

# 鋼管充填コンクリートとして適用可能な高流動再生骨材コンクリートの開発

高橋 祐一\* 竹内 博幸\*

## 要 旨

適用部位が限定されている再生骨材 M を用いた再生骨材コンクリートの適用範囲拡大を視野に入れ、コンクリート充填鋼管構造(CFT造)の鋼管充填コンクリートに使用することを目的として、3種類の混和材を使用した高流動コンクリートの室内ならびに実際のプラントを使用した試し練りを行い、それらのフレッシュ性状および力学性状、構造体強度補正值について確認した。その結果、高流動再生骨材コンクリートの各性状は、普通骨材を用いた高流動コンクリートと同等であることを確認した。また、鋼管充填コンクリートに使用する場合に重要となるブリーディング量および沈降量についても、各基準値を満足することを確認した。さらに実験により得られたデータを基に、建築基準法第 37 条第二項における国土交通大臣認定を取得した。

## 1. はじめに

再生骨材 H を用いたコンクリートは、適用部位に制限が無いのに対し、再生骨材 M を用いたコンクリートは、乾燥収縮および凍結融解の影響を受けにくい地下構造部材に適用するとされているのが現状である<sup>1)</sup>。筆者らは、これまでに、7箇所の生コン工場と共同で、場所打ち杭ならびに地下構造部材を対象とした再生骨材 M 相当(JIS A 5022 附属書 A と比較して、絶乾密度、吸水率は厳しい値としているため、以下、中品質と称する)の再生骨材を用いたコンクリートの国土交通大臣認定を取得し、実際の工事に適用している<sup>2)</sup>。しかし、今後、再生骨材コンクリートの普及をさらに推進するためには、製造コストや二次廃棄物の発生量に関して再生骨材 H と比較して優位性があると考えられる再生骨材 M を用いたコンクリートについて、地上部分にも適用するための検討を進めていく必要があると思われる。そこで、本開発では、地下構造物と同様に乾燥収縮および凍結融解の影響を受けにくいと考えられるコンクリート充填鋼管造(以下、CFT造とする)の鋼管充填コンクリートとして使用することを目的として、中品質の再生粗骨材とアルカリシリカ反応抑制対策および分離抵抗性を確保するための3種類の混和材を用いた高流動コンクリートを製造し、それらのフレッシュ性状および力学性状を室内および実機(夏期)実験にて確認した。さらに、実験により得られたデータを基に建築基準法第 37 条第二項における国土交通大臣認定を取得した。

## 2. 室内実験概要

### 2.1 使用材料

室内実験に使用した材料を表-1に示す。セメントは普通

ポルトランドセメントとし、アルカリシリカ反応抑制効果のある混和材として、高炉スラグ微粉末およびフライアッシュを使用した。また、分離抵抗性の確保、アルカリ総量の抑制の観点から石灰石微粉末を使用した。再生骨材は粗骨材のみ全量使用することとし、同一工場で製造された密度と吸水率の異なる2種類を準備した。これらは、当該工場において通常製造されているものと同等の品質の再生粗骨材(記号:SR1)と、製造工程を一部変更し、不純物を取り除いたもので、表-2に示す当該工場における再生粗骨材の品質管理基準(吸水率)上限付近に相当する品質のもの(記号:SR2)である。各再生粗骨材に含まれる不純物は、これまでに取得した大

表-1 使用材料

名称	記号	銘柄・産地	物性
セメント	C	普通ポルトランド	密度:3.15 g/cm <sup>3</sup>
混和材	BF	高炉スラグ微粉末 4000	密度:2.87 g/cm <sup>3</sup>
	FA	フライアッシュ II種	密度:2.25 g/cm <sup>3</sup>
	LS	石灰石微粉末	密度:2.71g/cm <sup>3</sup>
普通 細骨材	S1	砕砂(70%): 東京都青梅産	表乾密度:2.68 g/cm <sup>3</sup> 吸水率:1.62%
	S2	山砂(30%): 千葉県富津産	表乾密度:2.58 g/cm <sup>3</sup> 吸水率:1.54%
普通 粗骨材	JC	砕石 2005: 東京都青梅産	表乾密度:2.70 g/cm <sup>3</sup> 吸水率:0.54%
中品質 再生 粗骨材	SR1	通常製造品	表乾密度:2.63g/cm <sup>3</sup> 吸水率:1.76%
	SR2	品質管理基準 上限値付近	表乾密度:2.54g/cm <sup>3</sup> 吸水率:3.70%
混和剤	Ad	高性能 AE 減水剤	密度:1.065g/cm <sup>3</sup>

\* 技術研究所 建築技術開発部

表-2 再生粗骨材の品質管理基準の設定例

項目	大臣認定	JIS A 5022 附属書 A
絶乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.4 以上	2.3 以上
吸水率 (%)	4.0 以下	5.0 以下
塩化物イオン (%)	0.010 以下 <sup>注1)</sup> (Clとして)	0.04 以下 (NaClとして)
アルカリシリカ反応性	無害 <sup>注2)</sup>	—

注 1) JIS A 1154 による

2) ZKT-206 で反応性なし(A)

臣認定で設定している管理方法に従って、目視により含まれていないことを確認した。なお、これら 2 種類の再生粗骨材は、品質管理基準内における品質のばらつきを想定し、それがコンクリートのフレッシュ性状ならびに力学性状に及ぼす影響を確認する目的で使用した。

