

超高層建物の大断面CFT柱へ圧入した 高強度コンクリート（Fc60N/mm²）の品質管理

Quality Control on High Strength Concrete Pumping into Large Size CFT Columns in Super High-Rise Building

立松 和彦* 高見 錦一**
山崎 順二*

要 旨

高さ約170mの51階建て超高層集合住宅の工事において、国内でも最大級断面の1300mm×850mmのCFT柱に高強度コンクリートを圧入した。その結果、フレッシュ性状、強度試験結果とも概ね満足のできる、良好な管理結果が得られた。また、低熱セメントのS値の結果からは、強度管理方法の検討が必要であることがわかった。

キーワード：CFT造／圧入／高強度コンクリート／低熱セメント／S値

1. はじめに

CFT（Concrete Filled Steel Tube, コンクリート充填鋼管）構造は、円形あるいは角形の鋼管内にコンクリートを充填することで剛性と耐力の向上を期待する構法であり、主として柱部材に採用され近年急速に普及している。柱の剛性・耐力・変形性能が大きく向上するため、高軸力が作用する高層建物やスパンの大きな建物に効果がある。しかし、鋼管内にコンクリートを隙間なく充填することがCFT柱の必須条件であり、そのためには、流動性に優れ、ブリーディングや沈降のないコンクリートの調合計画や打設計画が必要となる。

本報では、大阪市内中心部で高さ約170mの51階建て超高層集合住宅（写真－1）の工事に採用された、1300mm×850mmという国内でも最大級断面¹⁾のCFT柱に圧入した高強度コンクリートの品質管理結果について、その概要を報告する。

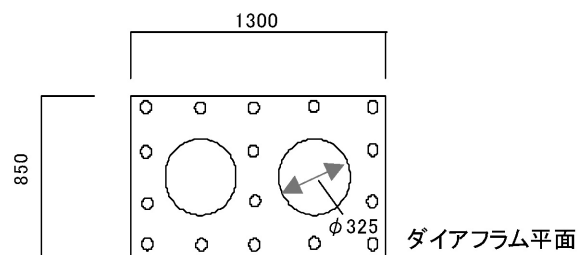
2. 概 要

2.1 建物概要²⁾、CFT柱およびCFT工事

建物の最高高さは169.8m、建築面積は1486.80m²、延べ床面積は56408.86m²である。コンクリート充填鋼管柱の寸法は、内柱が□-750～850×750～850mm、外柱が□-900～1300×850mmおよび、□-750～1300×850mmであり、地下部・地上部共、内ダイアフラム形式である。外柱は大断面であることから、ダイアフラムには図－1に示すようにコンクリート打設孔を2ヶ所設け、空気抜き孔を4隅以外にも設けた。1フロアの柱本数は36本、



写真－1 西面全景



850×1300～1100 が、孔2つとなる。
(B1～26Fまで孔2つ。27Fより上は孔1つ)

図－1 ダイアフラム

最高充填高さは162.45mである。コンクリートの設計基準強度（Fc）は、32階までが60N/mm²、それ以上の階は段階的に低くなり最上階では42N/mm²である。基礎部分のCFT柱（0節）へのコンクリート充填は落とし込み工法

*建築研究グループ **東京分室

によって行い、B 1 階より上部については、圧入工法で柱内にコンクリートを充填した。9 階より下は打設量などの関係で 3 層ごとの圧入としたが、9 階より上は、6 層（高さ 19.2m）ずつ順に圧入した。コンクリートの圧入概要を図-2 に示す。総打設量は約 4300 m³、1 回の平均打設量は約 128 m³ であった。

