

普通コンクリートの基本性能に及ぼす骨材の影響

太平洋セメント株式会社 正会員 ○早川 隆之
 太平洋セメント株式会社 正会員 扇 嘉史
 太平洋セメント株式会社 正会員 肥後 康秀

1. はじめに

骨材はコンクリート中の体積の約7割を占める構成材料であり、設計基準強度 100N/mm² を超える高強度域では、骨材強度がコンクリート強度を左右するため、堅硬で高品質な骨材を選別する技術が検討されている¹⁾。一方、呼び強度 40 程度の汎用レベルでは使用骨材の影響は小さい²⁾とされているが、近年ではセメントや骨材の種類、その組み合わせも多様化しており、コンクリート性能への影響は決して無視できない。また、粗骨材、細骨材それぞれの影響度についても明確ではない。ここでは、呼び強度 40 の普通コンクリートを対象として、岩種が異なる骨材(砕石および砕砂)の及ぼすコンクリート基本物性への影響を評価し、単位水量と強度特性の関係性について検討した。

2. コンクリート評価試験の概要

2.1 使用材料

使用材料を表 1 に示す。セメントは普通ポルトランドセメントおよび高炉セメント B 種を用いた。粗骨材(砕石)種の評価時は細骨材を山砂(S₀)に、細骨材(砕砂)種の評価時は粗骨材を砂岩砕石(G₀)に統一した。評価対象とした粗骨材 G₁~G₁₃および細骨材 S₁~S₁₃は、石灰岩、砂岩、安山岩、粘板岩、流紋岩、角閃岩から、産地の異なる数種類を選び試験に供した。ただし、G₁~G₇、S₁~S₇はいずれも石灰岩とした。

2.2 コンクリートの配合条件および試験方法

コンクリートの配合条件を表 2 に、試験項目および試験方法を表 3 に示す。NとBBいずれにおいても細骨材率は 46%、Ad 添加率は C×0.25%とし目標範囲内のスランプが得られる単位水量を選定した。空気量は AE 剤添加率により目標の空気量となるように調整した。また、本検討では目標スランプを得る単位水量の評価指標として補正単位水量を用いた。ここで、補正単位水量とは、コンクリート標準示方書[施工編]:配合設計における単位水量の補正の目安を参考とし、練り混ぜて得られたスランプが、目標とした 12cm から±1cm 異なる毎に単位水量を 1.2%増減させることで算出した値である。

3. 試験結果

3.1 各種骨材の補正単位水量への影響

粗骨材(砕石)の種類が異なる場合ならびに細骨材(砕砂)の種類が異なる場合のコンクリートの補正単位水量を図 1 にそれぞれ示す。図 1 より、粗骨材の種類が異なる場合は、目標スランプを得るための補正単位水量は N が 165±3kg/m³、BB が 162±3kg/m³の範囲にあり、一方、細骨材の種類が異なる場合は、N が 169±12kg/m³、BB が 167±15kg/m³の範囲にあった。即ち、

キーワード:骨材, 砕石, 砕砂, 石灰石, 高炉セメント, コンクリート, 単位水量, 圧縮強度, 静弾性係数

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2, 太平洋セメント(株) 中央研究所, TEL:043-498-3905, FAX:043-498-3849

表 1 使用材料

使用材料	記号	密度* (g/cm ³)	産地・製造等
水	W	1.00	上水道水
セメント	C	3.16	普通ポルトランドセメント(N)
		3.04	高炉セメント B 種(BB)
粗骨材	G ₀	2.65	砂岩砕石 2005 ※S ₁ ~S ₁₃ 評価時に共通使用
	G ₁ ~G ₁₃	—	各種砕石(石灰岩, 砂岩, 安山岩など 全 13 種)
細骨材	S ₀	2.58	山砂 ※G ₁ ~G ₁₃ 評価時に共通使用
	S ₁ ~S ₁₃	—	各種砕砂(石灰岩, 砂岩, 安山岩など 全 13 種)
AE 減水剤	Ad	—	リグニンスルホン酸化合物
AE 剤	AE	—	アルキルエーテル系陰イオン界面活性剤

