	300.10	300.12	299.98	299.83	299.84	299.67
t(mm)	*	4.17	3.08	2.12	1.51	1.17	0.96
D/t	*	72	97	142	199	256	312
σ_y (MPa)	*	280.7	320.5	286.8	265.2	210.0	176.3
σ_B (MPa)	*	25.6					
1	-0.19	-0.552	-0.485	-0.547	-0.604	-0.716	-0.679
	0.89	0.546	0.660	0.635	0.530	0.446	0.519
	0.27	0.66	0.64	0.75	0.76	0.91	0.91
[1]: N_0 (kN)	*	2799.7	2658.6	2327.5	2146.6	2010.1	1941.3
[2]: $N_{u(AIJ)}$ (kN)	*	3093.6	2907.3	2481.1	2247.9	2072.3	1984.2
[3]: N_u (kN)	*	3519.8	3251.8	2753.3	2432.5	2219.4	2085.3
[4]: N_{exp} (kN)	*	3464.3	3015.5	2670.5	2254.0	2123.7	1957.1
[4]/[1]	*	1.24	1.13	1.15	1.05	1.06	1.01
[4]/[2]	*	1.12	1.04	1.08	1.00	1.02	0.99
[4]/[3]	*	0.98	0.93	0.97	0.93	0.96	0.94

【参考文献】1) 日本建築学会:鉄骨鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説, 2001.1 ; 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, 1997.10 ; 3) 吉田総仁:弾塑性力学の基礎, 1997.5