

破砕値による残留モルタル塊および混入モルタルの量を考慮した再生粗骨材の品質管理方法

高橋 祐一* 竹内 博幸*

要 旨

再生粗骨材を用いたコンクリートの圧縮強度や長さ変化により示される性能に影響を及ぼす残留モルタル塊や混入モルタルの量を製造工程中に管理する方法として、破砕試験による破砕値に着目し、4つの工場で製造した再生粗骨材を対象に試験を行った。その結果、得られた破砕値とモルタル塊残留率およびモルタル混入率は、良好な相関を示すことを確認した。本報では、良質な再生粗骨材Mの管理方法として、モルタル塊残留率およびモルタル混入率、また、混入モルタル分担吸水率および絶乾密度を品質管理項目とした場合の破砕値の基準値の設定方法の提案と、この方法で設定した基準値の妥当性を検証した。さらに、破砕値の基準を満足した再生粗骨材を用いたコンクリートの圧縮強度および長さ変化試験結果について報告する。

1. はじめに

再生粗骨材を用いたコンクリートの圧縮強度や長さ変化により示される性能は、再生粗骨材に含まれるモルタルやセメントペースト(以下、混入モルタル)の影響を受けている。筆者らは、その混入モルタルをさらに原粗骨材に付着したモルタル(以下、付着モルタル)と塊で単独で残留しているモルタル(以下、残留モルタル塊)に分類し、それぞれの量と再生骨材コンクリートの性能との関係を確認した。その結果、再生骨材コンクリートの特性に及ぼす影響は、混入モルタルに占める割合が小さい残留モルタル塊の方が大きいことを確認した。さらに、残留モルタル塊が少ない再生粗骨材Mを用いたコンクリートは、再生粗骨材Hを用いたものと同等の性能を有することを確認した^{1),2)}。以上のことから、残留モルタル塊および混入モルタルが少ない良質な再生粗骨材Mの適用範囲を拡大し、有効利用を推進するためには、これらの量の管理が必要と考えられる。そこで、再生粗骨材の製造工程において、残留モルタル塊等の量を推定することができる試験方法として、JIS A 5023 附属書 C「再生骨材の製造工程管理用品質試験方法—再生粗骨材Lの吸水率の推定値試験方法」(以下、規格)による破砕値に着目した。そして、破砕値と残留モルタル塊等の量との関係を確認し、いずれも良好な相関を示すことを確認³⁾した。

本報では、具体的な品質管理項目として、「モルタル塊残留率とモルタル混入率」、ならびに再生粗骨材の品質管理に一般的に用いられる項目である「吸水率と絶乾密度」の2ケースを対象に、それぞれの破砕値の基準値の設定方法を検討し、破砕値により良質な再生粗骨材Mの品質管理を行う方法について提案し、その方法により設定した基準値の妥当性を検証した。また、同方法により設定した破砕値の基準

を満足した再生粗骨材を用いたコンクリートの圧縮強度および長さ変化を確認し、再生粗骨材H、ならびに破砕値の基準を満足しないMやLを用いたコンクリートとの比較を行った結果について報告する。

2. 再生粗骨材の破砕試験

2.1 検討に用いた再生粗骨材

破砕試験および検討に用いた再生粗骨材の概要を表1に示す。本検討で使用した再生粗骨材は、W～Zの4工場で製造されたものと、それらの一部を再処理したものの計16種類で、原コンクリートの種類としては9種類である。再生粗骨材の品質を吸水率および絶乾密度により区分すると、再生骨材Hに該当するものが5種類、Mが7種類、Lが3種類であった。その他、1種類は吸水率が再生粗骨材Lの基準を超過しているが、以降の検討はLに該当するものとして行った。モルタル塊残留率は、残留モルタル塊の絶乾質量を再生粗骨材の絶乾質量で除した値、モルタル混入率は骨材に付着したモルタルと残留モルタル塊の絶乾質量を再生粗骨材の絶乾質量で除した値とした。また、原粗骨材の吸水率は、再生粗骨材の付着モルタルを除去した骨材の吸水率とした。なお、残留モルタル塊と付着モルタルそれぞれの量の測定方法は、文献³⁾を参照されたい。

2.2 破砕試験方法

破砕試験は基本的に規格に従って実施した。ただし、載荷荷重は規格では100kNとなっているが、過去の実験結果より、100kNではモルタル塊残留率等による破砕値の差が明確にならない可能性があることから、本研究では200kNとした。また、ふるい目の寸法は規格で規定されている2.5mmの他、5mmを加えた。破砕試験は、各試料につき3回実施し、2.5mmおよび5mmのふるいを通過したそれぞれの質量の全