## 2.2 要因と水準

室内実験における要因と水準を表-3に示す。混和材種類として 3 水準、再生粗骨材種類として 2 水準とした。また、水粉体比は 30%、35%、40%、45%の 4 水準とした。

## 2.3 調合

室内実験における調合の一覧を表-4に示す。調合は水粉体比 35%を基本とし、高炉スラグ微粉末およびフライアッシュを用いた調合については、30%および 40%、45%を設定した。また、高炉スラグ微粉末およびフライアッシュの使用量は、JIS A 5022 附属書 C に規定されているアルカリシリカ反応抑制対策方法の内、アルカリ総量が 4.2kg/m<sup>3</sup> に緩和することのできる量とすることに加えて、アルカリ総量および塩化物イオン量が小さくなるように、それぞれスラグ分量 50% (質量比)、フライアッシュ分量 20% (質量比) とし、それぞれセメントの内割で置換した。一方、石灰石微粉末の添加量は既往の研究<sup>3)</sup>にて使用されている添加量の最大値である 150kg/m<sup>3</sup> とし、他の混和材と同様にセメントの内割で置換した。再生粗骨材については、通常製造されているものと同等の品質である SR1 を基本とし、高炉スラグ微粉末を用いた場合には、SR2 を用いた調合を設定した。単位水量は 170kg/m<sup>3</sup>、粗骨材かさ容積は 0.530m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> として、全ての調合で一定とした。なお、スランブフローおよび空気量の管理値はそれぞれ 60±10cm および 3.0±1.5% とし、高性能 AE 減水剤および空気量調整剤を用いて調整した。

## 2.4 練混ぜ

練混ぜは、強制二軸練りミキサーを使用し、材料の投入および練混ぜ時間は図-1に示す手順で行った。

## 2.5 試験項目

室内実験における試験項目を表-5に示す。鋼管充填コンクリートに使用することを目的としていることから、フレッシュコンクリートに関する試験として、ブリーディング量および沈降量の試験を一部の調合について実施した。また、力学性

表-3 要因と水準

要因	水準	
	数	内容(記号)
混和材	3	高炉スラグ微粉末 (BF) フライアッシュ (FA) 石灰石微粉末 (LS)
再生粗骨材	2	通常製造品相当 (SR1) 品質管理上限値付近相当 (SR2)
水粉体比	4	30・35・40・45%

表-4 調合 (室内実験)

調合名 <sup>注1)</sup>	W/P (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					
			W	C	AD	S	G	Ad
30BF-SR1	30	45.8	170	283	284	742	871	1.05
30BF-SR2							841	1.10
30FA-SR1	45.4	454		113	729	871	1.325	
35BF-JC	50.2	243		243	848	859	1.10	
35BF-SR1	48.1				813	871	0.95	
35BF-SR2	35	47.8		389	97	803	841	1.05
35FA-SR1							841	1.05
35LS-SR1	48.1	336		150	813	871	1.00	
40BF-SR1	40	49.8		212	213	868	871	1.05
40BF-SR2							841	1.05
40FA-SR1	49.4	340		85	856	871	1.35	
45BF-SR1	45	50.9		189	189	909	871	1.15
45BF-SR2			841				1.15	
45FA-SR1	50.6	302	76	898	871	1.35		

注 1) 調合名の説明

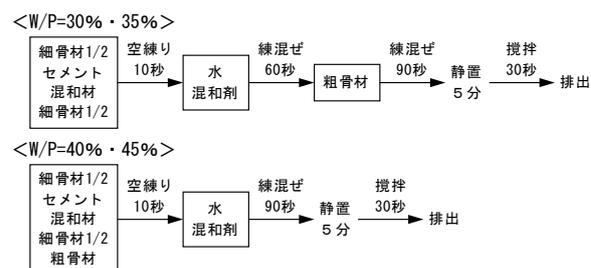
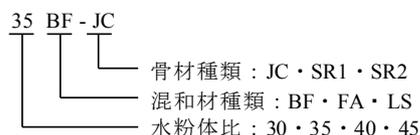


図-1 練混ぜ手順(室内実験)

状に関する試験として、標準養生供試体の圧縮強度および静弾性係数試験を実施した。

## 3. 室内実験結果

### 3.1 フレッシュ性状

フレッシュコンクリートの試験結果を表-6に示す。再生粗

表-5 試験項目(室内実験)

対象	試験項目	試験方法	備考
フレッシュ コンクリート	スランプフロー	JIS A 1150	60±10cm
	空気量	JIS A 1128	3.0±1.5%
	コンクリート 温度	JIS A 1156	5~35℃
	塩化物量	JASS5T-502	0.30kg/m <sup>3</sup> 以下
	ブリーディング量	JIS A 1123	0.1cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> 以下
	沈降量	新都市指針 <sup>4)</sup>	2mm 以下
硬化 コンクリート	圧縮強度	JIS A 1108	標準養生 材齢:7・28・91 日
	静弾性係数	JIS A 1149	標準養生 材齢:28 日
	アルカリシリカ 反応性	ZKT-206	30BF-SR1 30FA-SR1

表-6 フレッシュコンクリート試験結果(室内実験)

