

石灰石粗骨材を用いたコンクリートの物性

(財) 鳥取県建設技術センター 特別会員 ○松井 信作
鳥取県生コンクリート工業組合 庄司 尚史 小泉 典彦
鳥取大学 正会員 黒田 保 フェロー 井上 正一

1. はじめに

鳥取県では、細骨材はもとより粗骨材の確保にも苦慮している。このような状況下において、石灰石骨材を県内に陸揚げし周辺工場で使用され始めている。石灰石骨材は、運搬中に粉化しやすいため微粒分を多く含まれる場合もあり、JIS 規格の上限 1 %を満たさないことがある。また、微粒分量の変動が大きく生コン工場では生産管理上の難点となっている。

しかし石灰石微粒分は、混和材料として用いればコンクリートのフレッシュ性状の改善や初期強度の増進、乾燥収縮の低減といった効果があると言われている。そこで本研究では、石灰石粗骨材中に微粒分を 3 %前後含む、産地の異なる骨材を用いたコンクリートの物性を普通コンクリートのそれと比較・検討した結果を報告する。

2. 実験概要

1) 石灰石粗骨材の品質 石灰石粗骨材（以下、石灰石と称す）として隠微晶質のもの 2 種類を用いた。図 1 に示すように陸揚げ後の石灰石は、土木学会標準粒度範囲からやや外れるが、ここでは、そのままの状態を使用した。表 1 に、使用した骨材の物理試験結果と碎石 2005 に対する JIS 規格を示す。石灰石は、碎石と比べてすりへり減量が大きく、骨材自体の強度が小さいことを除けば、その他の物性に大きな差はなく、微粒分量以外の値は JIS 規格を満足している。なお、Y と O 石灰石に付着する微粒分の比表面積は 6, 210 と 6, 360 cm^2/g でほぼ同一であった。

2) 石灰石を用いたコンクリートの配合設計 県内の土木構造用コンクリート($G_{\text{max}}=20 \text{ mm}$, 高炉 B 種使用)を対象とし、配合設計条件は、スランプ $=8 \pm 1.5 \%$, 空気量 $=4.5 \pm 1.5 \%$, s/a には最適 s/a を用いることとし、試し練りに基づいて最適 s/a と単位水量を決定した。なお、混和剤には AE 減水剤を用い、空気量は AE 助剤量で調節した。実験要因を表 2 に示す。

3. 実験結果と考察

1) 最適 s/a と単位水量

図 2 より、試し練りの結果、いずれの石灰石を用いたコンクリートの最適 s/a も置換率が 100 %になると、置換率 0 %よりも 2 %小さくなる。

図 3 より、単位水量は、 W/C が 45 %から 65 %の範囲にお

表 1 骨材の物理試験結果

骨 材		物 性 値						
		表乾密度 (g/cm^3)	絶乾密度 (g/cm^3)	吸水率 (%)	実積率 (%)	すりへり減量 (%)	F.M.	BS 破砕値 (%)
粗骨材	Y石灰石*1	2.68	2.67	0.52	60.9	24.5	6.13	29.7
	O石灰石*1	2.69	2.69	0.21	59.9	20.8	6.48	31.8
	砕 石	2.73	2.72	0.79	59.5	9.9	6.78	9.7
細骨材	普通砂*2	2.66	—	1.57	66.8	—	2.75	—
碎石品質基準		—	2.50 以上	3.0 以下	55 以上	40 以下	—	1.0 以下

