

論文 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

高橋 祐一*1・竹内 博幸*2

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といった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、複数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結果について報告する。

キーワード：再生粗骨材 M, 残留モルタル塊, 混入モルタル, 破砕値, 品質管理, 吸水率, 絶乾密度

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といった性能は、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、さらに混入モルタルを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、そ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 を用いたものと同程度の性能をもつことを確認した^{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既報³⁾にて報告した。本検討では、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」、ならびに一般的に用いられている「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た。なお、吸水率については、残留モルタル塊等の量を考慮した混入モルタル分担吸水率を品質管理項目とした。さらに、設定した基準値の妥当性を検証し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。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、モルタル塊残留率等による破砕値の差をより明確にする目的で 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、図-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

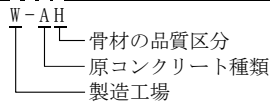
*1 五洋建設（株） 技術研究所 建築技術開発部 博士（工学）（正会員）

*2 五洋建設（株） 技術研究所 建築技術開発部（正会員）

表-1 再生粗骨材の概要

| 工場 | 骨材記号 ^{*1} | 製造方法 | | 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 | | | | | | 吸水率 (%) | 種類 |
| W 工場 | W-AH | 破砕+すりもみ | — | H | 2.34 | 2.56 | 0.6 | 2.7 | 2.20 | 碎石 |
| | W-AH' | | すりもみ+洗浄 | H | 2.65 | 2.54 | 0.6 | 2.9 | | |
| X 工場 | 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 工場 | 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 | | すりもみ+洗浄 | M | 4.20 | 2.40 | 15.0 | 39.8 | | |
| | Y-CL | | — | L | 5.76 | 2.31 | 24.0 | 42.9 | | |
| Z 工場 | Z-DM | 破砕 | すりもみ+洗浄 | M | 3.49 | 2.44 | 8.3 | 34.1 | 0.61 | 碎石 |
| | Z-DM' | | すりもみ+洗浄 | M | 4.31 | 2.38 | 21.1 | 47.1 | | |
| | Z-DL ^{*3} | | — | (L) | 7.24 | 2.20 | 28.4 | 55.9 | | |
| W 工場 | W-EH | 破砕+すりもみ | — | H | 2.23 | 2.55 | 5.8 | 13.9 | 1.51 | 碎石 |
| | W-FM | 破砕+すりもみ | — | M | 3.19 | 2.48 | 10.5 | 25.3 | 0.96 | 碎石 |
| | W-GM | 破砕 | すりもみ | M | 3.10 | 2.49 | 7.4 | 14.4 | 1.25 | 碎石 |
| | 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 骨材記号の意味



*2 品質区分は絶乾密度および吸水率による。

*3 吸水率が再生粗骨材 L の基準から外れているが L に該当するものとした。

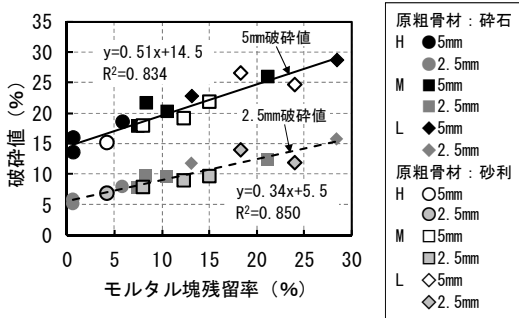


図-1 モルタル塊残留率と破砕値の関係

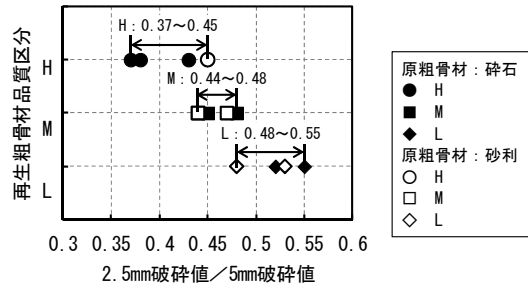


図-3 品質区分別 2.5mm 破砕値/5mm 破砕値範囲

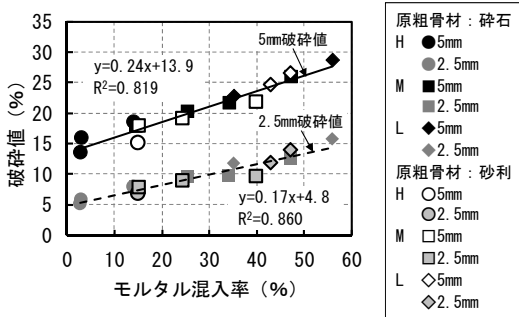


図-2 モルタル混入率と破砕値の関係

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、既報³⁾にて報告しているが、原コンクリートの水セメント比が大きいかほど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。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かほど、混入モルタルは再生骨材の製造中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いえる。

