カキ貝殻のコンクリート用細骨材としての適性

(独)土木研究所 正会員 ○脇坂 安彦
(独)土木研究所 正会員 明嵐 政司

1. 目的

資源循環型社会の実現に向けて、建設副産物や産業廃棄物のリサイクルのための技術開発などが各方面で進められている。しかし、建設分野においては他産業から排出される材料のリサイクル材としての使用は、未だ十分ではない。そこで、他産業リサイクル材料としてカキ貝殻を取り上げ、コンクリート用細骨材としての適性を把握することを目的に、各種骨材試験、コンクリート試験およびモルタル試験を実施した。

2. カキ貝殻を細骨材としたコンクリート試験

2.1 カキ貝殻細骨材の製造および骨材試験

コンクリート用細骨材として使用するため、車載型回転式破砕混合機を用いてカキ貝殻約 500kg を破砕した。骨材試験としてふるい分け試験 (JIS A 1102) および密度・吸水率試験 (JIS A 1109) を行った。

2.2 コンクリート試験

2.2.1 コンクリートの配合条件および使用材料

コンクリートの配合条件は、水セメント比：50%，粗骨材かさ容積：0.63，目標スランプ：8±2.5cm，目標空気量：4.5±1.5%である。細骨材中のカキ貝殻容積置換率は、予備試験の結果から、0, 15, 30, 45%とした。

セメントはT社製「普通ポルトランドセメント」(密度=3.16g/cm³)，粗骨材は青梅産硬質砂岩砕石 20~5mm (表乾密度=2.66g/cm³)，混和剤は高性能減水剤標準形および空気量調整剤を使用した。

2.2.2 コンクリート試験

スランプ試験 (JIS A 1101)，空気量試験 (JIS A 1128)，コンクリート温度の測定 (JIS A 1156)，ブリーディング試験 (JIS A 1123) および凝結試験 (JIS A 1147) を行った。また、圧縮強度試験を JIS A 1132 により供試体を作製し、JIS A 1108 により材齢 7 日および 28 日で行った。

2.3 モルタル試験

2.3.1 カキ貝殻細骨材の粒度調整

モルタル試験には、カキ貝殻を粉砕したままの粒度分布で細骨材としたもの (粒度未調整) と、5~2.5mm, 2.5~1.2mm, 1.2~0.6mm, 0.60~0.3mm, 0.30~0.15mm, 0.15mm 以下に 6 分級し、大井川水系陸砂と同一粒度分布となるように調整したもの (粒度調整済み) の 2 種類を用いた。

2.3.2 モルタルの配合および試験

カキ貝殻細骨材の粒度を対比用の大井川水系陸砂と同一とした場合のモルタル性状を確認するため、「2.2 コンクリート試験」の置換率 0% の配合から粗骨材を取り除いた配合を基準として、モルタル試験を実施した。細骨材中のカキ貝殻容積置換率および使用材料は「2.2 コンクリート試験」と同じである。

モルタル試験としてフロー試験 (JIS R 5201)，単位容積質量試験 (JIS A 5002) および温度の測定 (JIS A 1156) を行った。

3. 試験結果

3.1 カキ貝殻細骨材の物理的性質

3.1.1 粒度分布

カキ貝殻置換率 100% の細骨材の通過質量百分率は、ふるいの呼び寸法 0.3mm~0.15mm の粒径のものが 23% となり、標準粒度範囲の上限値 15% を 8% 上回っている。

キーワード リサイクル, カキ貝殻, 細骨材, コンクリート, モルタル

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独) 土木研究所 材料地盤研究グループ TEL 029-879-6716

3.1.2 密度および吸水率

カキ貝殻容積置換率 100%の細骨材の絶乾密度は 2.48g/cm^3 、吸水率は 0.97% であり、絶乾密度は JIS A 5005 の規定を満足しなかった。なお、表乾密度は 2.50g/cm^3 であった。

