

# 論文 再生骨材の吹付けコンクリートへの利用に関する基礎的検討

道正 泰弘\*

要旨：コンクリート塊リサイクルの用途拡大を目的に，事務所建物の解体コンクリート塊から製造された再生骨材を用い，吹付けモルタルおよび吹付けコンクリートについて，それぞれ斜面保護材および断面修復材への適用性について基礎的検討を行った。本検討では，吹付け前のベースモルタルおよびコンクリートにおいて配合検討を行い，得られた配合により吹付け施工した状況を確認し，コア供試体等による各種強度，促進中性化試験を実施した。その結果，再生骨材を用いた場合でも，品質低下を考慮した適切な設計を行うことにより，吹付け材料としての要求性能を満足する可能性があることが判明した。

キーワード：再生骨材，解体木材チップ，吹付けモルタル，吹付けコンクリート，斜面保護材，断面修復材

## 1. はじめに

大規模構造物の解体等，膨大な量のコンクリート塊が一定時期に発生する場合のコンクリート塊のリサイクルシステム<sup>1)</sup>を成立させるためには，環境負荷や経済性を考慮した計画的な用途を確保しておく必要がある。

例えば，既設火力発電所の建替えの場合，発生したコンクリート塊の全量を構造用コンクリート骨材として利用するのは困難で，再生路盤材等に利用あるいは処分されるのが現状となっており，結果的にこれら残存したものの輸送や処理・処分に係わる環境負荷は増加する<sup>2)</sup>。

一方，再生粗骨材の製造時に発生する再生細骨材は，多くの原モルタルを含有しており，品質が低下<sup>3)</sup>すること等から，構造用コンクリートへの利用は限定される。

本論文は，コンクリート塊リサイクルの用途拡大を目的に，再生粗骨材およびそれと同時に製造される再生細骨材の利用について，事務所建物の解体コンクリート塊から製造された再生骨材を用い，斜面保護材あるいは断面修復材としての吹付けモルタルおよびコンクリートへの適用性について基礎的検討を行った。

## 2. 原コンクリートおよび再生骨材

### 2.1 原コンクリートの性状

原コンクリートの概要を表-1に示す。原コンクリートは，約40年経過した事務所建物の内壁であり<sup>1)</sup>，仕上げ材が施されていた。構造物の設計基準強度( $F_c$ )は $18\text{N/mm}^2$ であり原骨材には砂利が使用されていた。品質は，コア供試体等の試料を採取し圧縮強度，塩化物イオン濃度を測定した。圧縮強度の平均値は $19.2\text{N/mm}^2$ と， $F_c$ を上回り，一方，塩化物イオンは検出されなかった。なお，アルカリシリカ反応性については，解体前に目視により確認を行った結果，有害なひび割れはみられない。

表-1 原コンクリートの概要

項目	緒 元		
構造物用途	SRC 造事務所建物，内壁		
仕上げ有無	あり，合成樹脂ペイント		
経年	約40年		
設計基準強度	$F_c=18\text{N/mm}^2$		
試験項目	試験方法	目標品質	測定値
圧縮強度 ( $\text{N/mm}^2$ )	JIS A 1107	18	$X=19.2$ $\sigma=1.0, n=3$
塩化物イオン濃度 (%)	JCI-SC5 (簡易法)	0.1	検出限界値以下 (カンタブ)
アルカリシリカ反応性	外観目視	有害なひび割れのないこと	なし

X:平均値,  $\sigma$ :標準偏差, n:試料(データ)数

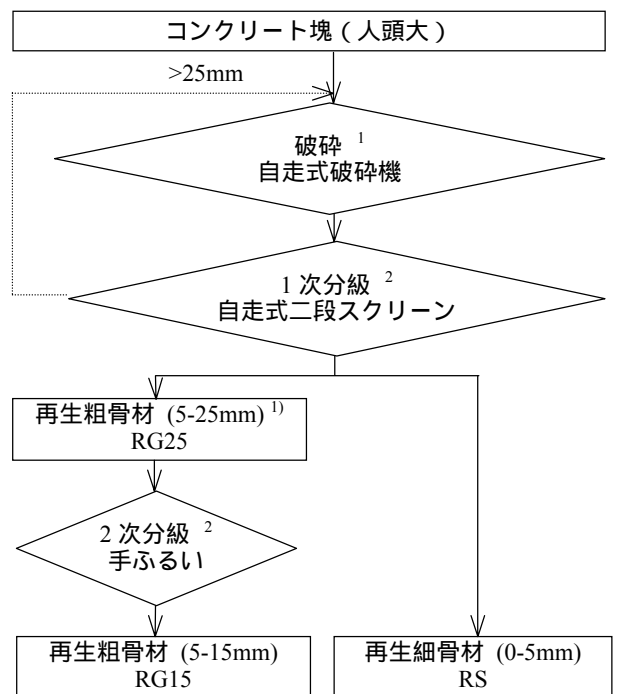


図-1 再生骨材の製造フロー

\* 東京電力(株)建設部土木・建築技術センター スペシャリスト 博士(工学) (正会員)