*技術研究所 建築技術開発部

表-1 再生粗骨材の概要

工場	骨材記号*1	処理方法		品質区分*2	吸水率 (%)	絶乾密度 (g/cm ³)	モルタル塊残留率 (%)	モルタル混入率 (%)	原粗骨材	
		処理方法	再処理方法						吸水率 (%)	種類
W	W-AH	破砕+すりもみ	—	H	2.34	2.46	0.6	2.7	2.20	砕石
	W-AH'		すりもみ+洗浄	H	2.65	2.54	0.6	2.9		
X	X-BH	破砕+すりもみ+比重分離	—	H	2.34	2.52	4.2	14.9	1.88	砂利
Y	Y-CH	破砕	すりもみ+洗浄	H	2.93	2.50	9.1	27.3	1.25	砂利
	Y-CM			M	4.20	2.40	15.0	39.8		
	Y-CL			L	5.76	2.31	24.0	42.9		
Z	Z-DM	破砕	すりもみ+洗浄	M	3.49	2.44	8.3	34.1	0.61	砕石
	Z-DM'			M	4.31	2.38	21.1	47.1		
	Z-DL*3			(L)	7.24	2.20	28.4	55.9		
W	W-EH	破砕+すりもみ	—	H	2.23	2.55	5.8	13.9	1.51	砕石
	W-FM	破砕+すりもみ	—	M	3.19	2.48	10.5	25.3	0.96	砕石
	W-GM	破砕	すりもみ	M	3.10	2.49	7.4	14.4	1.25	砕石
	W-GL		—	L	5.06	2.36	13.1	35.1		
	W-HM	破砕+すりもみ	—	M	3.06	2.50	8.0	15.1	1.72	砂利
	W-IM	破砕	すりもみ	M	3.55	2.46	12.3	24.3	1.39	砂利
	W-IL		—	L	5.90	2.31	18.3	47.1		

*1 骨材記号: 工場-原コンクリート種類(A~I)・品質区分(H・M・L) *2 品質区分は吸水率および絶乾密度による

*3 吸水率が再生骨材Lの基準を超過しているがLに該当するものとした。

試料の質量に対する割合をそれぞれ 2.5mm 破砕値、5mm 破砕値とした。

2.3 モルタル塊残留率・モルタル混入率と破砕値の関係

モルタル塊残留率およびモルタル混入率と 2.5mm 破砕値および 5mm 破砕値の関係を図-1、2に示す。2.5mm 破砕値および 5mm 破砕値ともにモルタル混入率、モルタル塊残留率の増加に伴って大きくなる傾向を示し、いずれも良好な相関を示しており、破砕値からモルタル塊残留率およびモルタル混入率を推定することが可能であると考えられる。また、5mm 破砕値に対する 2.5mm 破砕値の割合(以下、2.5mm 破砕値/5mm 破砕値)は再生粗骨材の品質が高いほど小さくなる傾向を示した(図-3)。これは、既往の研究⁴⁾において、原石の圧縮強度の増加に伴って、破砕値が小さくなる傾向がみられている。普通強度範囲のコンクリートのモルタルマトリックスの圧縮強度は、一般に骨材の圧縮強度よりも小さい⁵⁾と考えられることから、混入モルタルを多く含む再生粗骨材では、原粗骨材と比較して、混入モルタルの方が早期に破砕され、かつ、細かい粒子となるため、2.5mm 破砕値/5mm 破砕値の値が大きくなったものと考えられる。また、データが少ないため一概に言うことはできないが、原コンクリートの水セメント比が大きいほど 2.5mm 破砕値/5mm 破砕値の値が大きくなる傾向がみられている(図-4)。原コンクリートの水セメント比は、コンクリートの圧縮強度や長さ変化に対して、少なからず影響を及ぼすとの報告⁶⁾もあり、再生骨材の原料となる構造物では、数十年前のものも多く、原コンクリートの

