

4. アルミニウム粉末を現場添加した無収縮高流動コンクリート

(スーパーフィルクリート) の実施工における品質管理

Quality Control of Actual Placing with the No Shrinkage Hi-performance Concrete that Adds the Aluminum Powder at the Site

立松 和彦*¹ 池内 昌志*² 山崎 順二*¹

要 旨

当社で開発した無収縮高流動コンクリート（スーパーフィルクリート）を、集合住宅の耐震補強工事において約1年間継続的に打設した。そのフレッシュ性状と強度性状の品質管理の結果から、以下に示す知見を得た。

1) 無収縮高流動コンクリートのフレッシュ性状・硬化物性とも、概ね目標品質を満足し、かつ、その性状は比較的安定していた。2) 無収縮高流動コンクリートは現場での添加材料が多いが、その品質は JIS 工場から製造出荷されるベースコンクリートと同程度の品質変動幅で管理することが可能である。

キーワード：無収縮／耐震補強／逆打ち／高流動コンクリート／アルミニウム粉末／収縮低減剤

1. はじめに

著者らは、逆打ち工事や耐震補強工事における逆打継ぎ部に充填することで打継ぎ部の一体性の向上が図れる材料として、アルミニウム粉末の発泡による膨張を利用した高機能コンクリート（商品名；スーパーフィルクリート）を開発¹⁾²⁾し、施工物件への適用を進めている。本報では、大阪府内における集合住宅の耐震補強工事において約1年間を通じて打設した結果（フレッシュ性状・強度性状）を報告する。

2. 概 要

2.1 使用材料・調査および製造方法

製造方法を図-1 および写真-1 に示す。製造方法は、流動化コンクリートとほぼ同じである。すなわち、生コン工場から膨張材が混入されたベースコンクリート（スランプ21cm）が作業所に到着する。到着後、アルミニウム粉末、乾燥収縮低減剤、分離低減剤、高性能 AE 減水剤および AE 助剤などの現場添加混和剤をアジテータ車に添加して攪拌し、スランプフロー60cm のアルミ添加型の無収縮高流動コンクリート（以下「無収縮コン」とする）を製造する。

セメントは普通セメントを用いた。粗骨材は最大寸法15mm の碎石、細骨材は砕砂、水は工業用水を用いた。高性能 AE 減水剤はポリカルボン酸系を用いた。ベースコンクリート（以下「ベースコン」とする）の単位水量は165kg/m³、単位結合材量はセメントと石灰系膨張材を併

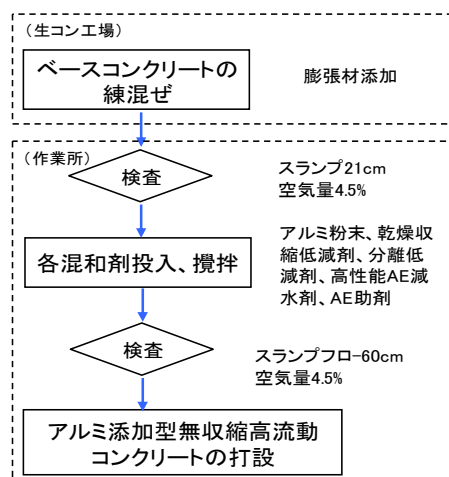


図-1 製造方法



写真-1 現場添加混和剤の攪拌・投入

*¹ 技術研究所環境・生産研究グループ

*² 大阪本店建築部技術グループ

せて 439kg/m^3 とした。水結合材比は 41% とした。なお、ベースコンを製造した生コン工場は 1 社である。

2.2 適用部材および打設方法

無収縮コンを打設した部位は、逆打継ぎ部を有する壁および柱の増打ち部分 (F_c は 36N/mm^2) である。打設部位の例を写真-2 に示す。既存梁下の小窓を塞いで窓台を撤去し、梁と同面まで壁を増し厚するので、梁下端 (写真の点線部) が逆打継ぎ部となる。打設はコンクリートポンプを用いた流し込み施工とした。施工時期は 4 月下旬から翌年 1 月下旬までであった。延べ 26 日間に、合計約 450m^3 を打設した。

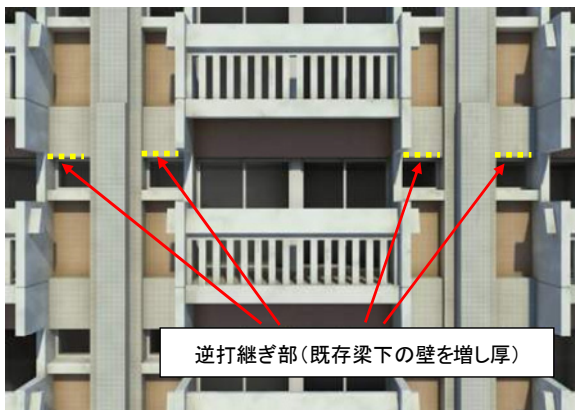


写真-2 打設部位の例

表-1 主な管理項目および管理値

管理項目	ベースコン	無収縮コン
スランプ (cm)	21 ± 1.5 *1	-
スランプフロー (cm)	-	60 ± 10
空気量 (%)	4.5 ± 1.5	4.5 ± 1.5
膨張率 (%)	-	1.0 ± 0.5