## 2.2 再生骨材の製造

再生骨材の製造フローを図 - 1 に示す。再生骨材の製造は乾式で行った。現場内に自走式破砕機(ジョークラッシャー搭載型)のオープンセットを粗骨材の最大寸法 25 mm に設定し、人頭大に大砕きした原コンクリートを破砕したのち、直ちに自走式二段スクリーンにより分級し、各々RG25, RS として製造した。その後、RG25 は、手ふるいにより分級し、吹付けコンクリート用骨材として、最大寸法 15mm の RG15 とした。なお、RG25 および RG15 では、分級時に手拾いにより不純物を除去した。

## 2.3 再生骨材の性質

製造した再生骨材の性質を表 - 2, 図 - 2 に示す。なお、微粒分量は RG25 において 2.2%であった<sup>1)</sup>。

### (1) 粒度

再生粗骨材のうち RG15 の粒度分布は、JIS A 5005(砕石 1505)の粒度範囲を若干はずれる。一方、RS は JIS A 5308 における砂の標準粒度範囲にほぼ適合している。

### (2) 密度および吸水率

RG25 の吸水率は 7.15%であったのに対し、2 次分級を行った RG15 では 6.24%となり、やや小さめになる。一方、RS では 10.52%と、コンクリート用再生骨材 L(JIS A 5023)の品質(13.0%以下)の範囲内にあるものの、従来の試験結果<sup>1), 3)</sup>と同様、原モルタルに支配される傾向にある。なお、密度においても同様な傾向が認められる。

### (3) アルカリシリカ反応性

アルカリシリカ反応性は、RG25, RS において JIS A 1804 により確認し、いずれも無害の判定が得られている。

### (4) 不純物量

再生骨材の不純物量は、分級時に手拾いにより除去したことから、総量で 0.60wt%(2 回の平均値)となり、JIS A 5021 の上限値である 3.0%(質量比)に比べても少ない。なお、不純物の種類は、アスファルト塊、レンガ、ガラス屑、木片・紙屑、ビニールシート片などであった。

## 3. 吹付けモルタルおよびコンクリートの性質

### 3.1 実験の概要

本検討は、斜面保護材への利用を目的とした吹付けモルタルおよび断面修復材としての吹付けコンクリートを対象とした。表 - 3 にこれらの要求性能を示す。吹付けモルタルは、再生細骨材に加えて解体木材から製造されたチップ(解体木材チップ)を混入した場合の検討を行った。一方、吹付けコンクリートは、再生粗骨材および再生細骨材の両者を用いた場合について検討を行った。なお、土木学会指針案(トンネル編)<sup>4)</sup>においては、湿式吹付けに用いる急結剤を添加する前のコンクリートをベースコンクリートと定義している。本論文では、吹付け施工を行う前の検討用配合で作製したモルタル、コン

リート(急結剤添加前)をそれぞれベースモルタル、ベースコンクリートとし、それらの配合をベース配合とした。

### 3.2 使用材料

骨材は、表 - 2, 図 - 2 に示した普通粗骨材と普通細骨材各々1種類、再生粗骨材は RG15 の 1 種類、再生細骨材 1 種類を用いた。セメントは普通ポルトランドセメントを、練混ぜ水は水道水を用いた。なお、再生骨材を

表 - 2 本検討に用いた骨材の性質

品質項目	試験方法	再生骨材			普通骨材	
		RG25 <sup>1)</sup>	RG15	RS	NG <sup>1)</sup>	NS <sup>2)</sup>
絶乾密度(g/cm <sup>3</sup> )	JIS A 1109	2.23	2.24	2.11	2.60	2.58
吸水率 (%)	JIS A 1110	7.15	6.24	10.52	1.04	1.52
アルカリシリカ反応性	JIS A 1804	無害	-	無害	-	-
不純物量(wt%)	拾出し <sup>3)</sup>	-	0.60	-	-	-

1: 硬質砂岩砕石(岩瀬産), 2: 陸砂(浜岡産)

3: 試料 30kg 毎の 2 回の平均値(1 回目:0.75 2 回目 0.44)