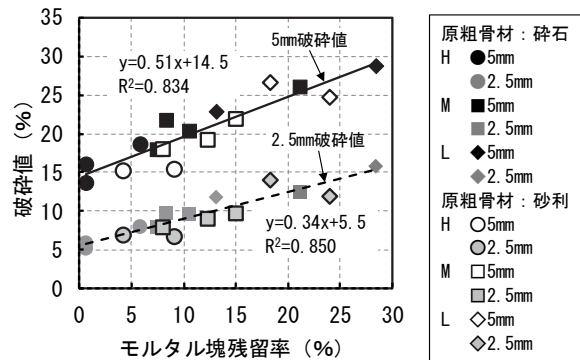


図-1 モルタル塊残留率と破砕値の関係

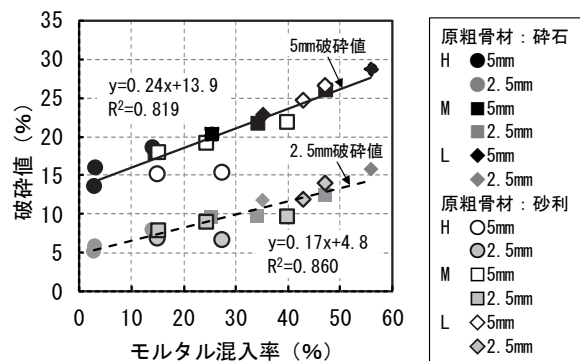


図-2 モルタル混入率と破砕値の関係

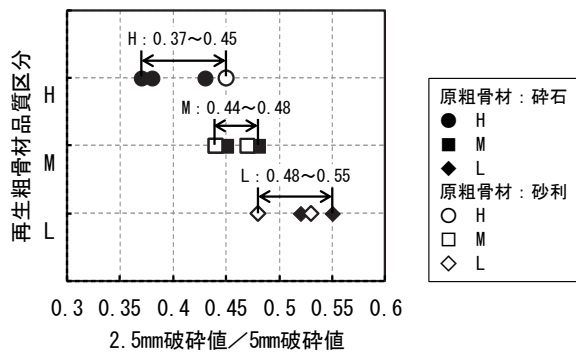


図-3 品質区分別 2.5mm 破砕値/5mm 破砕値の範囲

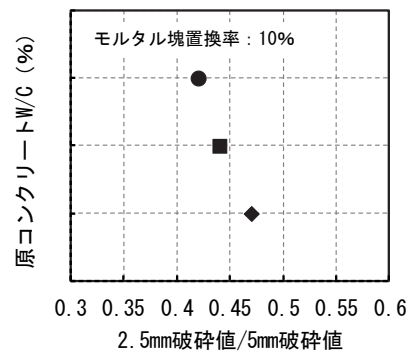


図-4 原コンクリート W/C 別 2.5mm 破砕値/5mm 破砕値

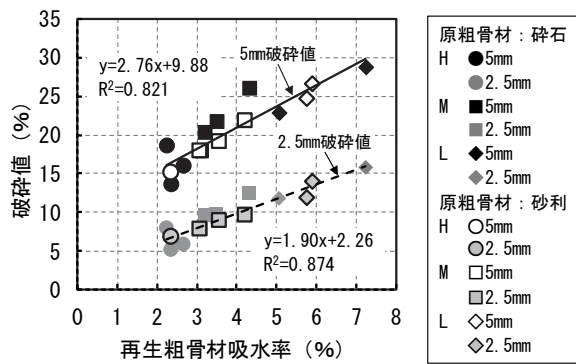


図-5 再生粗骨材吸水率と破砕値の関係

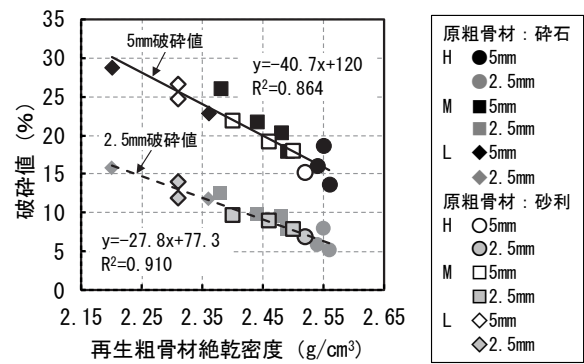


図-6 再生粗骨材絶対乾密度と破砕値の関係

水セメント比が特に大きいケースも想定される。一般に、原コンクリートの水セメント比が大きいほど、混入モルタルは再生骨材の製造時に除去されやすいと考えられるが、破砕値に加えて原コンクリートの水セメント比を考慮できると思われる 2.5mm 破砕値/5mm 破砕値を確認することは、再生粗骨材の品質管理方法として有効な手段と言える。

2.4 モルタル分担吸水率・絶対乾密度と破砕値の関係

吸水率および絶対乾密度と 2.5mm 破砕値および 5mm 破砕値の関係を図-5および図-6に示す。破砕値は吸水率の増加、絶対乾密度の低下に伴って大きくなる傾向にあり、ともに良好な相関を示した。吸水率については、採用した破砕試験が、元々再生粗骨材Lを対象とした吸水率の推定に用いられるものであり、本実験の結果から再生粗骨材Hまで対応できる可能性を確認した。また、再生粗骨材の吸水率が大きく、かつ絶対乾密度が小さくなる要因としては、原粗骨材よりも混入モルタルの影響が大きいため、混入モルタルとの相関が認められた破砕値が吸水率および絶対乾密度と良好な相関を示したものと考えられる。また、再生粗骨材の吸水率は図-7に示すように原粗骨材と混入モルタルの吸水率を併せたものと考えられる。図では再生粗骨材吸水率が

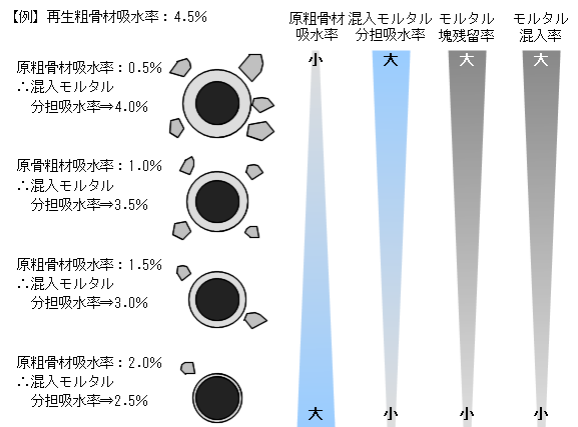


図-7 再生粗骨材の構成および原粗骨材吸水率と混入モルタル分担吸水率等との関係

4.5%で原粗骨材吸水率が異なった場合の混入モルタルが分担する吸水率(以下、混入モルタル分担吸水率)とモルタル塊残留率、モルタル混入率の関係を示している。原粗骨材の吸水率が小さい場合、混入モルタル分担吸水率が大きくなる、すなわちモルタル塊残留率およびモルタル混入率が