*骨材の密度は表乾密度を示す。

表 2 コンクリートの配合条件

記号	環境 温度 (°C)	目標 スランプ (cm)	目標 空気量 (cm)	W/C (%)	s/a (%)	W (kg/m ³)	Ad (C×%)	AE (C×%)
N	20	12±	4.5±	55	46	選定	0.25	選定
BB		1.5	0.5					

表 3 コンクリート試験項目および方法

項目		規格など	備考
フレッシュ コンクリート	スランプ	JIS A 1101	測定: 練上り直後
	空気量 (空気式圧力法)	JIS A 1128	測定: 練上り直後
	コンクリート温度	JIS A 1156	測定: 練上り直後
硬化 コンクリート	圧縮強度	JIS A 1108	材齢: 7, 28, 91 日
	静弾性係数	JIS A 1149	材齢: 28 日

粗骨材の種類が異なることによる単位水量の変動は小さいが、細骨材の種類が異なる場合は単位水量の変動が大きいことが分かった。また、セメント種類の違いによらず石灰砕砂(S₁~S₇)を使用した場合は、その他の砕砂を使用した場合と比較し補正単位水量は 14~17kg/m³程度少なくなる傾向を示した。

3.2 各種骨材の圧縮強度への影響

粗骨材(碎石)の種類が異なる各コンクリートの圧縮強度を図2に示す。図2より、N配合では粗骨材種類の強度発現への明確な影響は認められないが、BB配合では、石灰碎石(G₁~G₇)使用時は7~28日の強度発現が、その他の碎石であるG₈~G₁₃使用時は28~91日の強度発現が良好となる傾向であった。同様にBB配合で細骨材(砕砂)の種類が異なる場合は、石灰砕砂(S₁~S₇)使用時に上記傾向がより顕著に現れ、特に材齢7日では最大25%程の強度差が認められた。この要因として、高炉スラグ中のAlと石灰砕砂の主成分であるCaCO₃の反応によりカルシウムカーボアルミネート水和物が生成し空隙の充填性が高まり組織がより緻密化されたこと³⁾が考えられる。

3.3 補正単位水量と強度特性との関係性

BB配合において、粗骨材(碎石)が同一で細骨材(砕砂)の種類が異なる場合の補正単位水量と圧縮強度の関係を図3に示す。粗骨材(碎石)が異なる場合、両者に明確な関係性は認められなかったが、細骨材(砕砂)の種類が異なる場合、両者には負の相関が認められた。N配合でも概ね同傾向であったが、特に、BB配合における材齢7日および28日で明確であった。また図4に示すように、細骨材(砕砂)の種類が異なる場合は、補正単位水量と静弾性係数にも強い相関が認められた。圧縮強度と静弾性係数に相関性があること、石灰石骨材を用いるとコンクリートの静弾性係数が高くなることは既知であるが、結果として、使用する粗骨材(碎石)が同一の場合に、細骨材(砕砂)の種類が異なるコンクリートの単位水量と圧縮強度および静弾性係数に相関が認められたことは興味深く、またこの関係性を利用し、単位水量から両特性値をおおよそ推定可能と考えられた。