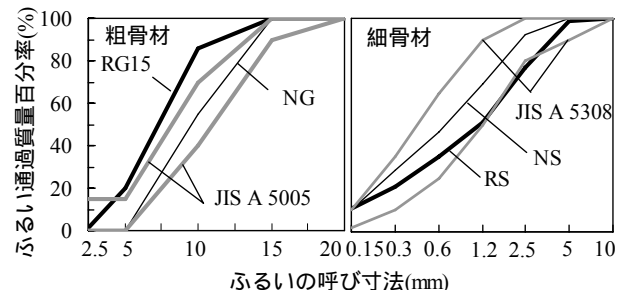


図 2 使用骨材の粒度分布

表 - 3 要求性能

種類	用途(想定)	設計基準強度 <sup>1)</sup> f'ck (N/mm <sup>2</sup> )	配合強度 <sup>1)</sup> f'cr (N/mm <sup>2</sup> )
吹付けモルタル	斜面保護材	15 ~ 18	25 ~ 27
吹付けコンクリート	断面修復材	24	31.2 (安全係数 <sup>2)</sup> :1.3) ベースコンクリート 43.7 (割増係数 <sup>3)</sup> :1.4)

1 圧縮強度(材齢 28 日)

2 圧縮強度(試験値)の精度に関する安全係数<sup>5)</sup>

3 ベースコンクリートと吹付けコンクリートの強度差の実績値<sup>6)</sup>から設定した。

表 - 4 解体木材チップの概要

項目	内容	含水調整
処理方法	膨軟化処理 <sup>2)</sup>	強制二軸ミキサ(60L)により、回転させながら霧吹きにより噴霧。水が滴り落ちる寸前の状態で使用。
形状	チップ状	
寸法	約 19mm	
密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.08	
吸水率(%) <sup>1)</sup>	125%	

1 使用時の状態(質量比)。 2 プレスショットによる。



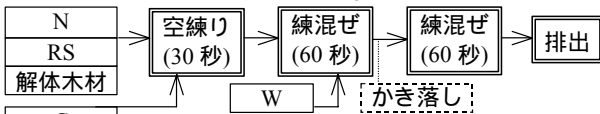
写真 - 1 解体木材チップの外観

表 - 5 ベース配合概要

区分	記号	W/C (%)	再生骨材置換率(%)		解体木材チップ (kg/m <sup>3</sup> )	s/a (%)	設計値			単位量(kg/m <sup>3</sup> )				抑泡剤量 (wt%)			
			RG15	RS			空気量 (%)	フロー (mm)	スランブ (mm)	W	C	粗骨材			細骨材		
												NG	RG15		NS	RS	
吹付けモルタル	NS-D0	50	-	0	0	-	0	120 ± 15	-	210	420	-	-	1722	0	-	
	NS-D250				250					180	360			1243			
	RS100-D0				0					190	380			0	1600		
	RS100-D100				100					100	1404						
	RS100-D250				250					185	370						1082
	RS100-D500				500					500	545						
吹付けコンクリート	NG100-NS100	45	100	0	-	60	2.0	-	15 ± 2.5	218	484	640	0	957	0	-	
	RG <sub>15</sub> 100-NS60RS40			40						220	489	0	576	543	362	0.01	
	RG <sub>15</sub> 100-NS30RS70			70						225	500	0	568	258	602	0.02	
	RG <sub>15</sub> 100-RS100			100						227	504	0	565	0	826	0.04	

[吹付けモルタル]

強制2軸型ミキサ(公称容積60L)



[吹付けコンクリート]

パン型ミキサ(公称容積100L)

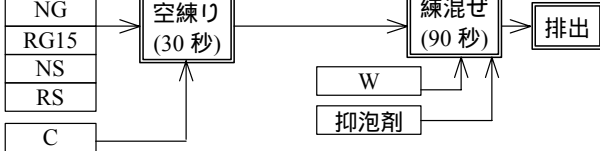


図 - 3 ベース配合の練混ぜ手順

用いた吹付けコンクリートには抑泡剤(主成分:ポリアルキレングリコール誘導体)を用いた。表 - 4 と写真 - 1 に吹付けモルタルに用いた解体木材チップの概要を示す。木材チップは膨軟化処理したものを含水調整して用いた。