大井川水系陸砂にカキ貝殻容積置換率 15%、30% および 45% の 3 ケースで混入した場合の絶乾密度および吸水率は、それぞれ置換率 15% : 2.51g/cm^3 および 1.99%、置換率 30% : 2.51g/cm^3 および 1.81%、置換率 45% : 2.50g/cm^3 および 1.63% であり、全てのケースにおいて JIS A 5005 の規定を満足した。

3.2 コンクリートの性質

3.2.1 フレッシュコンクリートの性質

配合条件を満足するコンクリートの単位水量および単位セメント量は、カキ貝殻で細骨材を置換すると増加したが、置換率 15~45% では同じであった。高性能減水剤使用量は、置換率 15% で減少するものの、30%、45% で置換しない場合よりも増加した。

空気量は置換率が増えると増加する傾向にあったため、置換率の増加にともない空気連行性のある空気量調整剤の使用量は低減し、抑泡作用のある空気量調整剤使用量は増加した。

ブリーディング率は、カキ貝殻の置換率の増加に伴い、減少した。

凝結時間は、細骨材の一部をカキ貝殻細骨材に置換することにより始発時間で 40~50 分、終結時間で 55 分~1 時間 10 分早くなる傾向があるが、カキ貝殻の置換率と始発・終結時間との関係は不明瞭である。

3.2.2 圧縮強度

圧縮強度は材齢 7 日では、わずかながらカキ貝殻置換率が増える程、強度が高くなる傾向が認められたが、材齢 28 日では、置換率が高くなる程、わずかに強度が低くなる傾向があった。

3.3 モルタルの性質

カキ貝殻置換率が増えるとフロー値は低下し、モルタルの流動性は低下した。カキ貝殻置換率 15% の場合、カキ貝殻置換率 0% の場合と同等のフローを得るために必要な高性能 AE 減水剤使用量は、粒度調整済みのときには 0.8% から 1.3%、粒度未調整のときには 0.8% から 1.4% へ増加した。混和剤使用量をカキ貝殻置換率 15% の場合と同一とし、粒度調整済カキ貝殻細骨材の置換率を 30% および 45% に増加させると、フロー値はそれぞれ 186 および 136 と大幅に小さくなった。したがって、置換率 30%、45% の場合、置換率 0% と同等のフローを得るために必要な、高性能 AE 減水剤使用量が大幅に増大することが予想されたため、その使用量を実用上の上限値を考慮して 2.0% に固定した。高性能 AE 減水剤使用量を 2.0% としたときのカキ貝殻置換率 30% および 45% のモルタルのフロー値は、それぞれ 215 および 158 で、1.3% のときに比べ若干の改善がみられた。高性能 AE 減水剤使用量 2.0% の場合において、カキ貝殻細骨材の粒度調整の有無とフロー値との関係を見ると、粒度未調整の方がフロー値は若干、小さいが、粒度調整の顕著な効果は認められなかった。

4. カキ貝殻置換細骨材を用いたコンクリートの経済性

カキ貝殻で置換した細骨材を用いたコンクリートには、今回、実施した試験の範囲では、フレッシュコンクリートの性質および圧縮強度ともに特に問題は見受けられなかった。そこでカキ貝殻を細骨材として用いたコンクリートの経済性に関する検討を行った。経済性に関しては材料費のみを検討した。コンクリート材料費のうち、水、セメント、細骨材、粗骨材の価格は、東京都内の最低および最高価格を使用し（水以外の価格は「建設物価」平成 20 年 3 月号に記載のものを使用）、混和材の価格は神奈川県内の価格を使用した。なお、カキ貝殻は廃棄物であるため、価格は設定していない。

カキ貝殻の置換率の増加とともに材料費もかなり高くなっている。材料費の内訳をみると、カキ貝殻を混入することにより、細骨材費は安くなるが、セメント費および高性能減水剤費が細骨材費の低減分以上に高くなるため、全体材料費は高くなっている。

以上のようにカキ貝殻の場合は通常のコンクリートよりも高くなり、経済性の点からは細骨材として使用することは困難であると考えられる。