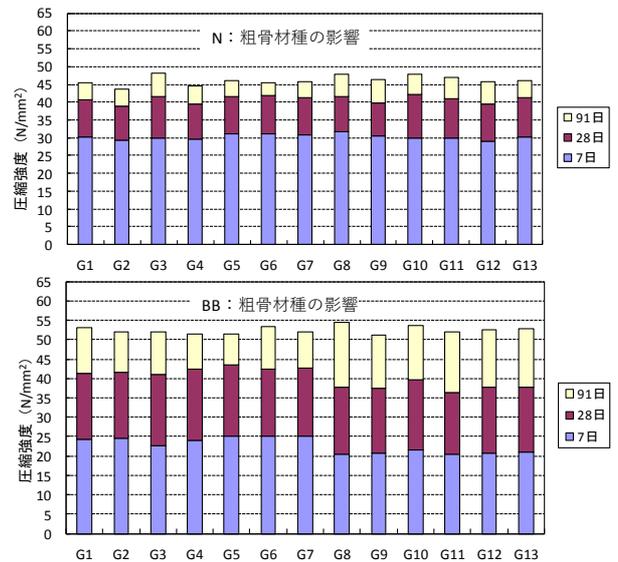


図2 粗骨材の種類が異なるコンクリートの圧縮強度

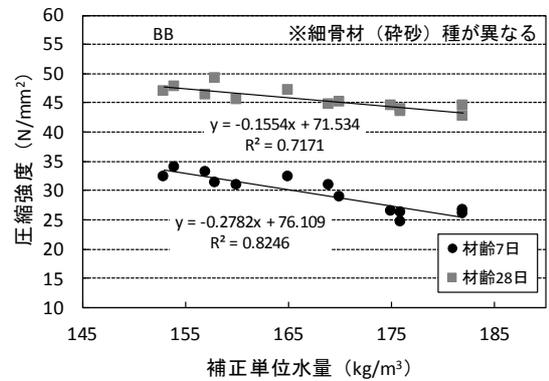


図3 補正単位水量と圧縮強度の関係(細骨材種が異なる)

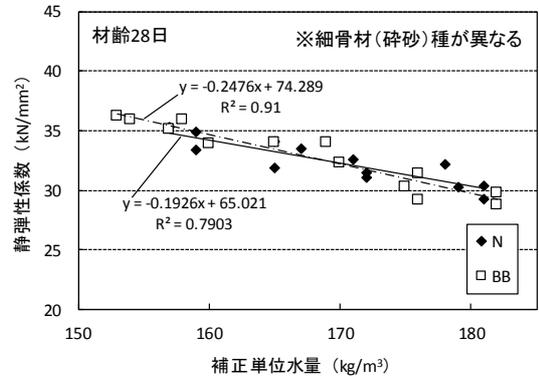


図4 補正単位水量と静弾性係数の関係(細骨材種が異なる)

4. まとめ

本結果より、碎石・砕砂を骨材とした呼び強度40程度の普通コンクリートでは、粗骨材(碎石)が同一という条件下では、単位水量および強度に対する細骨材(砕砂)種類の影響が大きく、またその場合に補正単位水量と圧縮強度および静弾性係数には相関関係が認められた。

【参考文献】

- 1) 渡邊悟士ほか: 高品質粗骨材選定技術による超高強度コンクリートの品質の安定化, コンクリート工学, Vol.45, No.2, pp.32-40, 2007.2
- 2) ネビルのコンクリートパイブル, pp.360-361, 2004
- 3) S.Hoshino et al.: "XRD/Rietveld Analysis of the Hydration and Strength Development of Slag and Limestone Blended Cement." Journal of Advanced Concrete Technology, Vol.4 No.3, 357-367. 2006

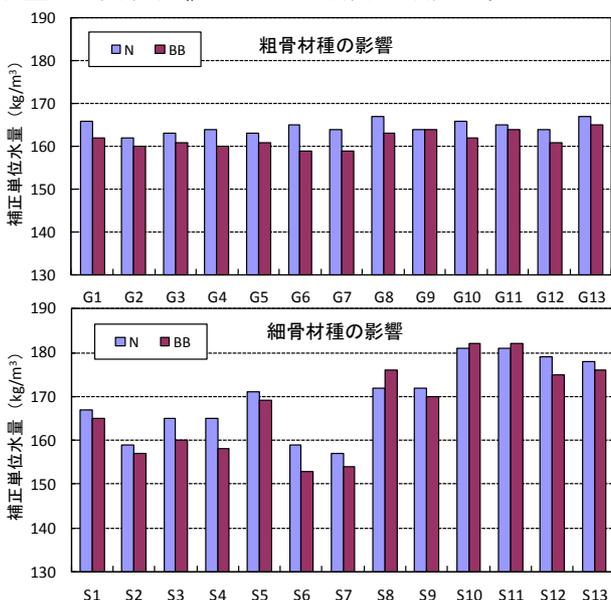


図1 骨材種が異なる各コンクリートの補正単位水量