### 3.3 ベースモルタルおよびコンクリート

#### (1) 配合および試験方法

本検討に用いたベース配合を表 - 5 に示す。吹付けモルタルの設計基準強度( $f_{ck}$ )は、土木学会指針案(のり面編)<sup>7)</sup>に示されているのり面用吹付けコンクリートの圧縮強度区分(材齢 28 日)のうち、従来から用いられている 15 ~ 18N/mm<sup>2</sup> の範囲<sup>7)</sup>とし、配合強度( $f_{cr}$ )は、25 ~ 27 N/mm<sup>2</sup> の範囲に設定した。配合は、水セメント比を 50% とし、普通細骨材のみを用いた場合、再生細骨材を全量置換したものに比べて、解体木材チップの混入量を 100 ~ 500kg/m<sup>3</sup> に変化させた合計 6 水準の配合により検討を行った。吹付けコンクリートでは、 $f_{ck}$  は構造用コンクリートを想定して 24N/mm<sup>2</sup>(材齢 28 日)とした。 $f_{cr}$  は、 $f_{ck}$  に安全係数 1.3 を乗じて設定し、ベースコンクリートの  $f_{cr}$  は、更に割増係数 1.4 を乗じて設定した。配合は、水セメント比を 45%、細骨材率を 60%一定とし、比較用の普通コンクリート、再生粗骨材を全量置換し更に再生細骨材の置換率を 40%、70%、100%に変化させた合計 4 水準の配合により検討を行った。このうち、再生骨材を用いたものは、所定の空気量が得られるよう空気量

表 - 6 ベース配合の試験項目

試験項目	試験方法	吹付けモルタル	吹付けコンクリート
フロー値	JIS A 5201		-
スランブ	JIS A 1101	-	
空気量	JIS A 1128	-	
温度 <sup>1</sup>	JIS A 1156	-	
圧縮強度 <sup>2</sup>	JIS A 1108	材齢 7, 28 日	材齢 7, 28 日

<sup>1</sup> アルコール温度計による。 <sup>2</sup> 標準養生による。

表 - 7 ベース配合のフレッシュ性状

区分	記号	フロー値(mm)	スランブ(cm)	空気量(%)	温度
吹付けモルタル	NS-D0	116	-	-	-
	NS-D250	106			
	RS100-D0	112			
	RS100-D100	116			
	RS100-D250	110			
	RS100-D500	101			
吹付けコンクリート	NG100-NS100	-	15.5	1.5	20.7
	RG <sub>15</sub> 100-NS60RS40		16.0	3.1	21.6
	RG <sub>15</sub> 100-NS30RS70		16.0	3.6	21.1
	RG <sub>15</sub> 100-RS100		16.5	2.5	20.7

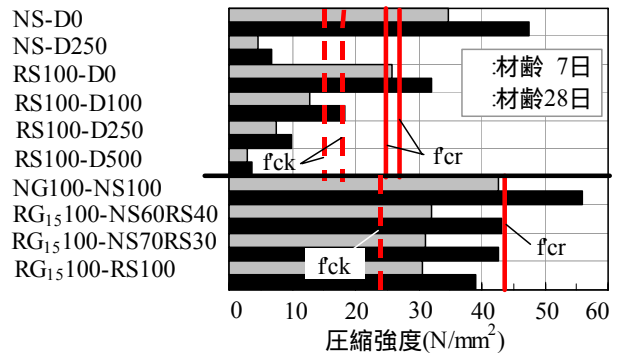


図 - 4 ベース配合における圧縮強度試験結果

調整剤として抑泡剤を単位セメント量に対して 0.01 ~ 0.04wt%の範囲で混入した。試験項目を表 - 6 に示す。

#### (2) 練混ぜ方法

図 - 3 にベース配合の練混ぜ手順を示す。吹付けモルタルは、強制2軸型ミキサ(60L)を用い、細骨材、セメントおよび解体木材チップを投入し、30秒の空練りを行った後、水を加え120秒間の練混ぜを行った。一方、吹付けコンクリートは、パン型ミキサ(100L)により粗骨材、細骨材およびセメントを投入し、30秒の空練りを行った

表 - 8 吹付けモルタルおよびコンクリートの配合概要

区分	記号	W/C (%)	再生骨材置換率(%)		解体木材チップ (kg/m <sup>3</sup> )	s/a (%)	設計値			単位量(kg/m <sup>3</sup> )					抑泡剤量 (wt%)	急結剤量 (wt%)		
			RG15	RS			空気量 (%)	フロー値(mm)	スランブ (cm)	W	C	粗骨材	細骨材					
												NG	RG15	NS			RS	
斜面保護用吹付けモルタル	SNS-D0	50	-	0	0	-	0	120 ± 15	-	195	395	-	-	1786	0	-	-	
	SRS100-D0				0					190	380							1600
	SRS100-D100		100		100					185	370				0			1404
	SRS100-D250				250										1082			
断面修復用吹付けコンクリート	RNG100-NS100	45		0	0	-	60	2.0	-	15 ± 2.5	210	467	655	0	978	0	-	
	RRG <sub>15</sub> 100- NS60RS40		100	40							213	473		588	554	369	0.01	
	RRG <sub>15</sub> 100- NS30RS70			70							217	482	0	581	264	616	0.02	
	RRG <sub>15</sub> 100-RS100			100							219	487		578	0	845	0.04	