2.2 コンクリートの調合

本建物の CFT 柱は内ダイアフラム・角型大断面であることから、構造体の強度だけでなく、充填時のワーカビリティの確保および充填後のブリーディングの発生とこれに伴う沈降の発生には特に慎重な対処が必要であった。そのため、良好な自己充填性、分離抵抗性、および流動性を有し、スランプフローが 60cm となるコンクリートを用いた。空気量は 3% とした。使用したコンクリートの調合を表-1 に示す。コンクリートは、低熱セメント（L）を用いる調合と、シリカフェウムセメントと普通セメントを混合（SFC+N；S6N4）して用いる調合とに分けられる。後者の方が圧送負荷が小さくなり、流動性も良好であったが、高価なため前者の調合を主として（施工性も含めて良好な性状が得られる範囲で）使用した。実施工前に実施したモデル施工試験³⁾での結果などから、30 階前後までは低熱セメントを用い、その後は実際の圧送負荷などからシリカフェウム混合セメントへの切り替え時期を判断することとした。実工事では、図-2 に示すように 33-39 F 圧入時の途中で、L から S6N4 に切り替えた。構造体コンクリート強度の管理材齢は 56 日とし、管理用供試体の養生は簡易断熱養生とした。なお、圧入に使用したコンクリートは CFT への出荷実績のある生コン工場⁴⁾を 1 社選定し、その工場から全て納入した。工場と当社との共同で Fc60N/mm² までの高強度コンクリートの大臣認定を取得した。Fq=Fc、標準偏差を $\sigma=0.1(Fc+S)$ とし、S 値 ($_{3\sigma}S_{56}$) は、L セメ

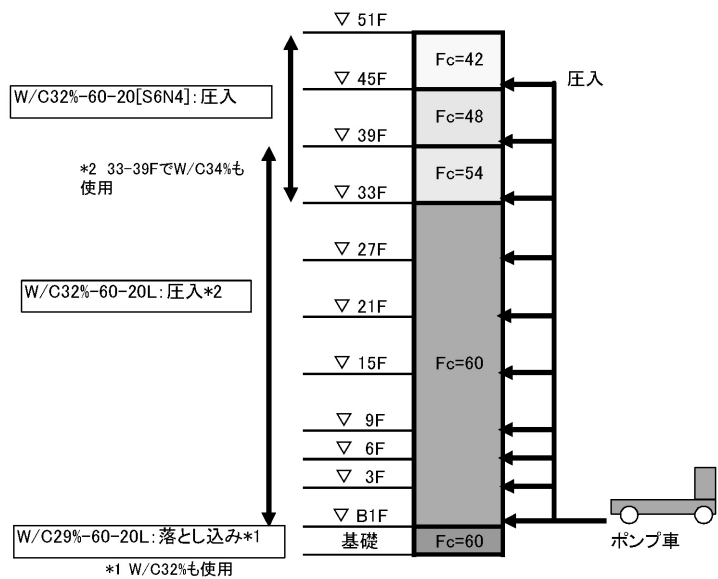


図-2 圧入概要

表-1 CFT用コンクリートの調合

調合記号	使用したセメント	水結合材比、%	単位量、kg/m ³				
			セメント	水	細骨材	粗骨材	混和剤
29L	L	29.0	603	175	769	812	8.14
32L	L	32.0	547	175	821	804	5.47
34L	L	34.0	515	175	846	804	5.41
32S6N4	SFC+N	32.0	328+219	175	808	828	5.20

L:低熱ポルトランドセメント、SFC:シリカフェウムセメント、N:普通ポルトランドセメント

ントのFc60で9N/mm²（通年）、SFC+NセメントのFc54で夏期・標準期が12N/mm²、冬期が8N/mm²とした。

B 1 ～ 3 F 圧入時（32L）および33-39 F 圧入時（34L）に、荷卸試料でブリーディング・沈降を計測した。また、圧入直後の柱頭部から試料を採取することとして、コンクリートのフレッシュ試験を、B 1 - 3 F（32L）、9 - 15 F（32L）、21-27 F（32L）、33-39 F（32L）、33-39 F（32S6N4）、45-51 F（32S6N4）の圧入時に実施した。

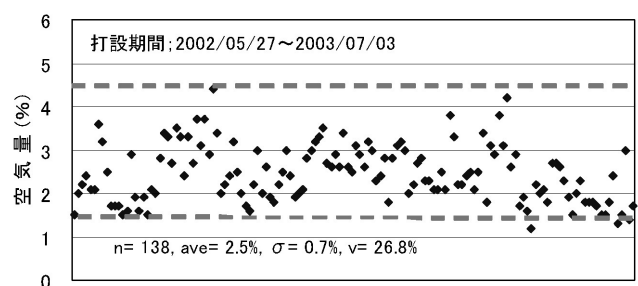
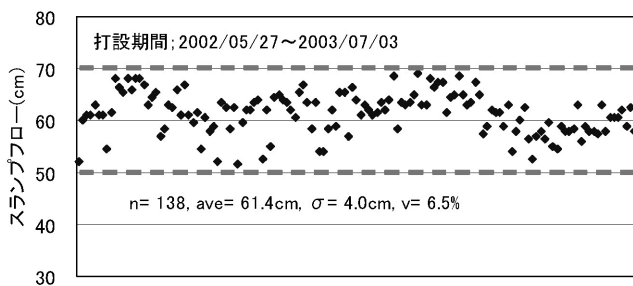