調合名	スランプ フロー (cm)	フロー時間(秒)		空気量 (%)	コン クリ ート 温度 (℃)	塩化物 量 (kg/m <sup>3</sup> )
		50cm 通過	停止			
30BF-SR1	61.0×60.8	6.6	24.5	2.6	23	0.037
30BF-SR2	65.0×62.6	7.3	30.1	2.5	25	0.035
30FA-SR1	51.0×50.0	—	19.8	2.8	25	0.034
35BF-JC	53.9×53.2	10.6	28.3	2.1	23	0.035
35BF-SR1	56.0×55.1	7.8	22.5	2.7	23	0.035
35BF-SR2	58.4×56.4	7.8	25.3	2.6	24	0.036
35FA-SR1	55.2×55.0	6.0	19.5	3.8	24	0.049
35LS-SR1	52.6×51.8	8.5	19.8	3.5	24	0.045
40BF-SR1	66.2×65.6	6.2	33.5	2.4	23	0.029
40BF-SR2	59.2×59.0	7.6	25.8	2.6	23	0.032
40FA-SR1	62.6×61.0	6.9	28.1	2.3	24	0.027
45BF-SR1	59.0×57.6	8.4	30.2	2.5	24	0.029
45BF-SR2	62.6×62.6	6.3	34.2	2.4	24	0.017
45FA-SR1	60.6×57.4	7.6	25.0	2.5	24	0.021

骨材 SR1 と SR2 を用いた調合を比較すると、水粉体比の小さい調合で、SR2 を用いた場合に混和剤の使用量が若干増加する傾向にあるが、フレッシュ性状として大きな差はみられなかった。一方、フライアッシュを用いた調合では、高炉スラグ微粉末を用いた調合と比較して、同等のフレッシュ性状を得るための混和剤使用量が増加した。しかし、いずれの調合についても全て管理値内に納まっており、粗骨材の分離もみられず、良好であった(写真-1)。スランプフローとフロー50cm 通過時間の関係を図-2に示す。若干ばらつきはみられるものの、概ねスランプフローの増加に伴って、フロー50cm 通過時間が小さくなっている。図-2中に示す網掛け部分は、既往の研究<sup>5)</sup>において、コンクリートの粘性および分離抵抗性の管理値の目安として示されているものである。本実験の結果と比較すると、管理値の目安の上限付近とな

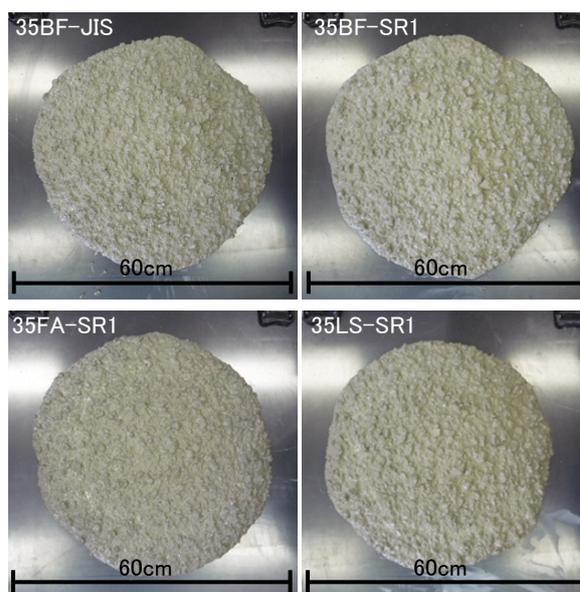


写真-1 スランプフロー試験結果

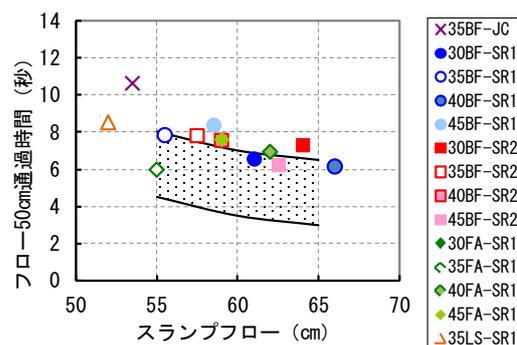


図-2 スランプフローとフロー50cm 通過時間の関係

っており、全体的にやや粘性が高いものと推察される。しかし、全体的にみると使用材料の差はあまりみられなかった。また、一部の調合について実施したブリーディング量および沈降量の試験結果を図-3、4に示す。ブリーディング量は、高炉スラグ微粉末を用いた水粉体比の大きい調合で、他と比較して大きくなる傾向がみられたものの、混和材の種類による大きな差はみられず、試験を実施した全ての調合で基準値である 0.1cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup> を満足した。一方、沈降量は水粉体比および使用材料による差はみられず、試験を実施した全ての調合について基準値である 2mm 以下を満足した。本実験では、普通骨材を用いた調合のブリーディング量および沈降量の各試験を実施していない。しかし、本実験で使用した再生粗骨材と同一工場で製造した再生粗骨材を用いた過去の実験<sup>6)</sup>では、普通骨材を含めた骨材種類による大きな差はみられていないことから(図-3、4参照)、本実験についても普通骨材と同等であると推察される。

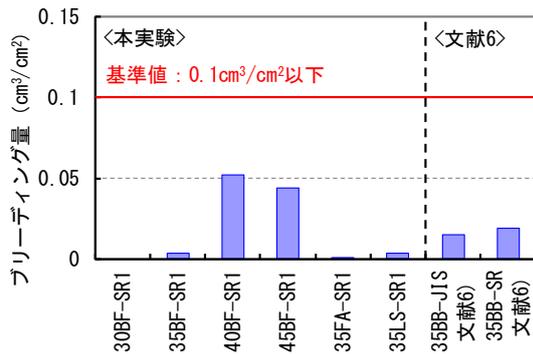


図-3 ブリーディング試験結果(室内)