後、水および抑泡剤を加えて 90 秒間練混ぜた。

(3)フレッシュ性状

表 - 7 にベース配合のフレッシュ性状を示す。吹付けモルタルのフロー値は 101 ~ 116mm であり、概ね良好な圧送性が得られるとされる目標品質(120mm 程度)<sup>7)</sup>の範囲であった。吹付けコンクリートのスランブは、NG100-NS100 に対して、再生骨材を混入したもので、やや大きくなる傾向がみられたものの設計値の範囲は満足した。

(4)圧縮強度

図 - 4 に、ベース配合の圧縮強度試験結果を示す。吹付けモルタルは、NS-D0 に対して、再生細骨材を全量置換した RS100-D0 では約 30%低下するが、 $f_{cr}$  は上回る。

一方、解体木材チップを混入した場合、混入量の増加に伴い圧縮強度は大きく低下し、250kg/m<sup>3</sup> 以上混入したものでは、 $f_{ck}$  をも下回る。なお、RS100-D0、RS100-D100 では、材齢の経過に伴う強度発現はみられるものの、解体木材チップを 250kg/m<sup>3</sup> 以上混入したものでは、強度発現は殆どみられない。吹付けコンクリートは、再生骨材を用いたものは、NG100-NS100 に対して、再生骨材置換率の増加に伴い低下し、 $f_{ck}$  は上回るものの、ベースコンクリートの  $f_{cr}$  は若干下回り、再生粗骨材と再生細骨材を全量置換した RRG<sub>15</sub>100-RS100 では 30%程度低下する。なお、材齢 7 日から 28 日にかけての圧縮強度の伸びは、いずれも NG100-NS100 とほぼ同等である。

3.4 斜面保護材および断面修復材への適用性

3.3 の検討結果に基づき、パネル型枠への吹付け試験を行い、表 - 3 に示した用途への適用性について検討を行った。なお、試験項目を表 - 9 に示す。

(1) 試験方法

図 - 5 に吹付けシステムの概要を示す。試験は、フレッシュ性状を測定し、パネル型枠にモルタルおよびコンクリートを吹付け、その状況を目視観察した。なお、吹付けコンクリートのはね返り率を測定した。硬化性状は、型枠に吹付けたモルタル、コンクリートからコア供試体の採取等により、斜面保護用吹付けモルタルは、見掛け密度、圧縮強度、圧縮弾性を、断面修復用吹付けコンクリートは、見掛け密度、圧縮強度、圧縮弾性、曲げ強度、

表 - 9 試験項目

試験項目	試験方法等	斜面保護用吹付けモルタル	断面修復用吹付けコンクリート
フロー値	JIS A 5201		-
スランブ	JIS A 1101	-	
空気量	JIS A 1128		
温度 <sup>1</sup>	JIS A 1156		
吹付け状況	目視	施工時	施工時
はね返り率(リバウンド率)	JSCE-F 563-2005	-	
見掛け密度 <sup>2,3</sup>	JIS A 1107 JIS A 1108	材齢 7, 28 日	材齢 7, 28 日
圧縮強度 <sup>2,3</sup>	JIS A 1107	材齢 7, 28 日	材齢 7, 28 日
圧縮弾性 <sup>2,3</sup>	JIS A 1149	材齢 7, 28 日	材齢 7, 28 日
曲げ強度 <sup>3</sup>	JIS A 1106	-	材齢 7, 28 日
引張強度 <sup>2,3</sup>	JIS A 1113	-	材齢 7, 28 日
付着強度 <sup>4</sup>	JSCE-K561	-	材齢 7, 28 日
促進中性化 <sup>2</sup>	JIS A 1153	-	材齢 91, 182 日

1: アルコール温度計による。  
2: 3 本のコア供試体による。  
3: 試験体の作製方法は JSCE-F 561-2005 による。  
4: 試験体の作製は JSCE-F 566-2005 により 3 箇所実施