大きくなるため、コンクリートの性能に及ぼす影響が大きい再生粗骨材と判断できる。一方、原粗骨材吸水率が比較的大きい場合には、混入モルタル分担吸水率が小さい、すなわちモルタル塊残留率およびモルタル混入率が小さくコンクリートの性能に及ぼす影響は小さい再生粗骨材であると考えることができる。そこで、本検討で使用した再生粗骨材の混入モルタル分担吸水率を式(1)により求め、モルタル塊残留率およびモルタル混入率との関係を確認した(図-8および図-9)。

$$q_M = Q_R - Q_O \quad (1)$$

ここに、 q_M : 混入モルタル分担吸水率(%)
 Q_R : 再生粗骨材吸水率(%)
 Q_O : 原粗骨材吸水率(%)

その結果、モルタル塊残留率およびモルタル混入率と混入モルタル分担吸水率は、いずれも良好な相関を示しており、残留モルタル塊および混入モルタルの量の増加に伴って混入モルタル分担吸水率が大きくなることが確認できた。さらに、モルタル塊残留率およびモルタル混入率と同様に破砕値から混入モルタル分担吸水率を推定することを検討するため、両者の関係を確認した(図-10)。その結果、両者は良好な相関を示しており、残留モルタル塊および混入モルタルの量を考慮した指標となり得る混入モルタル分担吸水率を破砕値から推定できることが確認できた。

3. 破砕値による残留モルタル塊および混入モルタルの量を考慮した再生粗骨材の品質管理方法の提案

3.1 検討概要

本検討では、これまでの結果からモルタル塊残留率およびモルタル混入率と破砕値の関係、ならびに吸水率(混入モルタル分担吸水率)および絶対乾密度の関係からそれぞれ得られた近似式を用いて、設定した品質管理項目の上限値または下限値に対する破砕値の基準値を設定する方法を提案し、検討を行った。さらに、設定した基準値の妥当性を検証した。なお、基準値に使用する破砕値は2.5mm破砕値とした。また、本検討では、再生粗骨材Hを用いたコンクリートと同等の性能を得ることができる再生粗骨材の選定を目標とした。

3.2 モルタル塊残留率・モルタル混入率による品質管理方法

3.2.1 破砕値の基準値の設定方法

モルタル塊残留率およびモルタル混入率を品質管理項目とした場合の2.5mm破砕値の基準値は、それぞれの上限值に対応する値とした。基準値の算出方法は、下記に示す式(2)および式(3)から求められる小さい方の値(式(4))とした。ま