*1 均質で分離がない場合には 21 ± 2.5 まで許容

2.3 管理項目および管理値

ベースコンおよび無収縮コンの主な管理項目を表-1 に示す。無収縮コンでは、アルミニウム粉末の発泡による膨張を管理するために、膨張率の測定を 1 日 1 回行った。鋳物製の $\phi 10 \times 20\text{cm}$ 型枠に試料を詰め、アルミニウム粉末の発泡による鉛直方向の膨張を硬化するまで測定した。膨張率の目標値は 1.0%、許容範囲は $\pm 0.5\%$ である。無収縮コンのスランプフローおよび空気量を、全車について試験した。アジテータ車に投入する材料のうち、アルミニウム粉末、乾燥収縮低減剤および分離低減剤は基本的に一定量であるが、高性能 AE 減水剤、AE 助剤はベースコンのフレッシュ性状などによって添加量を調整し、

所要のフレッシュ性状 (スランプフロー 60cm 、空気量 4.5%) を確保するため全車において試験した。なお検査ロットの構成を 1 日および 20m^3 ごととしているため、ベースコンでは 1 日 2 ロットになる日があったのでロット数は 30、生コン車の総数は 147 台である。

3. 結果

3.1 温度、スランプフロー、空気量、膨張率

温度の管理結果を図-2 に示す。コンクリート温度の平均は、図中の打設時期順 (4 月下旬-5 月上旬、7 月末-8 月末、11 月上旬-1 月下旬) に、 20.7°C 、 34.0°C 、 15.2°C であった。外気温との差は、平均で 3.9°C 、 2.0°C 、 3.6°C であった。

スランプフローおよび空気量の管理結果を図-3 に示す。スランプフローおよび空気量の品質変動が懸念された無収縮コンにおいてもベースコンと同程度の管理状態にあることがわかる。

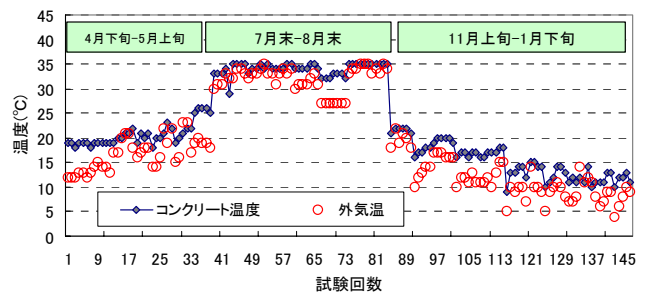


図-2 温度

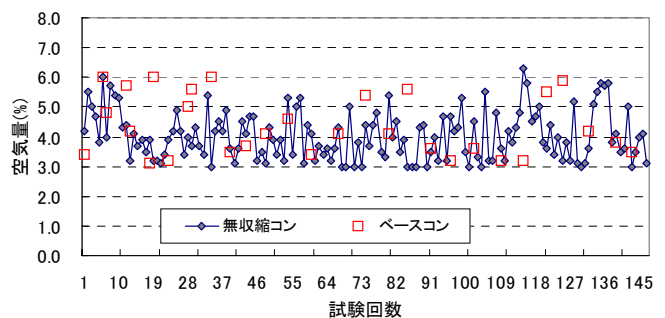
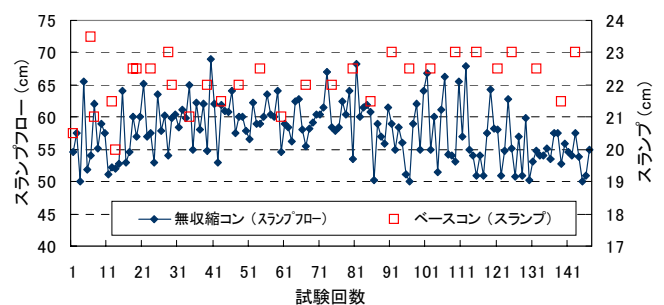


図-3 スランプ・スランプフロー、空気量

膨張率の管理結果を図-4に、測定状況を写真-3に示す。膨張率については、全体としてはほぼ所定の管理範囲内であったが、4月～5月に管理範囲を若干上回ったものがあった。これは、試料天端の均しが不十分なために測定用プレート裏面に気泡が大量にたまり測定値が若干大きくなったこと、測定作業場所の制約上、測定中に日射が直接当たってしまい試料温度が上昇して測定値が大きくなったことなどが原因と考えられる。これらの要因については、夏期の施工に向けて対策を講じることで、以後は管理範囲内にコントロールできた。