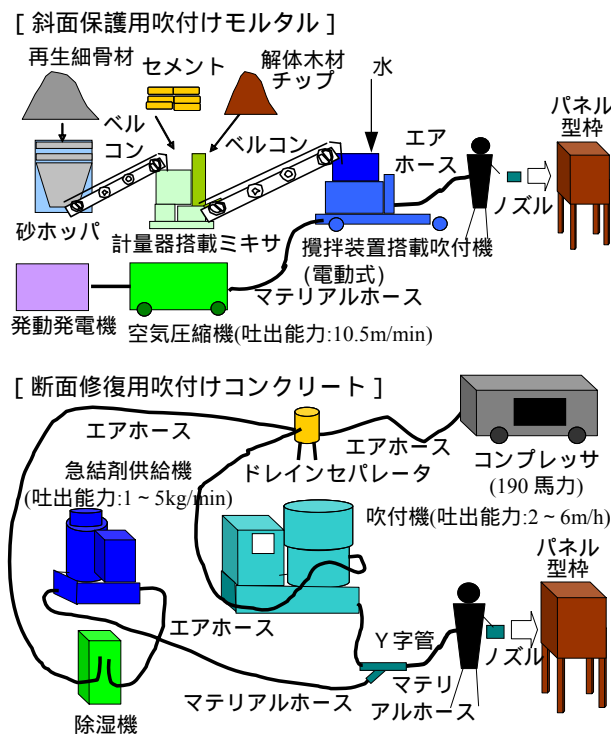


図 - 5 吹付けシステムの概要

表 - 10 フレッシュ性状および吹付け状況

区分	記号	フロー値(mm)	スランブ(cm)	空気量(%)	温度( )	はね返り率(%)	吹付け状況			
							圧送性	吐出連続性	粉体飛散性	急結剤混合性
斜面保護用吹付けモルタル	SNS-D0	測定不能	-	-	13.3	-	脈動あり	やや断続的	-	-
	SRS100-D0	102			18.0		閉塞あり	断続的		
	SRS100-D100	110			18.4		脈動あり	やや断続的		
	SRS100-D250	103			16.7		脈動あり	やや断続的		
断面修復用吹付けコンクリート	RNG100-NS100	-	16.0	2.0	20.4	23.0	良好	連続的	飛散なし	良好
	RRG <sub>15</sub> 100-NS60RS40		15.5	2.7	21.0	20.0	良好	連続的	飛散なし	良好
	RRG <sub>15</sub> 100-NS30RS70		14.0	3.2	21.1	17.2	良好	連続的	飛散なし	良好
	RRG <sub>15</sub> 100-RS100		14.0	3.0	20.5	22.5	良好	連続的	飛散なし	良好

表 - 11 吹付け後の強度試験結果

区分	記号	見掛け密度(kg/m <sup>3</sup> )		圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )		ヤング係数(kN/mm <sup>2</sup> )		曲げ強度(N/mm <sup>2</sup> )		引張強度(N/mm <sup>2</sup> )		付着強度(N/mm <sup>2</sup> )	
		7日	28日	7日	28日	7日	28日	7日	28日	7日	28日	7日	28日
		斜面保護用吹付けモルタル	SNS-D0	2240	2230	28.1	39.4	20.6	23.0	-	-	-	-
	SRS100-D0	2020	2020	16.1	20.1	11.2	14.2						
	SRS100-D100	1880	1880	10.8	14.4	7.74	9.25						
	SRS100-D250	1750	1750	8.31	10.2	5.82	6.50						
断面修復用吹付けコンクリート	RNG100-NS100	2300	2310	39.5	49.2	25.5	28.3	6.46	6.64	3.01	3.21	3.39	2.32
	RRG <sub>15</sub> 100-NS60RS40	2170	2190	35.6	39.8	20.3	22.5	4.41	4.83	2.65	3.11	3.34	1.68
	RRG <sub>15</sub> 100-NS30RS70	2130	2140	32.0	37.4	18.6	20.5	4.46	4.58	2.66	2.73	2.13	1.31
	RRG <sub>15</sub> 100-RS100	2060	2100	31.1	34.4	16.8	18.2	4.30	4.34	2.25	2.65	2.44	1.62

引張強度，付着強度，促進中性化の諸試験を行った。

(2) 配合

配合概要を表 - 8 に示す。斜面保護用吹付けモルタルは，水セメント比 50%一定とし，事前に NS-D0 において吹付け施工し練混ぜ状況を目視にて確認した。その結果，ベース配合の 210kg/m<sup>3</sup> から単位水量を 15kg/m<sup>3</sup> 低減させた 195kg/m<sup>3</sup> とし，更に再生細骨材を用いたものは 5kg/m<sup>3</sup>，解体木材チップを用いたものでは 10kg/m<sup>3</sup> 低減させた。また，再生細骨材の置換率は 100%とし，解体木材チップの混入量を 0(未混入)，100kg/m<sup>3</sup>，250kg/m<sup>3</sup> に変化させた合計 4 水準の配合とした。断面修復用吹付けコンクリートは，水セメント比を 45%，細骨材率を 60%一定とした。なお，ミキサの種類が異なることに起因するフレッシュ性状の変化を考慮して，所要のスランブが得られるように，単位水量はベース配合から 7~8 kg/m<sup>3</sup> 低減させた。再生骨材の置換率は，ベース配合と同様とし，それぞれ抑泡剤を単位セメント量の 0.01~0.04wt%，カルシウムアルミネート系(粉体)の急結剤(JSCE-D102-2005)を 7%混入した合計 4 水準の配合とした。