た、2.5mm破砕値/5mm破砕値についても基準値を設定した。

$$C_{2.5} = 0.34Rem + 5.5 \quad (2)$$

$$C_{2.5} = 0.17Mm + 4.8 \quad (3)$$

$$CS_{2.5} = \min \{ \text{式(2)}, \text{式(3)} \} \quad (4)$$

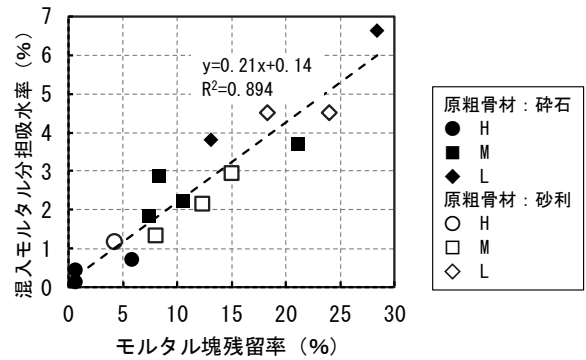


図-8 モルタル塊残留率と混入モルタル分担吸水率の関係

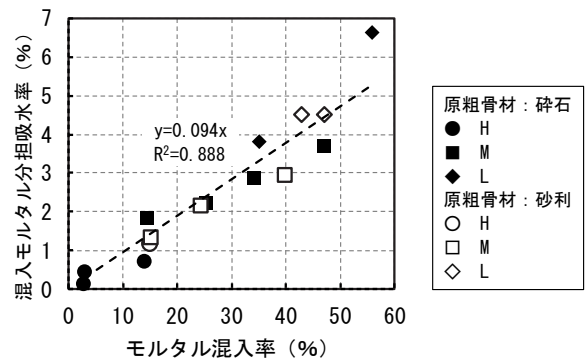


図-9 モルタル混入率と混入モルタル分担吸水率の関係

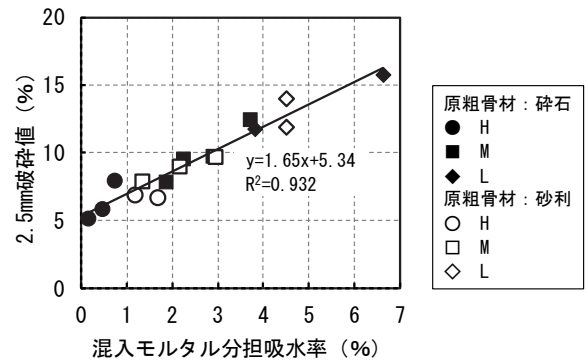


図-10 混入モルタル分担吸水率と2.5mm破砕値の関係

ここに、 $C_{2.5}$:2.5mm 破砕値 (%)
 $CS_{2.5}$:2.5mm 破砕値の基準値 (%)
 Rem :モルタル塊残留率 (%)
 Mm :モルタル混入率 (%)

本検討におけるモルタル塊残留率およびモルタル混入率の上限値は、再生粗骨材Hの最大値である 9.1%、27.3% (いずれも Y-CH)を採用した。また、2.5mm 破砕値/5mm 破砕値の基準値 ($CS_{2.5/5}$) は、計算にて求められる値ではないため、これも再生粗骨材Hの最大値である 0.45 (X-BH)を採用した。採用した上限値および基準値の算出結果を表-2 に示す。

3.2.2 算出結果の妥当性の検証

算出した 2.5mm 破砕値の基準値について、表-1 に示した再生粗骨材の試験結果を用いてその妥当性を検証した。

表-2 採用した上限値および基準値の算出結果

項目	設定値	備考
モルタル塊残留率の上限値 (%)	9.1	Y-CH の測定値
モルタル混入率の上限値 (%)	27.3	〃
2.5mm 破砕値 (%)	計算値 式(2)	8.6
	計算値 式(3)	9.4
	基準値 $CS_{2.5}$ 式(4)	8.6 以下
2.5mm 破砕値/5mm 破砕値の基準値 $CS_{2.5/5}$	0.45 以下	X-BH の値

その結果、2.5mm 破砕値の基準値を満足した再生粗骨材は、再生粗骨材Hに区分された全 5 種類と、再生粗骨材Mに区分されたもののうち 2 種類であった(図-11 および表-3)。これらの再生粗骨材におけるモルタル塊残留率とモルタル混入率は、いずれも上限値を下回っており、2.5mm 破砕値によって適切に選定することができた。また、2.5mm 破砕値の基準値を満足した再生粗骨材Mに該当する W-GM と W-HM の吸水率および絶乾密度は、それぞれ 3.10% および 2.49g/cm³、3.06% および 2.50g/cm³ であり、JIS A 5021 に規定されている再生粗骨材Hの品質基準に近い値であった。したがって、モルタル塊残留率およびモルタル混入率を品質管理項目として、それらを 2.5mm 破砕値および 2.5mm 破

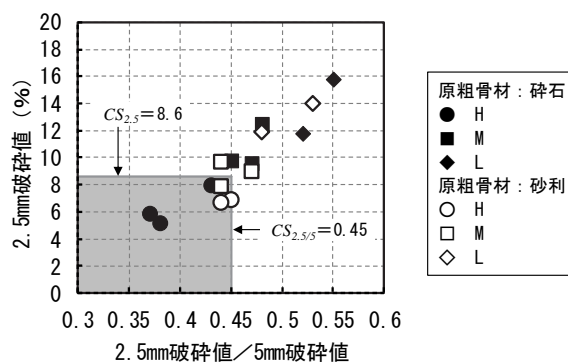


図-11 基準値を満足する範囲

表-3 各再生粗骨材の破砕値と基準値との比較および検証結果(モルタル塊残留率・モルタル混入率)

品質区分	骨材名称	2.5mm 破砕値 (%)	2.5mm 破砕値 / 5mm 破砕値	判定*1	モルタル塊残留率 (%)	上限値との比較*1	モルタル混入率 (%)	上限値との比較*1
H	W-AH	5.2	0.38	○	0.6	○	2.7	○
	W-AH'	5.9	0.37	○	0.6	○	2.9	○
	W-EH	8.0	0.43	○	5.8	○	13.9	○
	X-BH	6.9	0.45	○	4.2	○	14.9	○
	Y-CH	6.7	0.44	○	9.1	○	27.3	○
M	W-FM	9.6	0.47	×	10.5	×	25.3	○
	W-GM	7.9	0.44	○	7.4	○	14.4	○
	W-HM	7.9	0.44	○	8.0	○	15.1	○
	W-IM	9.0	0.47	×	12.3	×	24.3	○
	Y-CM	9.7	0.44	×	15.0	×	39.8	×
	Z-DM	9.8	0.45	×	8.3	○	34.1	×
	Z-DM'	12.5	0.48	×	21.1	×	47.1	×
L	W-GL	11.8	0.52	×	13.1	×	35.1	×
	W-IL	14.0	0.53	×	18.3	×	47.1	×
	Y-CL	11.9	0.48	×	24.0	×	42.9	×
	Z-DL	15.8	0.55	×	28.4	×	55.9	×
基準値・上限値		8.6 以下	0.45 以下	—	9.1	—	27.3	—