2.4 モルタル分担吸水率・絶乾密度と破砕値の関係

吸水率および絶乾密度と2.5mm破砕値および5mm破

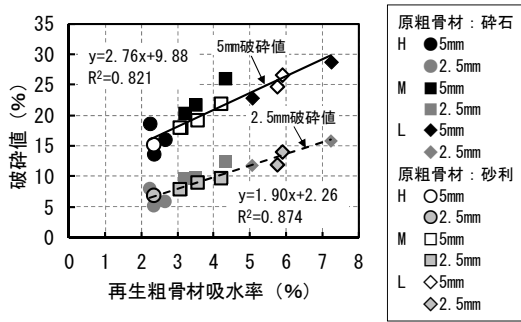


図-4 再生粗骨材吸水率と破砕値の関係

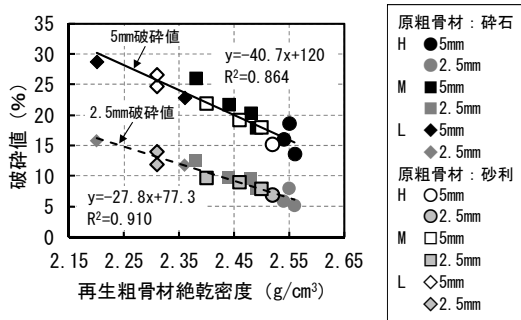


図-5 再生粗骨材絶対乾密度と破砕値の関係

破砕値の関係を図-4 および図-5 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こと、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-6 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られる。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-7 および図-8）。

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

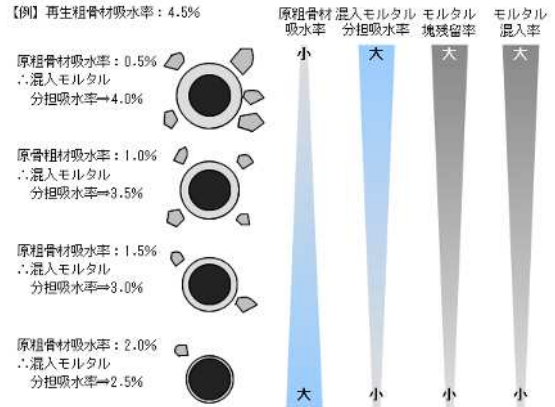


図-6 再生粗骨材の構成および原粗骨材吸水率と混入モルタル分担吸水率等との関係

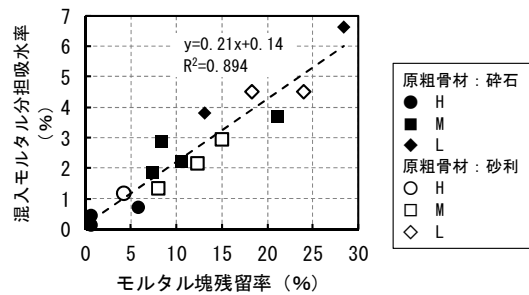


図-7 モルタル塊残留率と混入モルタル分担吸水率の関係

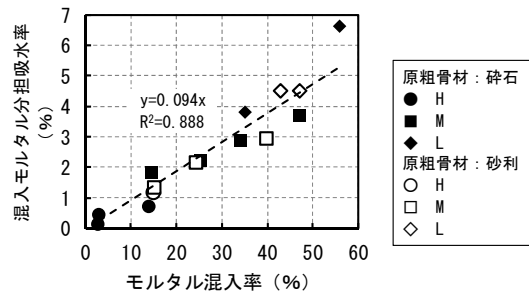


図-8 モルタル混入率と混入モルタル分担吸水率の関係

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-9）。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

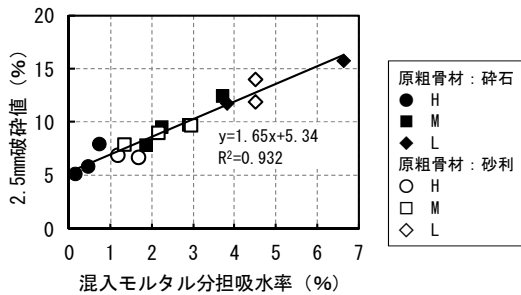


図-9 混入モルタル分担吸水率と2.5mm 破砕値の関係

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(モルタル分担吸水率)および絶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。

3.2 モルタル塊残留率・モルタル混入率を品質管理項目とした場合

(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。

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

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

ここに、 $C_{2.5}$: 2.5mm 破砕値 (%)

Rem : モルタル塊残留率 (%)

Mm : モルタル混入率 (%)