(3) フレッシュ性状および吹付け状況

フレッシュ性状，吹付け状況とその例を表 - 10，写真 - 2 に示す。斜面保護用吹付けモルタルは，SNS-D0 で流動性が低すぎたことにより測定ができなかったものの，他の吹付けモルタルでは，いずれもフロー値は目標の範囲であった。また，再生骨材を用い，解体木材チップを混入しない SRS100-D0 では，圧送時にマテリアルホースの脈動が多く閉塞し，吐出の連続性がないことから吹付け性能は低い。しかし，解体木材チップを 100



写真 - 2 吹付け状況の例

表 - 12 吹付けコンクリートの促進中性化試験結果

記号	促進中性化深さ(mm) <sup>1</sup>					
	材齢 91 日			材齢 182 日		
	吹付	型枠	平均	吹付	型枠	平均
RNG100-NS100	0.1	2.9	1.5	4.2	4.4	4.3
RRG <sub>15</sub> 100-NS60RS40	4.8	4.5 <sup>2</sup>	4.7	8.8	7.3	8.1
RRG <sub>15</sub> 100-NS30RS70	5.1	4.8	5.0	10.8	9.2	10.0
RRG <sub>15</sub> 100-RS100	7.8	6.8	7.3	10.8	9.9	10.3

<sup>1</sup> 吹付は吹付面，型枠は型枠面のコア供試体各 3 本，各々 5 箇所，合計 15 箇所の平均値を示す。

<sup>2</sup> コア供試体各 2 本，各々 5 箇所，合計 10 箇所の平均値。

kg/m<sup>3</sup> 以上混入することにより，やや改善される傾向がみられた。断面修復用吹付けコンクリートで再生骨材を用いた場合のスランブは，普通骨材を用いた場合と同様，設計値の範囲にあり，吹付け状況も良好であった。はね返り率は，再生骨材を用いた場合で 17.2~22.5%の範囲にあり，RNG100-NS100 の 23.0%に比べてやや小さい。

(4) 硬化性状

吹付け後の強度試験結果を表 - 11 に示す。また，促進中性化試験結果を表 - 12 に，吹付け後の圧縮強度と諸性質の関係を図 - 6 に示す。斜面保護用吹付けモルタル

ルは、SNS-D0 に対し再生骨材を置換し、更に解体木材チップの混入量の増加に伴い低下し、材齢の経過に伴う強度の伸びも小さくなる。しかし、解体木材チップの混入量が  $100\text{kg/m}^3$  であれば、設定した設計基準強度( $f^{\text{ck}}$ )の範囲を若干下回る程度であった。断面修復用吹付けコンクリートの材齢 28 日圧縮強度は、再生骨材置換率の増加に伴い低下するものの、いずれのコンクリートも配合強度( $f^{\text{cr}}=31.2\text{N/mm}^2$ )を満足する。なお、再生骨材を用いた場合の付着強度は、いずれも土木学会指針案(補修・補強編)<sup>5)</sup>の設定値( $1\sim 1.3\text{N/mm}^2$ )を満足した。促進中性化深さは、再生骨材置換率の増加に伴い大きくなり、材齢 181 日の平均値でみると、RNG100-NS100 の  $4.3\text{mm}$  に対し、RRG<sub>15</sub>100-RS100 では  $10.3\text{mm}$  と約 2.4 倍になる。

吹付け後の材齢 28 日圧縮強度と諸性質の間には比較的確な相関性がみられ、いずれの吹付けモルタル、吹付けコンクリートともに圧縮強度の増加に伴い、見掛け密度、ヤング係数、曲げ強度、引張強度および付着強度は大きくなり、促進中性化深さは小さくなる。

#### 4. まとめ

コンクリート塊りサイクルの用途拡大を目的に、再生骨材、解体木材チップを用いた斜面保護材用吹付けモルタル、再生骨材を用いた断面修復用吹付けコンクリートへの適用性について基礎的検討を行った。