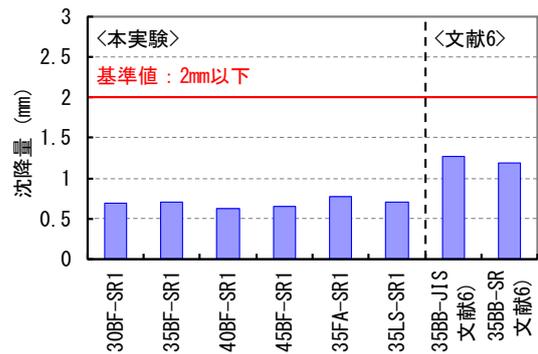


図-4 沈降量試験結果(室内)

### 3.2 圧縮強度

再生粗骨材 SR1 と高炉スラグ微粉末を用いた調合の圧縮強度試験結果を図-5に示す。水粉体比 35%の調合では、粗骨材が普通、再生に関わらず同等の強度発現性を示した。実際の製造で使用を予定している高炉スラグ微粉末を用いた調合とフライアッシュならびに石灰石微粉末を用いた調合の圧縮強度を比較(図-6)すると、水粉体比 30%の調合では、フライアッシュを用いた調合の圧縮強度がやや大きくなっているものの、他の水粉体比では、高炉スラグ微粉末を用いた調合が若干大きくなっていた。一方、石灰石微粉末を用いた調合では、他の混和剤を用いた調合よりも圧縮強度が小さくなった。各調合における材齢 28 日の圧縮強度を 1 とした各材齢における圧縮強度の比(図-7)をみると、材齢 91 日において、高炉スラグ微粉末および石灰石微粉末を用いた調合と比較してフライアッシュを用いた調合の比が大きくなっており、フライアッシュのポゾラン反応の長期継続性の影響が認められた。本実験の範囲では、フライアッシュを使用した場合、長期強度が増進する傾向が大きい結果であった。また、設定している品質管理基準内の粗骨材の品質のばらつきの影響をみると、概ね同等の圧縮強度を示している(図-8)。一般的に水粉体比が小さいほど、再生粗骨材の品質が圧縮強度に及ぼす影響が大きいことが指摘されている<sup>7)</sup>が、設定している品質管理基準の範囲内に納まっている骨材を使用した場合には、その影響がほとんどないものと考えられる。

### 3.3 静弾性係数

各調合における圧縮強度と静弾性係数の関係を図-9に示す。高炉スラグ微粉末を用いた調合は、JASS5<sup>8)</sup>式で求められる値(修正係数  $k_2=0.95$ )と同等以上であり、普通骨材を用いた調合との差もみられなかった。フライアッシュを用いた調合では、JASS5 式で求められる値(修正係数  $k_2=1.1$ )の 80%程度となり、高炉スラグ微粉末を用いた調合よりも小さくなった。一方、再生粗骨材種類の影響をみると、品質に関わらず概ね同等の傾向がみられていることから、圧縮強度

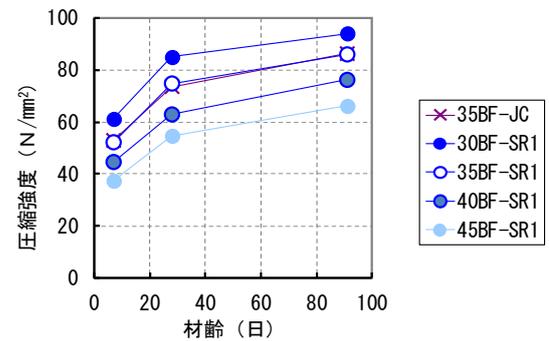


図-5 圧縮強度試験結果(高炉スラグ微粉末)