*1 凡例 ○:基準値以下・上限値以下 ×:基準値超過・上限値超過

※ 網掛け部分は基準値以下または上限値以下を示す。

砕値/5mm 破砕値により管理できると考えられる。また、基準値設定のためのモルタル塊残留率およびモルタル混入率の上限値を既知である再生粗骨材Hの値を用いた場合、基準値を満足する再生粗骨材は、再生粗骨材Hならびに再生粗骨材MであってもHの品質基準に近いものが選定できると考えられる。

3.3 吸水率・絶乾密度による品質管理方法

3.3.1 破砕値の基準値の設定方法

吸水率および絶乾密度を品質管理項目とした場合の2.5mm 破砕値の基準値は、これらの上限値および下限値に対応する値とした。なお、吸水率は残留モルタル塊および混入モルタルの量を考慮するため、混入モルタル分担吸水率とした。基準値は、下記に示す式(5)および式(6)から求められる2.5mm 破砕値の小さい方の値(式(7))とした。

$$C_{2.5} = 1.65q_M + 5.34 \quad (5)$$

$$C_{2.5} = -27.8\rho_R + 77.3 \quad (6)$$

$$CS_{2.5} = \min \{ \text{式(5)}, \text{式(6)} \} \quad (7)$$

- ここに、 $C_{2.5}$: 2.5mm 破砕値 (%)
 $CS_{2.5}$: 2.5mm 破砕値の基準値 (%)
 q_M : 混入モルタル分担吸水率 (%)
 ρ_R : 絶乾密度 (g/cm³)

本検討における混入モルタル分担吸水率の上限値は、原粗骨材の吸水率が1.0~1.5%とした場合に再生粗骨材Mの中でも吸水率が小さい4.0%以下となるように2.5%とした。絶乾密度の下限値は、原粗骨材の吸水率が比較的小さい場合は、混入モルタルの量が多くならないようにHに近い値として2.45g/cm³とし、比較的大きい場合には、HとMの基準値の中間値である2.40g/cm³として、仮に下記2ケースを設定し、2.5mm 破砕値の基準値を算出した。設定した上限値と下限値および基準値の算出結果を表-4に示す。

a: 2.5%かつ2.45g/cm³

(原粗骨材の吸水率が比較的小さい場合を想定)

b: 2.5%かつ2.40g/cm³

(原粗骨材の吸水率が比較的大きい場合を想定)

3.3.2 算出結果の妥当性の検証

算出した2.5mm 破砕値の基準値について、表-1に示した再生粗骨材の試験結果を用いてその妥当性を検証した。その結果、ケースaおよびbともに2.5mm 破砕値の基準値を満足した再生粗骨材は、再生粗骨材Hに区分された全種類と、再生粗骨材Mに区分されたもののうち3種類であった(図-12、13 および表-5)。これらの再生粗骨材は、各ケースにおける混入モルタル分担吸水率の上限値を下回り、かつ絶乾密度の下限値を上回るものであった。一方、混入モルタル分担吸水率の上限値かつ絶乾密度の下限値を上回ったにも関わらず、W-FMは2.5mm 破砕値が各ケースの基準値を超過しており、提案した方法では、不合格と判定された。しかし、安全側の評価ができておりといえる。また、選定された再生粗骨材Mは、いずれもモルタル塊残留率およびモルタル混入率が比較的小さいものであり、単に吸水率を使用す

表-4 採用した上限値および基準値の算出結果

項目		設定値	備考	
a	混入モルタル分担吸水率 (%)	2.5 以下	—	
	絶乾密度 (g/cm ³)	2.45 以上	再生粗骨材Hの基準値付近	
	2.5mm 破砕値 (%)	計算値 式(4)	9.5	—
		計算値 式(5)	9.2	—
		基準値 $CS_{2.5}$ 式(7)	9.2 以下	式(5)、(6)の計算値の小さい方
b	混入モルタル分担吸水率 (%)	2.5 以下	—	
	絶乾密度 (g/cm ³)	2.40 以上	再生粗骨材HとMの中間値	
	2.5mm 破砕値 (%)	計算値 式(4)	9.5	—
		計算値 式(5)	10.6	—
		基準値 $CS_{2.5}$ 式(7)	9.5 以下	式(4)、(5)の計算値の小さい方

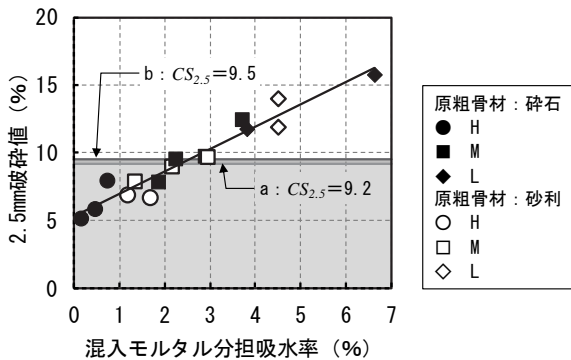


図-12 基準値を満足する範囲(混入モルタル分担吸水率)

