

B-50

CFT 柱の圧入工法における施工実績に関する文献調査

Research study on construction results in a press fit method of concrete filled steel tubular columns

○萩谷俊祐¹, 中田善久², 大塚秀三³, 宮田敦典²*Shunsuke Hagiya¹, Yoshihisa Nakata², Shuzo Otsuka³, Atsunori Miyata²

Abstract: It is intended to investigate the conference presentation of CFT Columns by published press fit method during the past 26 years. As a result, design strength of the concrete, it has become higher in recent years revealed. Also in consideration of workability, it is conceivable to have set the fluidity of the concrete.

1. はじめに

コンクリート充填鋼管柱(以下, CFT 柱)は, 1995 年に日本で最初に施工されて以降, 多くの研究報告や施工実績が蓄積されてきた. さらに, 近年, 鋼管に充填する高流動コンクリートの開発と共に, 充填技術についての研究も盛んに行われ, 充填されるコンクリートの設計基準強度も超高強度が求められる傾向にあり^[1], 設計基準強度が 150N/mm^2 を超える高層建築に採用された事例も報告されている^[2]. 今後, このような研究報告や施工実績を調査し, 整理することは今後の CFT の施工技術の発展に向けて, 有益な資料と成り得る.

そこで, 本研究は, CFT 柱の圧入工法による施工技術の現状やその動向について把握するために, 国内の主要学会において発表された CFT 柱の圧入工法に関する文献を対象として調査したものである. ここでは, コンクリートの設計基準強度の推移, CFT 柱およびコンクリートの仕様, ダイアフラムの開口面積率と設計基準強度の関係について調査し, 考察している.

2. 文献調査の概要

調査対象は, 1990 年から 2015 年までの 26 年間に, 日本建築学会, 土木学会およびコンクリート工学会において発表された, CFT 柱の圧入工法に関する文献とした. この期間において対象となる文献数は, 日本建築

学会では 117 編(学術講演梗集 111 編, 支部研究報告集 1 編および技術報告集 5 編), 土木学会では 15 編(年次学術講演会講演概要集 9 編, 支部研究報告集 3 編および講演論文集 3 編)であり, 日本コンクリート工学(年次論文集 24 編)の合計 191 編であった. なお, 連番で発表されている場合には, それぞれを 1 編とカウントした.

3. 結果および考察

3.1 文献の動向

文献の推移を **Figure 1** に示す. ここでは, 圧入工法による CFT 柱の実験報告と施工報告を大別して示している. CFT 柱の圧入工法における文献は, 1990 年から急激に増加する傾向を示している. この背景に, 1985 年より 5 年にわたり実施された旧建設省・新都市型集合住宅システム開発プロジェクトの研究開発が考えられる. さらに, 施工報告に着目すると, 高性能 AE 減水剤が JISA 6204 に追加された 1995 年以降に施工報告のピークを迎えている. その後, 実験報告と施工報告のいずれも, 2010 年頃にかけて徐々に減少する傾向であったものの, 高層建築物への需要と共に注目されつつある近年において増加傾向を示している.

3.2 設計基準強度の推移

CFT 柱の圧入工法における設計基準強度の推移を

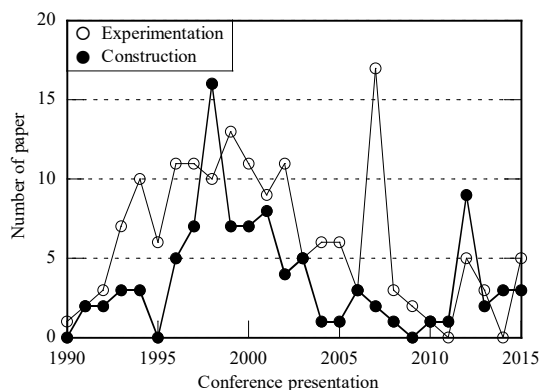


Figure 1 Trend of paper

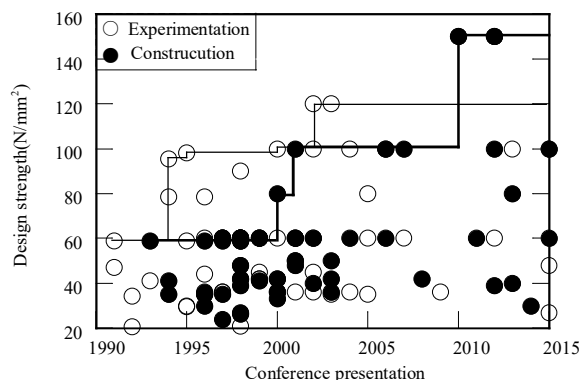


Figure 2 Design strength distribution

Survey items	Date rates % (Number of responses)									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
(1) CFTcolumn of Cross-sectional shape	Square steel pipe 79.2% (Experimentation : 101 , Construction : 56) Circular steel pipe 20.8% (Experimentation : 15 , Construction : 26)									
(2) CFTcolumn of Cross-sectional area($\times 10^4 \text{mm}^2$)	$6.0 \times 10^5 \leq 7.0 \times 10^5$ 7.3% 2.0 to 3.0 23.2% 3.0 to 4.0 33.2% 4.0 to 5.0 13.5% 7.0 or more 16.6% Less than 2.0 5.6%									
(3) CFT aperture ratio(%)	Less than 10 12.7% 25 to 30 6.7% 30 or more 13.3% 10 to 15 41.2% 15 to 20 15.8% 20 to 25 10.9% (□ Inner Diaphragm : 97.6% , ■ Exterior Diaphragm : 2.4%)									
(4) Pumping up of height	40m or more 6.0% Less than 10m 42.9% 10m to 20m 34.0% 30m to 40m 17.0%									
(5) Slump and Slump flow	Less than SL21cm 4.0% SF50cm to 60cm 16.7% SL21cm or less than SF50cm 13.1% SF60 34.3% SL60 more than 31.8%									