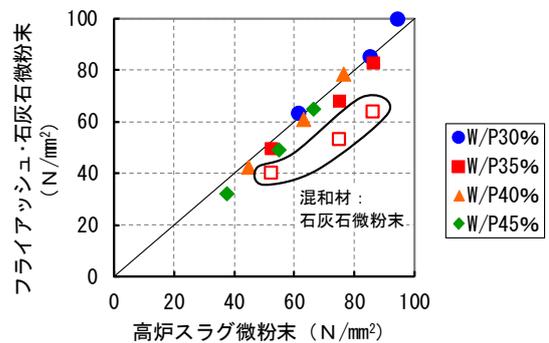


図-6 混和材種類による圧縮強度の比較

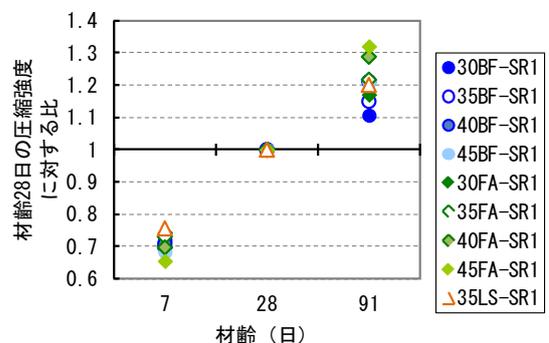


図-7 材齢 28 日に対する各材齢の圧縮強度の比

と同様に、設定している品質管理基準の範囲内では、ほとん

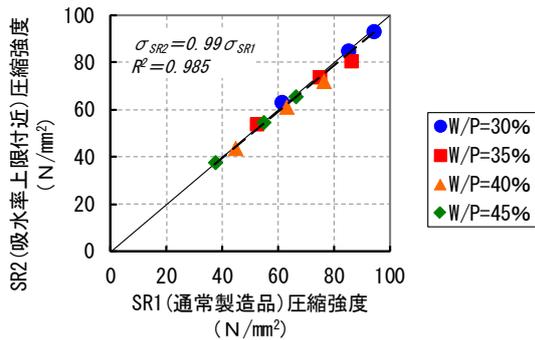


図-8 SR1とSR2の圧縮強度の比較

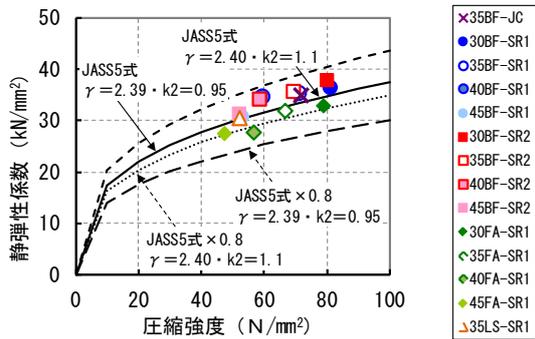


図-9 圧縮強度と静弾性係数の関係(材齢28日)

ど影響がないと考えられる。

#### 4. 実機実験概要

##### 4.1 調合および使用材料

実機実験における調合を表-7に示す。使用した材料は表-1と同様である。使用した混和材はフレッシュ性状ならびに力学性状に加えて、実際の製造状況を考慮して高炉スラグ微粉末のみを対象とした。また、再生粗骨材は室内実験で使用したSR1のみを使用した。なお、スランブフローおよび空気量の管理値は、室内実験と同様に設定し、それぞれ60±10cmおよび3.0±1.5%として高性能AE減水剤および空気量調整剤を用いて調整し、想定している運搬時間内に管理値から外れた場合には高性能AE減水剤を再添加することで管理値を満足するように対処した。

##### 4.2 練混ぜ

練混ぜは、強制二軸練りミキサを使用した。水粉体比ごとの練混ぜ手順を図-10に示す。

##### 4.3 試験項目

実機実験における試験項目を表-8に示す。スランブフロー、空気量およびコンクリート温度は、練混ぜ直後、経過時間45分、90分、120分に試験を実施し、塩化物量は経過時間45分に、ブリーディング量および沈降量の試験は、練混ぜ直後に実施した。なお、試験用の試料は30秒撪拌後に採

表-7 調合(実機実験)

調合名 <sup>注1)</sup>	W/P (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					
			W	C	AD	S	G	Ad
30BF-SR1	30	45.8	170	283	284	742	871	1.40
35BF-JC	35	50.2		243	243	848	859	1.10
35BF-SR1		48.1				813		1.50
45BF-SR1	45	50.9		189	189	909	871	1.60

注1) 調合名の説明

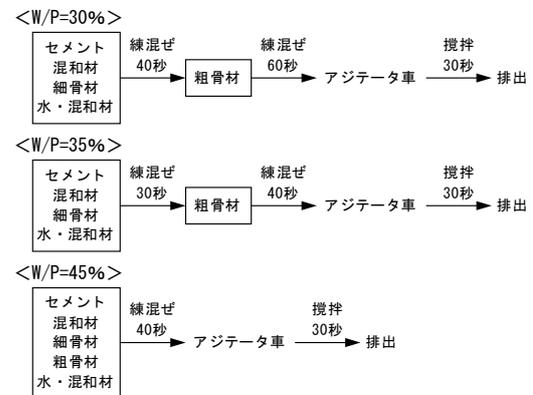
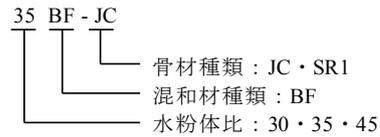


図-10 練混ぜ手順(実機実験)

表-8 試験項目(実機実験)

対象	試験項目	試験方法	備考
フレッシュ コンクリート	スランブフロー	JIS A 1150	60±10cm
	空気量	JIS A 1128	3.0±1.5%
	コンクリート 温度	JIS A 1156	5~35°C
	塩化物量	JASS5T-502	0.30kg/m <sup>3</sup> 以下
	ブリーディング量	JIS A 1123	0.1cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> 以下
	沈降量	新都市指針 <sup>4)</sup>	2mm以下
硬化 コンクリート	圧縮強度	JIS A 1108	標準養生 材齢: 7・28・56・91日 簡易断熱養生 材齢:28・56・91日
	静弾性係数	JIS A 1149	標準養生 材齢:28日 簡易断熱養生 材齢:91日
	アルカリシリカ 反応性	ZKT-206	30BF-SR1

取した。また、圧縮強度試験は、標準養生および簡易断熱養生を行った供試体を対象に実施し、構造体強度補正值<sub>28S<sub>91</sub></sub>を確認した。