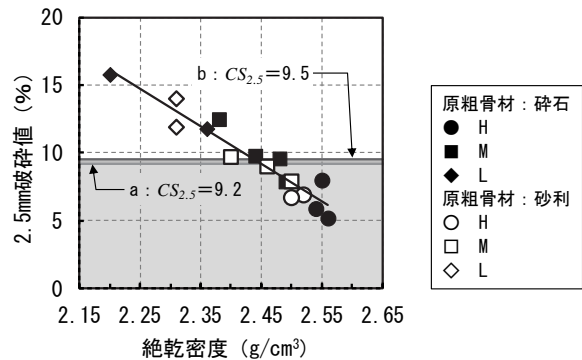


図-13 基準値を満足する範囲(絶乾密度)

表-5 各再生粗骨材の破砕値と基準値との比較および検証結果(混入モルタル分担吸水率・絶乾密度)

品質区分	骨材名称	2.5mm 破砕値 (%)	判定*1		混入モルタル分担吸水率(%)	上限値との比較*1		絶乾密度 (g/cm ³)	下限値との比較*1	
			a	b		a	b		a	b
H	W-AH	5.2	○	○	0.14	○	○	2.56	○	○
	W-AH'	5.9	○	○	0.45	○	○	2.54	○	○
	W-EH	8.0	○	○	0.72	○	○	2.55	○	○
	X-BH	6.9	○	○	1.18	○	○	2.52	○	○
	Y-CH	6.7	○	○	1.68	○	○	2.50	○	○
M	W-FM	9.6	×	×	2.23	○	○	2.48	○	○
	W-GM	7.9	○	○	1.85	○	○	2.49	○	○
	W-HM	7.9	○	○	1.34	○	○	2.50	○	○
	W-IM	9.0	○	○	2.16	○	○	2.46	○	○
	Y-CM	9.7	×	×	2.95	×	×	2.40*2	×	○
	Z-DM	9.8	×	×	2.88	×	×	2.44*2	×	○
	Z-DM'	12.5	×	×	3.70	×	×	2.38	×	×
L	W-GL	11.8	×	×	3.81	×	×	2.36	×	×
	W-IL	14.0	×	×	4.51	×	×	2.31	×	×
	Y-CL	11.9	×	×	4.51	×	×	2.31	×	×
	Z-DL	15.8	×	×	6.63	×	×	2.20	×	×
基準値・上(下)限值	a	9.2 以下	—		2.5 以下	—		2.45	—	
	b	9.5 以下	—			—		2.40	—	

*1 凡例 ○:基準値以下・上限値以下または下限値以上

*2 ケースbのみ下限値以上

×:基準値超過・上限値超過または下限値未満

※ 網掛け部分は基準値以下または上限値以下を示す。

るのではなく、混入モルタル分担吸水率を品質管理項目とした効果があったものと考えられる。したがって、混入モルタル分担吸水率および絶乾密度を品質管理項目としてそれらを2.5mm 破砕値により管理することは可能であると考えられる。また、混入モルタル分担吸水率を採用することで、モルタル塊残留率およびモルタル混入率が比較的小さい再生粗骨材を選定することが可能である。

4. 基準値を満足した再生骨材コンクリートの性能確認

ここでは、表-1に示す再生粗骨材のうち、再生骨材Hが2種類、Mが4種類、Lが2種類の計8種類を使用し、それらを用いたコンクリートを製造し、圧縮強度試験ならびに長さ変化試験を実施した。使用した再生粗骨材Mのうち2種類は、「3.2 モルタル塊残留率・モルタル混入率による品質管理方法」において、破砕値の基準値を満足したもので、これらと再生粗骨材Hを用いたコンクリートとの圧縮強度ならびに長さ変化率の比較を試みた。

4.1 使用材料と調合

本実験に使用した材料を表-6に、調合を表-7に示す。水セメント比は50%、再生粗骨材の絶対容積を369ℓとして、全調合一一定とした。また、スランブは18±2.5cm、空気量は4.5±1.0%となるようにAE減水剤と空気量調整剤を用いて調整した。

4.2 実験概要

実験は強制二軸練りミキサを用いて行い、練混ぜ量は400

表-6 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント
細骨材*1	砕砂:東京都青梅市産 (絶乾密度:2.65g/cm ³ ・吸水率:1.54%)
	山砂:千葉県富津市産 (絶乾密度:2.53g/cm ³ ・吸水率:1.71%)
再生粗骨材*2	再生粗骨材H:W-EH・X-BH
	再生粗骨材M: W-FM・W-GM・W-HM・W-IM
	再生粗骨材L:W-GL・W-IL
混和剤	ポリカルボン酸ポリエーテル系 AE減水剤 (高機能タイプ)

*1 砕砂:山砂=7:3(容積比)

*2 物性値は表-1を参照

表-7 調合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
		W	C	S	G	Ad
50.0	44.8	175	350	232	*1	適宜