Figure 3 Specification of CFT and concrete

Figure 2 に示す. 設計基準強度の最大値は, 近年大きくなる傾向を示しており, 実験報告が先行して高い設計基準強度を用いていることがわかる. 施工報告の設計基準強度は, 前述した高性能 AE 減水剤が JIS A 6204 に追加された 1995 年以降に設計基準強度 60N/mm² 程度の報告が増加し, 2000 年に 80~100N/mm², 近年は 150N/mm² まで報告されている. このことから, 高層建築物の需要拡大により, 積極的に CFT 構造を取り入れようとする動向がある.

3.3 CFT 柱およびコンクリートの仕様

CFT 柱およびコンクリートの仕様を Figure 3 に示す.

(1) CFT 柱の断面形状

断面形状は, 角形鋼管が円形鋼管に比べて多く, 全体の 80% 程度であった. これは, 円形鋼管の方が加工・施工の観点から角形鋼管に比べて扱いが難しい^[3]ため, 角形鋼管を用いることが多いと考えられる.

(2) CFT 柱の断面積

断面積は, 5.0×10^5 未 mm² 満が体の約 75% であり, すなわち約 700mm 角以下の断面を有する検討が多いことが分かる.

(3) ダイアフラムの開口面積率

全体の約 98% が内ダイアフラムであり, ダイアフラムの開口面積率は, 10% 以上 15% 未満が最も多かった. また, CFT 技術基準^[4] に記述されている 15% 以上に満たない報告が約 50% であった. 一方, 外ダイアラムは 2.4% であり, 設計段階で施工性を考慮しているものが少ないことが示唆された.

(4) 圧入高さ

圧入高さは, 10m 未満が最も多く, 20m 未満が全体の 75% であった. また, 圧入高さが 60m を超える施工報告も一部あった.

(5) スランプおよびスランプフロー

スランプフロー 60cm が最も多く, スランプフロー

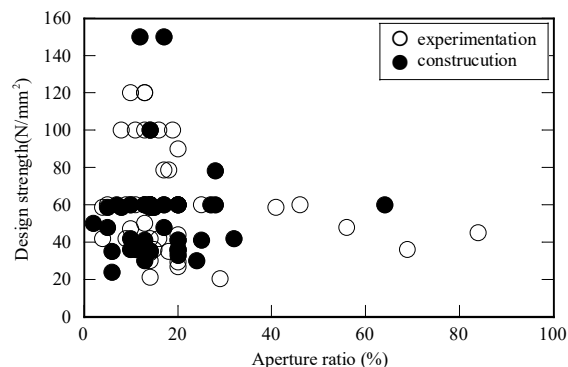


Figure 4 Relationship between aperture ratio and design strength

60cm を超えるものが 31.8% あった. これは, 締固めが難しい圧入工法を対し, コンクリートの充填性を考慮して大臣認定を取得していることがわかる.

3.4 ダイアフラムの開口面積率と設計基準強度の関係

Figure 4 に示す. ダイアフラムの開口面積率は, 設計基準強度にかかわらず, 30% 程度以下に多く分布している. 圧入工法において, 一般的に, ダイアフラムの開口面積率が大きく, コンクリートの水セメント比が小さいほど(設計基準強度が大きいほど)充填性が良好である. しかし, この両者に相関性が見られないため, ダイアフラムの開口面積率の設定において, 設計基準強度はあまり考慮されていないことが示唆された.

4. まとめ

本報告は, 過去 26 年間の間に発表された圧入工法による CFT 柱の文献を調査したものである. その結果, コンクリートの設計基準強度は, 近年高くなっていることが明らかとなった. また, 施工性(充填性)を考慮してコンクリートの流動性を設定していることが示唆された. 今後, 圧入工法によるスランプフローの変化, 圧縮強度の変化について検討していく予定である.

5. 参考文献

- [1] 新都市ハウジング協会: ダイアフラムが構造体コンクリート強度の変動に与える影響を考慮した CFT 造用コンクリートの調合強度算定式の提案, 日本建築学会技術報告集, Vol.19. pp.5-9, 2004.6
- [2] 青木義彦, 岩清水隆, 山田佳博, 永野浩一: $F_c=150\text{N/mm}^2$ 超高強度コンクリート CFT 柱の施工—高さ 300m 超高層複合ビル「あべのハルカス」—, コンクリート工学, Vol.50, No.8, pp.683-688, 2012.8
- [3] 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, 第 2 章 CFT 造の概要と設計・施工上の留意点, p.5, 2002.9
- [4] 日本建築学会: コンクリート充填鋼管構造設計施工指