## 5. 実機実験結果

### 5.1 フレッシュコンクリート

実機実験におけるフレッシュコンクリートの試験結果を表-9に示す。また、スランプフローの経時変化を図-11に、空気の経時変化を図-12に示す。再生粗骨材を用いたコンクリートのスランプフローは時間の経過とともにロスが大きくなる傾向にあった。特に水粉体比の大きい調合ではその傾向が顕著であり、45BF-SR1では経時90分で、35BF-SR1では、経時120分で管理値を下回った。しかし、いずれも高性能AE減水剤を再添加(それぞれ経時100分、130分に再添加、その後60秒攪拌)することで管理値を満足した。一方、空気量はいずれの調合についても経時120分まで管理値を満足した。ブリーディング量の試験結果を図-13に、沈降量の試験結果を図-14に示す。ブリーディング量は室内実験と同様に水粉体比の増加に伴って大きくなる傾向にあったが、いずれも基準値である $0.1\text{cm}^3/\text{cm}^2$ 以下であった。沈降量は室内実験と同様にいずれの調合も基準値である2mm以下であった。

### 5.2 圧縮強度および静弾性係数

標準養生供試体の圧縮強度試験結果を図-15に、簡易断熱養生供試体の圧縮強度試験結果を図-16に示す。水粉体比35%の調合では、骨材種類が再生、普通および養生方法に関わらず同等の強度発現性を示した。簡易断熱養生

生供試体圧縮強度と構造体強度補正值 $_{28}S_{91}$ の関係を図-17に示す。水粉体比が小さい調合ほど $_{28}S_{91}$ は大きくなる傾向にあるものの、本実験で設定した水粉体比の範囲では、

表-9 フレッシュコンクリート試験結果(実機実験)

調合名	経過時間(分)	スランプフロー(cm)	フロー時間(秒)		空気量(%)	コンクリート温度(°C)
			50cm通過	停止		
30BF-SR1	0	69.0×66.2	7.2	36.6	1.9	32
	45	60.0×58.0	8.4	26.4	2.2	32
	90	59.0×55.8	9.0	52.4	1.9	30
	120	50.6×50.0	—	15.1	2.0	31
35BF-JC	0	56.0×55.0	6.3	24.8	2.0	30
	45	65.0×64.1	4.6	36.0	1.5	31
	90	56.4×56.0	6.4	21.4	1.9	31
35BF-SR1	0	70.2×70.0	5.6	49.2	1.7	31
	45	66.0×63.0	5.7	29.0	2.3	31
	90	51.0×49.2	—	15.3	2.1	31
	120	40.0×39.6	—	7.6	3.0	32
	再添加	65.2×64.0	5.1	27.6	1.9	31
45BF-SR1	0	60.9×60.0	6.3	26.4	2.0	30
	45	57.8×55.6	11.2	24.4	1.8	31
	90	30.0×29.2	—	4.3	3.0	31
	再添加	50.0×50.0	—	12.9	2.1	30

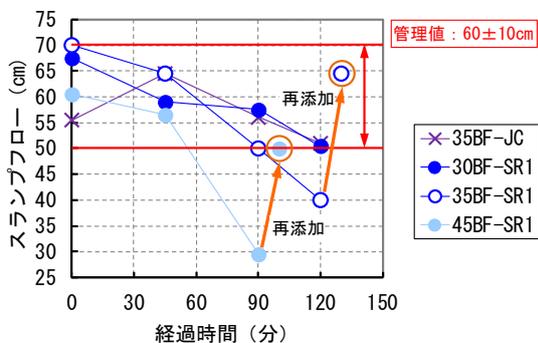


図-11 スランプフローの経時変化

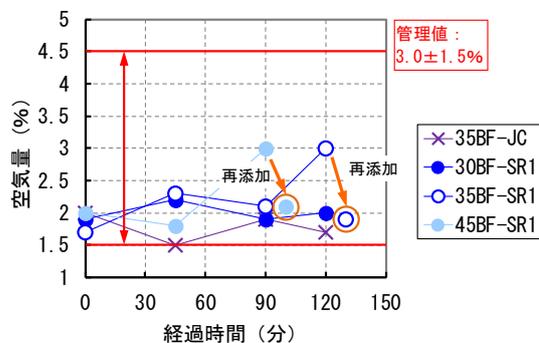


図-12 空気量の経時変化

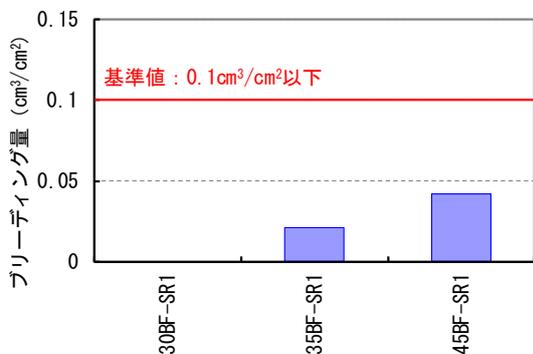


図-13 ブリーディング試験結果(実機)

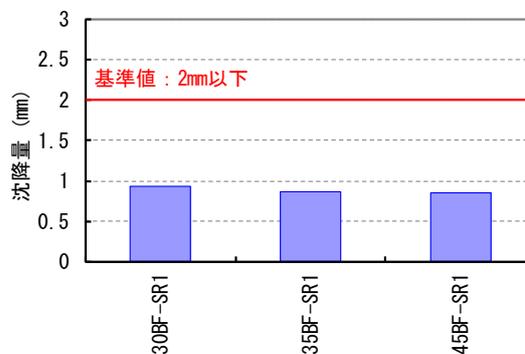


図-14 沈降量試験結果(実機)