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 の値を採用すればよいと思われる。また、2.5mm破砕値/5mm破砕値の基準値は、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 の値を採用すればよいこととした。ここでは、モルタル塊残留率およびモルタル混入率の上限値として、本検討で使用した再生粗骨材 H のうち両方とも最大であった Y-CH の値を採用して2.5mm破砕値の基準値を算出し、2.5mm破砕値/5mm破砕値の基準値は、再生粗骨材 H のうち最大であ

表-2 採用した上限値および基準値算出結果

| 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 | 8.6 以下 | 式(1), (2)の計算値の小さい方 |
| 2.5mm 破砕値/5mm 破砕値の基準値 | 0.45 以下 | X-BH の値 | |

った X-BH の値を採用した。採用した上限値および基準値の算出結果を表-2 に示す。

(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、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2種類であった(表-3および図-10)。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破砕値/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、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を選定することが可能であると考えられる。

3.3 吸水率・絶乾密度を品質管理項目とした場合

(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(4)および式(5)から求められる2.5mm破砕値の小さい方の値とした。

$$C_{2.5} = 1.65q_M + 5.34 \quad (4)$$

$$C_{2.5} = -27.8\rho_R + 77.3 \quad (5)$$

ここに、 $C_{2.5}$: 2.5mm 破砕値 (%)

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

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 ○：基準値を満足・上限値以下 ×：基準値超過・上限値超過
 ※ 網掛け部分は基準値超過，または上限値超過を示す。

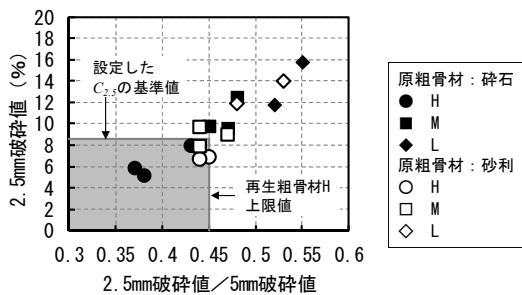


図-10 基準値を満足する範囲

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)

(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(表-5，図-11および図-12)。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

表-4 設定した上限値および基準値算出結果

| | 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 | 9.2 以下 | 式(4), (5)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 | 9.5 以下 | 式(4), (5)の計算値の小さい方 | |

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拘わらず，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いるといえる。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. 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

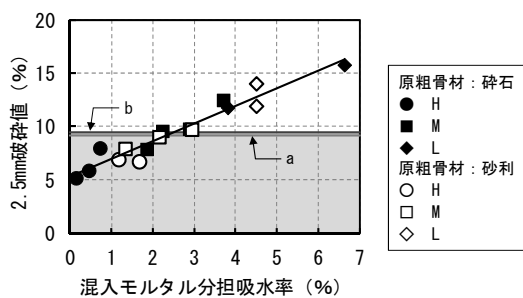
表一5 各再生粗骨材の破砕値と基準値との比較および検証結果（混入モルタル分担吸水率・絶乾密度）

| 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 以上 | — | |
| | b | 9.5 以下 | — | | 2.5 以下 | — | | 2.40 以上 | — | |

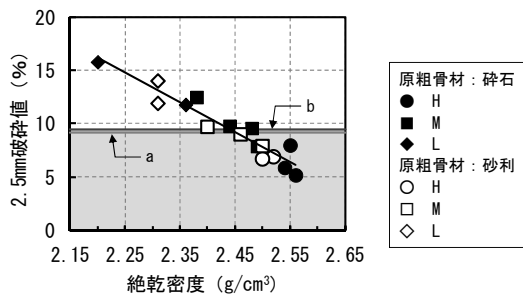
*1 凡例 ○：基準値を満足・上限値以下・下限値以上 ×：基準値超過・上限値超過・下限値未満

*2 ケース a のみ下限値未満

※ 網掛け部分は基準値超過，または上限値超過，下限値未満を示す。



図一11 基準値を満足する範囲
(混入モルタル分担吸水率)



図一12 基準値を満足する範囲（絶乾密度）

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することができることを確認した。今後は、データの蓄積を図り、提案した品質管理方法の信頼性を高めていき、再生骨材の有効利用の推進に寄与できるように研究を進めていく所存である。

謝辞

本研究の実施にあたり、宇都宮大学名誉教授榎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) 高橋祐一ほか：モルタル塊残留率が再生骨材コンクリートの性質に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，vol.32，No.1，pp.1443～1438，2010.7
- 2) 高橋祐一ほか：混入モルタルの存在形態および性質が再生骨材コンクリートの強度性状に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，vol.33，No.1，pp.1517～1522，2011.7
- 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，コンクリート工学年次論文集，第 19 巻，第 3 号，pp.21～29，2008