図-3 荷卸時のフレッシュ性状

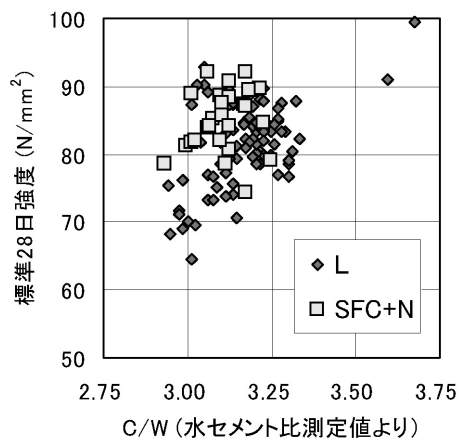


図-4 C/Wと標準養生28日強度

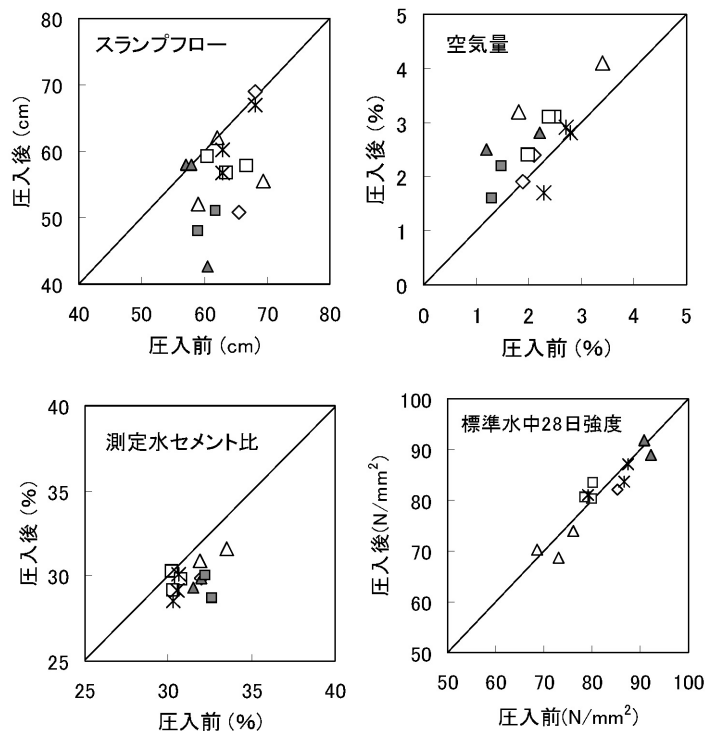


図-6 圧入前後の性状変化

3. 結果及び考察

3.1 フレッシュ試験結果

図-3に圧入全期間における荷卸時のフレッシュ性状を示す。ごく一部のコンクリートで空気量の管理値から外れただけであり、全般に性状の安定したコンクリートが製造されたことがわかる。図-4は調合記号29L,32L,34L,32S6N4の荷卸時に測定した水セメント比からのC/Wと標準養生28日強度をグラフ化したものである。32Lを例にあげると、データ数 $n=95$ 、水セメント比の平

表-2 S値 ($_{28}S_{56}$) の結果

セメント	季節区分	Fc及び 設定 $_{28}S_{56}$ 値 (N/mm ²)		$_{28}S_{56}$ 値の結果		
		Fc	S	データ数 n	平均値 m (N/mm ²)	標準偏差 σ (N/mm ²)
L	標準期	60	9	10	-0.4	-3.6
	冬期	60	9	64	5.7	5.8
SFC+N	夏期	42	6	6	7.7	5.9
	標準期	54	12	21	10.8	3.6