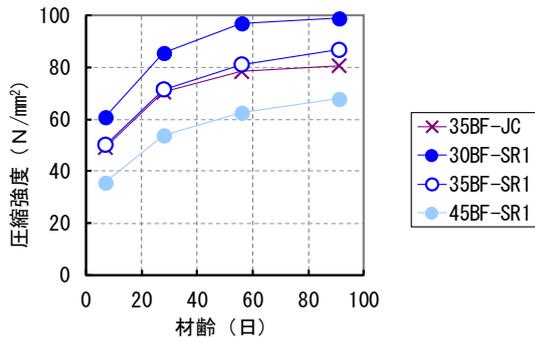


図-15 圧縮強度試験結果(実機:標準養生)

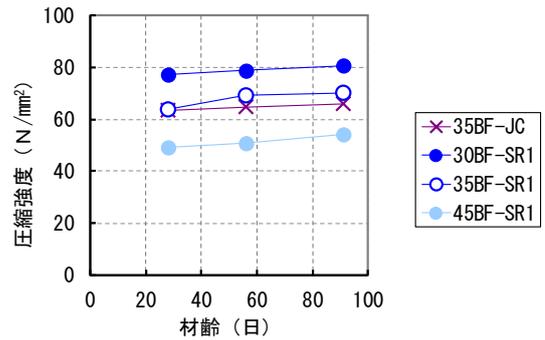


図-16 圧縮強度試験結果(実機:簡易断熱養生)

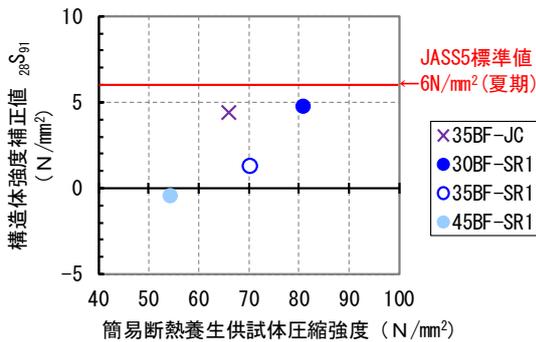


図-17 簡易断熱養生供試体圧縮強度と $_{28}S_{91}$ の関係

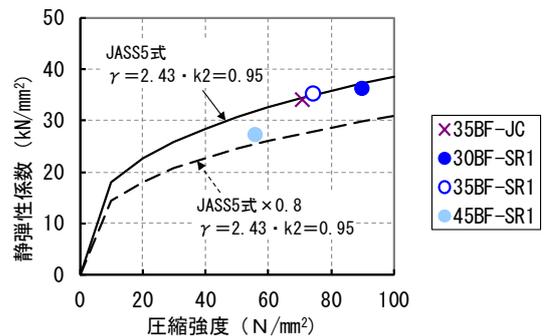


図-18 圧縮強度と静弾性係数の関係(材齢28日)

JASS5<sup>8)</sup>における夏期の標準値 $_{28}S_{91}=6\text{N/mm}^2$ 以下であった。圧縮強度と静弾性係数の関係を図-18に示す。室内実験と同様にJASS5式<sup>8)</sup>で求められる値(修正係数 $k2=0.95$ )と同様以上で、普通骨材を用いた調査との差もみられなかった。

## 6. 再生骨材コンクリートの塩化物量の管理

再生骨材コンクリートを実際の構造物に使用するためには、塩化物量の管理が重要となる。本実験における塩化物量の管理は、これまでに取得した国土交通大臣認定にて設定している方法と同様に、再生粗骨材における塩化物イオンの量(試験はJIS A 1154により実施)と再生骨材コンクリートの塩化物量の2段階で管理した。再生骨材コンクリートの塩化物量は、再生粗骨材中に固定化された塩化物イオンを考慮し、式(1)にて求められる管理限界値にて管理した。なお、再生粗骨材中に固定化されている塩化物イオンは、既往文献<sup>9), 10)</sup>に示されているように全塩化物イオンの4/5と仮定した。

$$C_{lim} = 0.30 - G \times 0.010\% \times 4/5 \quad (1)$$

ここに、 $C_{lim}$  : 再生骨材コンクリートの管理限界値 ( $\text{kg/m}^3$ )

$G$  : 単位再生粗骨材量 ( $\text{kg/m}^3$ )

使用した再生粗骨材の塩化物イオン量は0.002%であり、基準値である0.010%以下を満足した。一方、式(1)より求めた管理限界値は、SR1を使用した調査で $0.230\text{kg/m}^3$ 、SR2

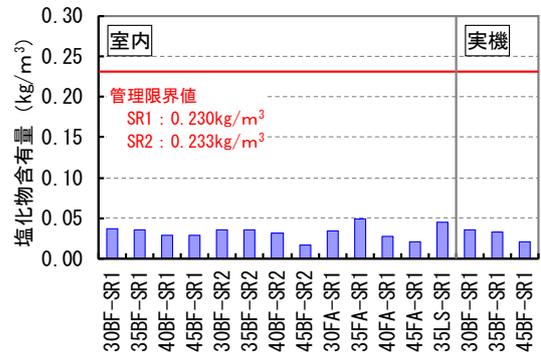


図-19 塩化物量試験結果(室内・実機)