(注) *1: Y 山口県産, O 大分県産, *2: 普通砂は陸砂と砕砂を混合したもの

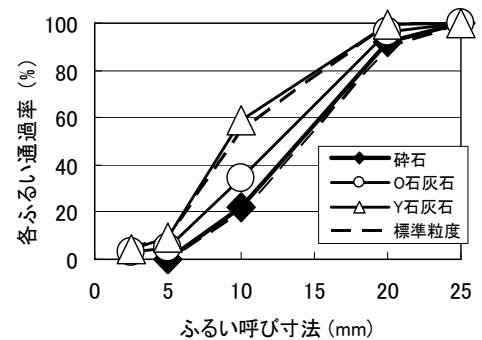


図 1 粗骨材の粒度

表 2 実験要因

要因	水準
粗骨材の種類	Y, O石灰石, 砕石
水セメント比(%)	45, 55, 65
石灰石置換率(%)	0, 50, 100

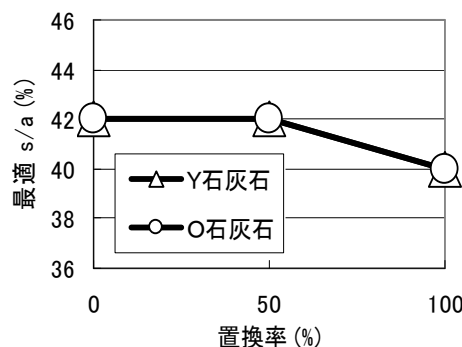


図 2 最適 s/a と置換率

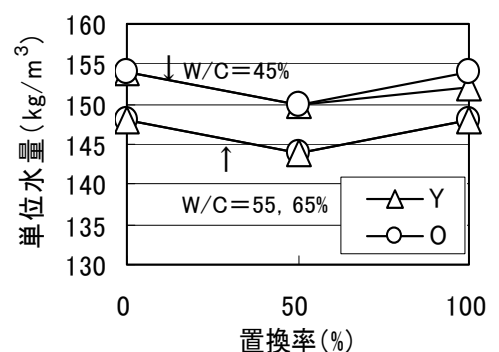


図 3 単位水量と置換率

いては W/C が同一であれば、石灰石の種類と置換率によらず、置換率 0 % の単位水量を増加させることなく所定のスランプが得られた。石灰石の微粒分が 3 % 前後までであれば単位水量への影響は殆どないといえる。

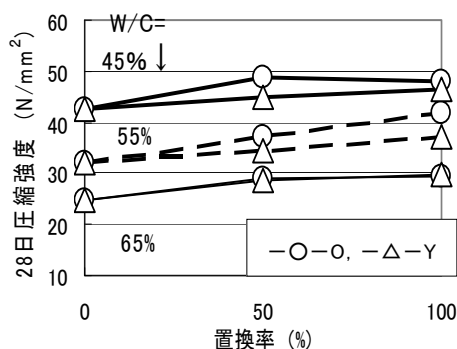


図 4 28 日圧縮強度と置換率との関係

2) 圧縮強度 図 4 より、

28 日圧縮強度は、いずれの W/C においても、石灰石置換率を大きくするほど大きくなり、石灰石の違いによらず置換率 100 % では、普通コンクリートのそれより 5~15 % 程度増加した。また W/C が同一の場合、0 石灰石の圧縮強度が Y 石灰石よりもやや大きかった。なお図 5 より、普通砕石を用いた場合を含めて、いずれのコンクリートの 28 日圧縮強度- C/W 関係には直線性が認められ、強度の増加率はほぼ同じであった。次に $W/C = 55$ % において、材齢 91 日までの圧縮強度の発現を図 6 に示す。いずれの材齢においても、石灰石置換率が高いほど圧縮強度は大きく、石灰石置換が強度に悪影響を及ぼすことはない。

3) 静弾性係数 図 7 より、同一圧縮強度における石灰石を用いたコンクリートの静弾性係数は、普通コンクリートのそれよりもやや大きい。なお、骨材種類では 0 石灰石を用いたコンクリートの静弾性係数は Y 石灰石よりも大きく、かつ普通コンクリートのそれよりもやや大きい、土木学会の提案値と概ね一致する。