Lは調合記号32Lのデータを、SFC+Nは32S6N4を集計した。

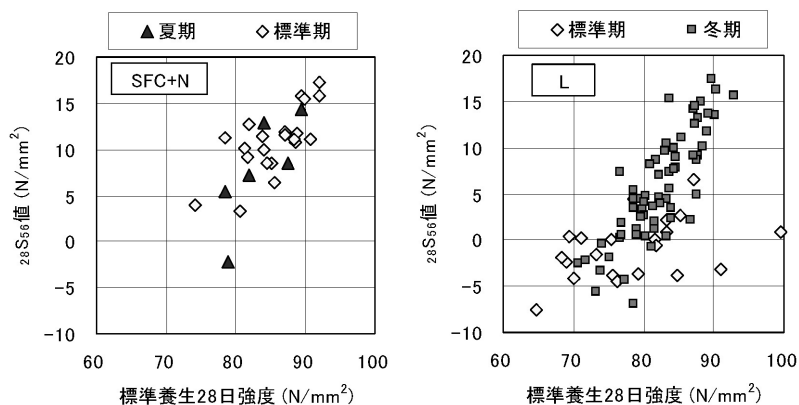


図-5 S値 ($_{28}S_{56}$) の結果

均値 $\text{ave}=31.4\%$ 、水セメント比の標準偏差 $\sigma=0.8\%$ と非常にバラツキの小さな結果であり、良好な管理状態であったことがわかる。(標準偏差の 0.8% を単位水量に換算すると約 4.4kg/m^3 になる)

ブリーディングおよび沈降の試験結果は、ブリーディング量が、32L； $0.00\text{cm}^3/\text{cm}^2$ および34L； $0.03\text{cm}^3/\text{cm}^2$ （1台目）、 $0.05\text{cm}^3/\text{cm}^2$ （8台目）、沈降量が、32L； 0.43mm および34L； 0.86mm （1台目）、 1.03mm （8台目）であり、いずれも品質基準値（ブリーディング量 $0.1\text{cm}^3/\text{cm}^2$ 以下、沈降量 2mm 以下）を満足していた。

3.2 強度試験結果

CFT柱の構造体コンクリート強度は簡易断熱養生供試体で管理し、判定値は $\text{Fc}+1.05s$ とした。Fc60における構造体コンクリート強度試験結果（33ロット）の平均は 79.4N/mm^2 であり、すべて判定値（ 67.4N/mm^2 ）を満足してい

た。標準養生28日強度と簡易断熱養生56日強度から求めたS値の結果を表－2 および図－5 に示す。低熱セメントのFc60、冬期のS値を例にとると、平均5.7N/mm²、標準偏差5.8N/mm²、最大値は15N/mm²を超え、最小値は5 N/mm²を下回り、データ範囲の大きな結果であった。低熱セメントのFc60、冬期のS値では設定したS値（9N/mm²）を上回るデータ数は3割前後あった。図から、冬期データは右上がり、標準期データはほぼ一定となり、打設時期によって傾向に差がみられた。低熱セメントを使用した場合は、冬期の強度発現が遅れることなどが要因と考えられる。以上のことから、低熱セメントでは、構造体の強度管理材齢を91日とした方が効率的な管理ができると思われるが、今後もデータを蓄積して検討することが必要である。

3.3 圧入前後の性状変化

図－6 に圧入前後のフレッシュ性状の変化を示す。圧入前（荷卸時）と圧入後（柱頭採取）では、スランプフローは5～10cm小さくなり、空気量は約0.5%増加し、水セメント比（高周波加熱乾燥法で測定）は2～3%小さくなる傾向であった。

4. おわりに

超高層集合住宅の大断面CFT柱に圧入した高強度コンクリートの品質管理結果は概ね良好であり、所要の品質を確保することができた。これらの結果を今後の工事に有効に活用していきたい。

最後に、作業所の職員をはじめ、コンクリートの製造では新関西菱光㈱大阪工場、宇部三菱セメント㈱、㈱ポゾリス物産の皆様の、コンクリートの試験では㈱オーテックの皆様の多大なご協力をいただきました。心より感謝申し上げます。

[参考文献]

- 1) 梶山 毅ほか：最近のCFT構造とコンクリート施工、セメント・コンクリート、No.649, pp.8-18, 2001.3
- 2) 立松和彦ほか：51階建超高層集合住宅での国内最大級断面のCFT柱へのコンクリート圧入、セメント・コンクリート、No.684, pp.10-17, 2004.2
- 3) 立松和彦ほか：大断面CFT工事モデル施工試験、浅沼組技術研究所報、No.14, pp.55-68, 2002.11
- 4) 永松岳士：CFT造充填コンクリートの出荷事例①、コンクリートテクノ、vol.22, No.10, pp.65-72, 2003.