で $0.233\text{kg/m}^3$ となるが、水粉体比、混和材の種類に関わらず、室内および実機実験の全ての調査で管理限界値を大きく下回った(図-19)。

## 7. 再生骨材コンクリートのアルカリシリカ反応性

再生骨材コンクリートのアルカリシリカ反応性は、塩化物量の管理とともに重要な管理項目である。国土交通大臣認定において、アルカリシリカ反応性の管理は、最も単位セメント量の大きい調査を対象として、アルカリシリカ反応性迅速試験方法(ZKT-206)により実施し、反応性なし(A)と設定している。本研究では、室内実験において最も単位セメント量が大きく、かつ、アルカリシリカ反応抑制対策として使用した高炉

スラグ微粉末およびフライアッシュを用いた 2 種類の調合 (30BF-SR1・30FA-SR1) について ZKT-206 による試験を実施した。結果を表 10 に示す。いずれの調合についても、反応性なし(A)とされる相対動弾性係数 80%以上であった。しかし、30BF-SR1 については平均値と個々の供試体の相対動弾性係数の差の絶対値が 3 を超えたため再試験となり、実機実験において、再度同調合の試験を実施した。その結果、相対動弾性係数 86.7%で反応性なし(A)となり、品質基準を満足した。

## 8. 国土交通大臣認定の取得

実施した室内ならびに実機実験の結果、さらに再生骨材コンクリートの品質管理および使用実績が評価され、平成 24 年 11 月に国土交通大臣認定を取得した(MCON-2739)。取得した内容は以下の通りである。

設計基準強度:24N/mm<sup>2</sup>以上 36N/mm<sup>2</sup>以下

適用部位:基礎および地下躯体

CFT 造の鋼管充填コンクリート

## 9. まとめ

再生骨材コンクリートを CFT 造の鋼管充填コンクリートとして使用することを想定し、フレッシュ性状、力学性状ならびに構造体強度補正值を確認することを目的とした実験を行った。その結果、以下の知見を得た。

- (1) 高炉スラグ微粉末およびフライアッシュを混和材として使用した再生骨材コンクリートのフレッシュ性状は良好であり、ブリーディング量および沈降量についても基準値を満足した。また、高炉スラグ微粉末を用いた調合では、実機実験においてもフレッシュ性状は良好であった。
- (2) 高炉スラグ微粉末を用いた調合の圧縮強度および静弾性係数は、粗骨材種類が普通、再生に関わらず同等であると考えられる。また、構造体強度補正值は JASS5 に示されている標準値を下回った。
- (3) 設定している再生粗骨材の品質管理基準を満足する範囲でのばらつきが圧縮強度および静弾性係数に及ぼす影響はほとんどない。
- (4) 高流動再生骨材コンクリートの塩化物量およびアルカリシリカ反応性は、設定した品質基準を満足する再生粗骨材を用いることで基準を満足することができる。

また、実験の結果ならびに再生骨材コンクリートの品質管理および使用実績が評価され、高流動再生骨材コンクリートの国土交通大臣認定を取得することができた。

## 【謝辞】

本研究の実施にあたり、(株)東京テクノ、武蔵野土木工業(株)、日本シーカ(株)および三協 Mirai(株)の御協力をいた

表 10 アルカリシリカ反応性迅速試験結果

調合名	一次共鳴振動数 (Hz)		相対動弾性係数 (%)		判定 <sup>注1)</sup>
	煮沸前	煮沸後	平均値	差	
30BF-SR1	9783	9000	84.6	87.9	再試験
	9750	9300	91.0		
	9750	9150	88.1		
30BF-SR1 (再試験)	9514	8795	85.5	86.7	反応性なし(A)
	9537	8837	85.9		
	9602	9037	88.6		
30FA-SR1	9700	9500	95.9	95.2	反応性なし(A)
	9700	9350	92.9		
	9650	9500	96.9		

注 1) 80%以上:反応性なし(A)

80%未満または 80%以上でも

個々の供試体の差の絶対値>3:再試験

だきました。ここに謝意を表します。

## 【参考文献】

- 1) 日本工業標準調査会:JIS A 5022(再生骨材 M を用いたコンクリート)
- 2) 松田ほか: 中品質再生骨材を用いたコンクリートの実構造物への適用、コンクリート工学年次論文集、Vol.34、No.1、pp.1516-1521、2012。
- 3) 安田ほか: 石灰石微粉末を用いた準高流動コンクリートの調合と諸性質、日本建築学会技術報告集、第 8 号、pp.25-28、1999.6
- 4) 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・同解説の運用及び計算例等、2009.10
- 5) 横山ほか: 角形 CFT 柱の実大施工実験 その1 概要及びコンクリートの性状、日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)、pp.499-500、1999.9
- 6) 竹内ほか: 高流動再生骨材コンクリートの実用化に関する実験的検討、日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)、pp.1205-1206、2008.9
- 7) 竹中ほか: 再生粗骨材の付着モルタルの物性が再生骨材コンクリートの品質に与える影響、コンクリート工学論文集、第 19 巻、第 3 号、pp.21-29、2008
- 8) 日本建築学会: 建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事、2009.2
- 9) 上西ほか: 再生骨材コンクリートの実用化に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)、pp.635-636、2006.9
- 10) 河野ほか: M クラス再生骨材を使用したコンクリートの建築物基礎への適用、コンクリート工学年次論文集、Vol.30、No.2、pp.409-414、2008。