- (1) 再生骨材を用いた吹付けモルタルは、解体木材チップの混入により、圧送性、吐出連続性がやや改善される傾向がみられた。一方、圧縮強度、ヤング係数は、再生細骨材を用いると低下する。更に、解体木材チップ混入量の増加に伴い大きく低下するが、 $100\text{kg/m}^3$  であれば、所定の強度を得る可能性はある。
- (2) 断面修復用吹付けコンクリートは、再生粗骨材、再生細骨材を全量置換した場合でも、普通骨材を用いた場合とほぼ同等の吹付け性能を有する。一方、強度は再生骨材置換率の増加に伴い低下し、中性化は早くなるが、品質低下を考慮した設計を行うことにより、所定の品質を得ることが可能である。
- (3) 以上のことから、本検討の範囲では、再生骨材、解体木材チップを用いた吹付けモルタル、再生粗骨材と再生細骨材を用いた吹付けコンクリートは、適切な設計を行うことにより、斜面保護材、断面修復材としての要求性能を満足できる可能性がある。

#### 参考文献

- 1) Yasuhiro Dosho “Development of a Sustainable Concrete Waste Recycling System -Application of Recycled Aggregate Concrete Produced by Aggregate Replacing Method” Journal of Advanced Concrete

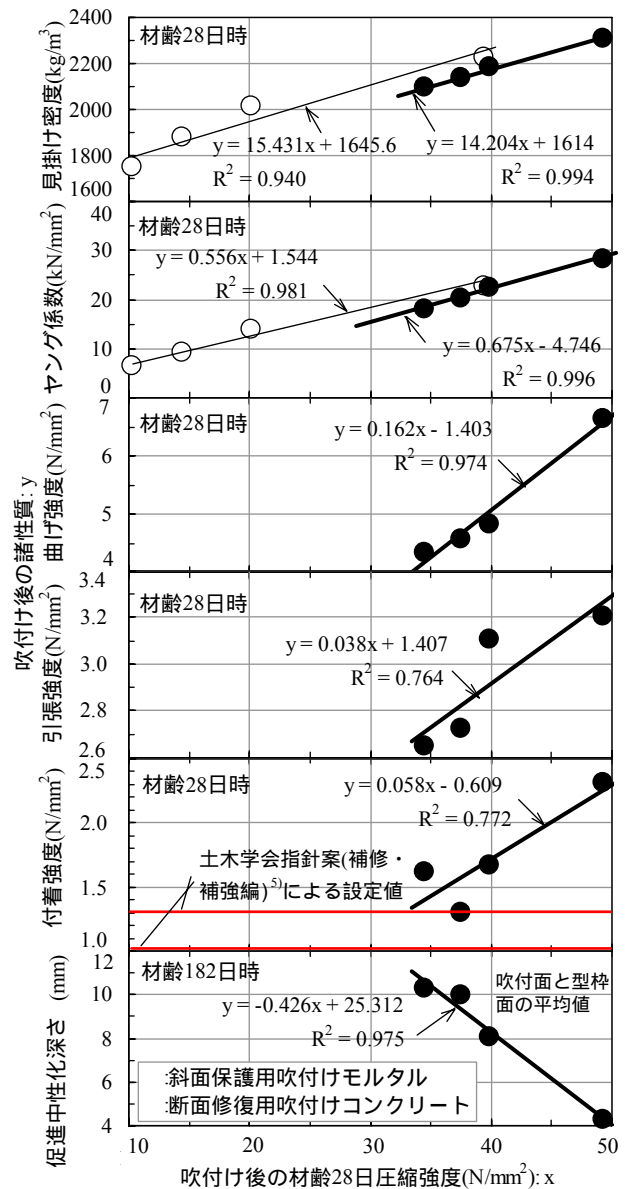


図 - 6 吹付け後の圧縮強度と諸性質の関係

Technology, Vol.5, No.1, pp. 27-42, JCI, Feb. 2007.

- 2) 道正泰弘：コンクリート塊りサイクルの持続可能性評価、環境時代におけるコンクリートイノベーションに関するシンポジウム 論文集、日本コンクリート工学協会、pp.論 59-論 64、2008
- 3) 道正泰弘：再生骨材のプレキャストコンクリートへの利用に関する基礎的検討、コンクリート工学年次論文集、Vol. 30, No. 2, pp. 367-372、2008
- 4) 土木学会、コンクリートライブラリー121、吹付けコンクリート指針(案) [トンネル編]、2005
- 5) 土木学会、コンクリートライブラリー123、吹付けコンクリート指針(案) [補修・補強編]、2005
- 6) 東京大学生産技術研究所、高品質吹付けコンクリートの開発、共同研究・最終報告書、平成 15 年 3 月
- 7) 土木学会、コンクリートライブラリー122、吹付けコンクリート指針(案) [のり面編]、2005