フレッシュ性状の管理結果一覧を表-2に示す。無収縮コンのスランプフロー、空気量および膨張率については、それぞれの試験項目の管理幅が約 2σ の標準偏差で管理できており、良好な管理結果であったと考えられる。すなわち、JIS工場から製造出荷されるベースコンクリートと同程度の品質変動幅で管理することが可能である。

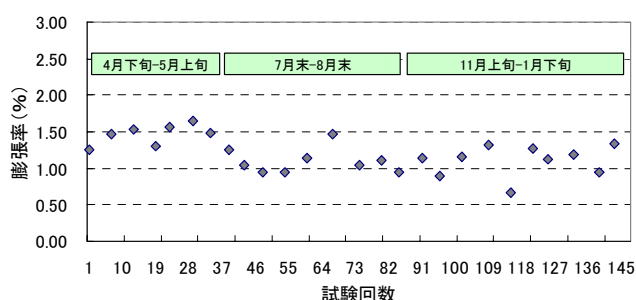


図-4 膨張率



写真-3 膨張率の測定

表-2 フレッシュ性状の管理結果

	スランプ・スランプフロー		空気量		膨張率
	ベースコン	無収縮コン	ベースコン	無収縮コン	無収縮コン
データ数	30	147	30	147	26
平均 m	22.1cm	57.9cm	4.4%	4.0%	1.2%
標準偏差 σ	0.84cm	4.41cm	1.03%	0.81%	0.24%
変動係数 σ/m %	3.8	7.6	23.4	20.3	20.0

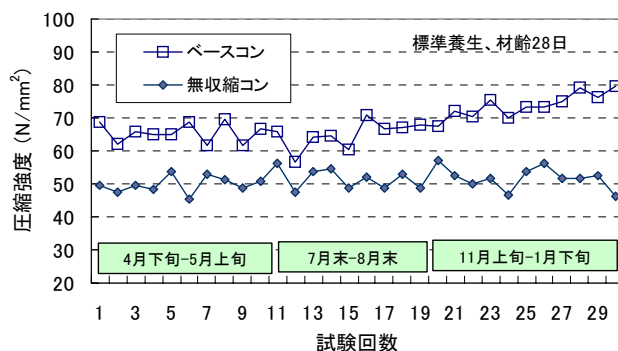


図-5 圧縮強度

表-3 圧縮強度の管理結果

	圧縮強度(標準養生28日)	
	ベースコン	無収縮コン
データ数	30	30
平均 m, N/mm ²	68.4	51.0
標準偏差 σ , N/mm ²	5.51	3.03
変動係数 σ/m , %	8.1	5.9

3.2 圧縮強度

圧縮強度の管理結果を図-5および表-3に示す。ベースコンの平均値は 68.4N/mm^2 、無収縮コンでは 51.0N/mm^2 であった。ベースコンの強度を1とした強度比で表すと、無収縮コンは0.75程度となる。この強度低下は、アルミニウム粉末の発泡による膨張に起因するものである³⁾。標準偏差では無収縮コンの方がベースコンよりもやや小さく、安定した状態であったことがわかる。構造体コンクリート強度の判定は現場水中養生の材齢28日で行い、すべてのロットで判定値の 39N/mm^2 を上回った(平均値 47.9N/mm^2 、最小値 42.2N/mm^2)。打設された壁および柱の増打ち部にジャンカ等はなく、さらに、逆打継ぎ部分で充填不備による補修を必要とする箇所もほとんどなく適切な構造体の施工ができた。

4. まとめ

無収縮高流動コンクリートをほぼ1年間継続的に施工した品質管理の結果から、下記の知見が得られた。

- 1) 無収縮高流動コンクリートのフレッシュ性状・硬化物性とも、概ね目標品質を満足し、かつ、その性状は比較的安定していた。
- 2) 無収縮高流動コンクリートは現場での添加材料が多いが、その品質はJIS工場から製造出荷されるベースコンクリートと同程度の品質変動幅で管理することが可能である。

[謝 辞]

当工事の関係各位に改めて深甚の謝意を表します。

[参考文献]

- 1) 石原誠一郎、三橋博三、立松和彦、高見錦一、山崎順二：無収縮高流動コンクリートを用いた逆打ち工法の実大施工実験、日本建築学会技術報告集 No. 13、pp. 19-24、2001. 7.
- 2) 石原誠一郎、三橋博三ほか：無収縮高流動コンクリートで一体化した逆打ちコンクリートの打継ぎ部の力学性状に関する研究、日本建築学会構造系論文集 No. 575、pp. 37-42、2004. 1.
- 3) 山崎順二ほか：アルミニウム粉末による無収縮高流動コンクリートの膨張制御、第 56 回セメント技術大会講演集、2002. 5.