4) 乾燥収縮 $W/C = 55$ %, $W = 148 \text{ kg/m}^3$ の同一として、石灰石置換率 100 % と置換率 0 % の普通砕石を用いたコンクリートの乾燥収縮試験の結果を図 8 に示す。なお、試験は角柱 (10×10×40cm) を用い、恒温室 (20℃, R.H. 60%) において、材齢 2 日から測定を開始した。石灰石を用いたコンクリートの乾燥収縮ひずみは普通コンクリートのそれよりも小さく、0, Y 石灰石が乾燥収縮ひずみ量におよぼす影響は認められなかった。このことより、石灰石の使用ないしは置換使用はコンクリートの乾燥収縮の低減に寄与するといえる。

4. 結論 実験は微粒分量を限定した範囲にとどまっているが、微粒分量が 3 % 程度までであれば、石灰石を粗骨材に用いたコンクリートの配合設計は、通常のコンクリートと同様に行える。また、石灰石を 100 % 置換しても単位水量の増加はなかった。材齢 91 日までの圧縮強度は、 $W/C = 45 \sim 65$ % の範囲では、石灰石の置換率の増加に伴って大きくなった。静弾性係数、乾燥収縮には悪影響を及ぼすことはなかった。

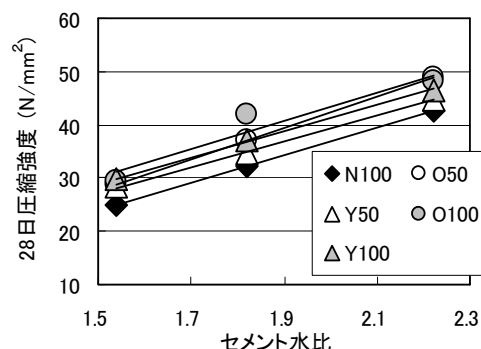


図 5 28 日圧縮強度と C/W 関係

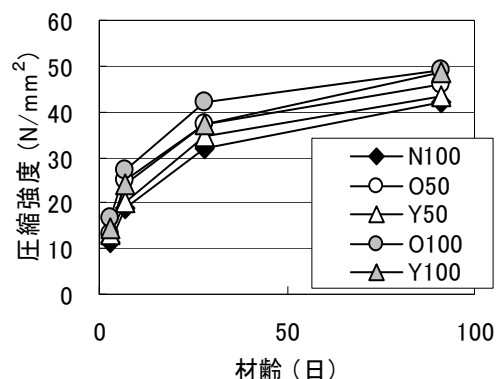


図 6 圧縮強度と材齢との関係
($W/C = 55\%$)

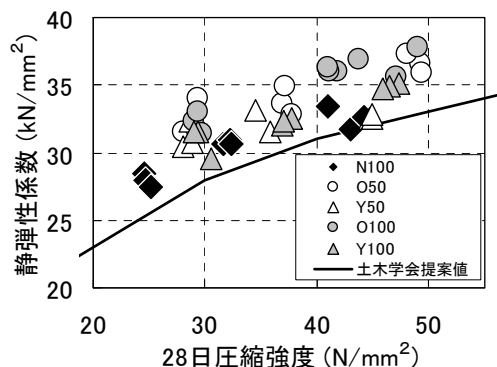


図 7 圧縮強度と静弾性係数との関係

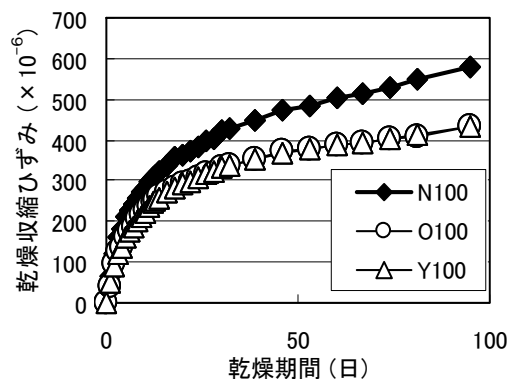


図 8 乾燥収縮ひずみ ($W/C = 55\%$)