*1 絶対容積369 ℓ/m³として全調合一一定

とした。練混ぜ後、スランプおよび空気量が所定の管理値内に納まっていることを確認して、圧縮強度試験用ならびに長さ変化試験用の供試体を採取した。圧縮強度試験は JIS A 1108、長さ変化試験は JIS A 1129 に従って実施した。

4.3 基準値を満足した再生骨材コンクリートの性能

圧縮強度試験結果を図-14に、長さ変化試験の結果を図-15に示す。再生粗骨材Mを用いたコンクリートの圧縮強度は、再生粗骨材Hに区分されるX-BHとW-EHの間にあり、本実験で使用した再生粗骨材ではHとMの大きな差はみられなかった。一方、長さ変化率では、全体で最も値が小さかったW-HMを除いた再生粗骨材Mの値はW-EHとX-BHとほぼ同等の結果であった。結果として、破砕値の基準値を満足したW-GMおよびW-HMは再生粗骨材Hと同等の圧縮強度および長さ変化率であったものの、基準値を満足していない他の再生粗骨材Mとの差が明確にはならなかった。しかし、本検討における方法で設定した品質基準を用いることで、良質な再生粗骨材Mを選定できる可能性が示唆された。

5. まとめ

本検討では、モルタル塊残留率とモルタル混入率、混入モルタル分担吸水率と絶乾密度を品質管理項目とした場合について、それぞれの破砕値の基準値の設定方法を提案し、その妥当性を検証した。その結果、モルタル塊残留率およびモルタル混入率は、2.5mm 破砕値と2.5mm 破砕値/5mm 破砕値を基準値として、また、混入モルタル分担吸水率および絶乾密度は、2.5mm 破砕値を基準値として管理できることを確認した。また、設定した基準値を満足する再生粗骨材Mを用いたコンクリートは、Hと同等の性能を確保しており、提案した方法で設定した品質基準を用いることで、良質な再生粗骨材Mが選定できる可能性が示された。

【謝辞】

本研究の実施にあたり、宇都宮大学名誉教授榊田佳寛先生にご指導をいただきました。また、実験は宇都宮大学大学院生黒田満氏(現 株式会社コンステック)、株式会社東京テクノおよび武蔵野土木工業株式会社の各位にご協力いただきました。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 高橋祐一、榊田佳寛、竹内博幸:再生骨材コンクリートの性質に影響を及ぼす要因の検討、日本建築学会構造系論文集、第659号、pp.9~14、2011.1
- 2) 高橋祐一、榊田佳寛、竹内博幸:混入モルタルが再生骨材コンクリートの性状に及ぼす影響に関する検討、日

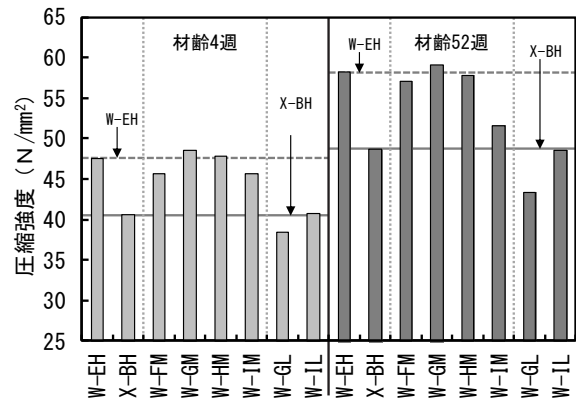


図-14 圧縮強度試験結果(材齢4週・52週)

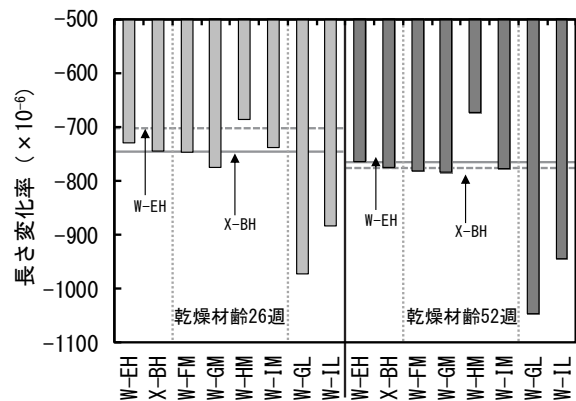


図-15 長さ変化試験結果(乾燥材齢26週・52週)

本建築学会構造系論文集、第668号、pp.1755~1761、2011.10

- 3) 高橋祐一ほか:再生骨材中の混入モルタル量の品質管理方法および評価基準の検討、コンクリート工学年次論文集、vol.35、No.1、pp.1453~1458、2013.7
- 4) 阿部道彦:破砕値に及ぼす各種要因の影響に関する研究、日本建築学会関東支部研究報告集I、pp.1~4、2005.2
- 5) 渡辺悟士、黒岩秀介、陣内浩、並木哲:高強度コンクリートの圧縮強度に影響を及ぼす粗骨材物性に関する研究、日本建築学会構造系論文集、第588号、pp.21~27、2005.2
- 6) 竹中寛ほか: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