

構造用コンクリートへのまさ土の適用に関する研究

（財）鳥取県建設技術センター 賛助会員 ○松井 信作

鳥取大学 正会員 井上 正一 鳥取大学院 学生員 吉岡 賢治

鳥取大学 正会員 黒田 保 鳥取大学 正会員 吉野 公

1. はじめに

「コスト縮減対策」，「骨材資源の枯渇化」への対応として，無筋および構造用コンクリートに10 mm 篩でふるったまさ土をそのまま細骨材として用いることができるか否かを検討するため，配合設計，フレッシュおよび硬化性状の側面から，普通砂を用いたコンクリートの性状との比較を通じて検討した結果について述べる。

2. 実験概要

(1) 細骨材として使用したまさ土の品質

まさ土には東郷ダム現場から発生したものをを用いた。表-1に，まさ土および普通砂の物理試験結果と砕砂に関するJIS規格を示す。まさ土は，粒度が粗く（F.M.が大きい），微粒分量を除いた他の物性はJISの規格外にあるが，比較的高品質といえる。

表-1 まさ土の物理的性質

種類	粗粒率	表乾密度 (g/cm^3)	絶乾密度 (g/cm^3)	吸水率 (%)	微粒分量 (%)
まさ土	3.99	2.52	2.45	3.07	4.2
普通砂	2.72	2.67	2.63	1.63	3.6
砕砂標準			> 2.5	< 3	< 7

（注）普通砂：生コンで使用している砂

(2) コンクリートの配合

鳥取県で用いられている代表的な無筋（18-8-40-BB）と構造（24-8-20-BB）用コンクリートの配合を表-2に示す。スランプ 8 ± 1.5 cm，空気量 6 ± 1.5 % に対し，無筋（ $G_{\text{max}}=40$ mm）

表-2 コンクリートの配合

コンクリートの種類	G_{max} (mm)	Slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)				混和剤	
						C	W	S	G	使用量	種類
普通コンクリート	40	8 ± 1.5	6 ± 1.5	60	41.0	250	150	832	1.044	0.25	AE
	20			55	42.0	273	150	774	1.093	0.25	
まさ土コンクリート	40	8 ± 1.5	6 ± 1.5	60	45.5	250	150	823	1.037	2.1	HWA
	20			55	44.0	318	175	729	995	0.4	

（注） G_{max} ：骨材最大寸法，使用量： $C\times\%$
混和剤：AE：AE 減水剤，HWA：高性能AE減水剤（遅延型）

では， $W=150 \text{ kg}/\text{m}^3$ ， $W/C=60$ %， $s/a=41$ % で配合設計がされている。そこで，まさ土を用いたコンクリートでは s/a に最適 s/a を用いる以外の条件は同一とした。一方， $G_{\text{max}}=20$ mmでは， W は $175 \text{ kg}/\text{m}^3$ （土木学会の水量の上限値）とし，最適 s/a を用いて設計した。なお，まさ土コンクリートにおけるスランプの調整は遅延型高性能AE減水剤（HWA）の添加量で行い，空気量はAE助剤量で調節した。

(3) フレッシュ性状および硬化性状

フレッシュ状態における試験項目は，スランプ，空気量，ブリーディング，凝結時間である。硬化コンクリートでは， $G_{\text{max}}=20$ mm の普通砂およびまさ土を使用したコンクリートに対しては， $W/C=45\sim 70$ % の範囲で圧縮強度試験を， $W/C=55$ % で乾燥収縮試験（恒温室）を行った。また，凍結融解試験は， $W/C=40, 50, 60$ % の3水準で行った。

3. 実験結果および考察

図-1に， s/a とスランプとの関係を示す。 $G_{\text{max}}=40, 20$ mmにおける普通コンクリートの最適 s/a が41.0と42.0 % であるのに対して，まさ土コンクリートのそれは45.5と44.0 % に増加した。この原因として，まさ土の F.M. が1程度大きいこと，まさ土には5～10 mmの粗骨材が一部含まれていること，が一因していると考えられる。

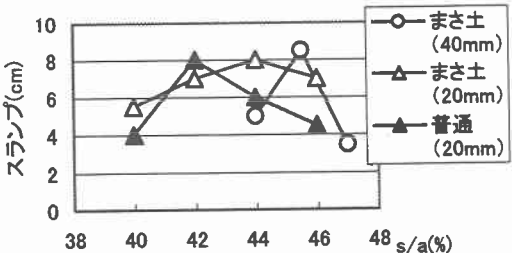


図-1 スランプとs/aの関係

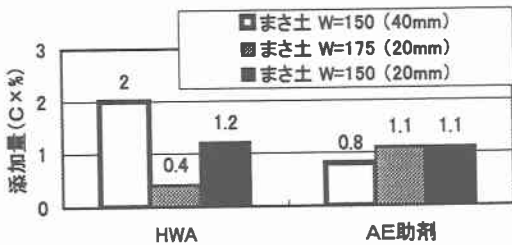


図-2 混和剤添加量

図-2に、スランプ 8 cm を得るために必要な HWA の添加量と、空気量 6 % を得るために必要な AE 助剤量を示す。なお、ここでは特に、 $G_{max}=20$ mm のまさ土コンクリートに関して、 W を 150 kg/m^3 としたのもを使用した。HWA の添加量は、水量一定 ($W=150 \text{ kg/m}^3$) の場合には G_{max} が小さい方が、同一 G_{max} においては W が多い方が、少なくなることがわかる。なお、空気量を確保するための AE 助剤は W や G_{max} の大小に影響されず、ほぼ一定であるといえる。

図-3に、スランプの経時変化を示す。 $G_{max}=40$ mm のまさ土コンクリートでは、90 分後においても良好なスランプ保持性能を発揮しているのに対し、20 mm では基準コンクリートと大差のない結果となっている。これは、 $G_{max}=40$, 20 mm における HWA の添加量の差 (1.2, 0.4 %) に起因するもので、0.4 % 程度の HWA の添加量であれば基準とまさ土のスランプの経時変化には差が無いといえる。

図-4に、空気量の経時変化を示す。まさ土コンクリートの空気量の経時変化は、普通コンクリートよりも小さいことがわかる。

図-5, 6に、ブリーディングと凝結試験の結果を示す。 $W=175 \text{ kg/m}^3$ のまさ土コンクリートのブリーディングと凝結時間は普通コンクリートと大差ないといえる。

図-7に示したセメント水比と 28 日圧縮強度との関係より、まさ土コンクリートの圧縮強度とセメント水比の間には明瞭な直線関係が認められること、同一セメント水比における圧縮強度は普通コンクリートよりも小さく、また G_{max} が小さい方が小さくなる傾向にあることがわかる。

図-8に、恒温室 (20°C, R.H.50%) に置いた $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ 角柱供試体の長さ変化を示す。なお、長さ変化測定開始時の材齢は 4 日である。骨材寸法と単位水量が同じであれば、普通とまさ土コンクリートの長さ変化にはほとんど差異が無い。

図-9に、3 水準の W/C で実施した普通およびまさ土コンクリートの凍結融解試験結果を示す。凍結融解 300 サイクル後の相対動弾性係数は、いずれのコンクリートも 80 % 程度以上あり、同一 W/C においてはまさ土を細骨材として用いても普通コンクリートよりも耐凍結融解性の大きいコンクリートを製造できる可能性のあることが明らかになった。

4. あとがき

通常の細骨材の代替骨材として、構造用コンクリートへのまさ土の適用性を検討した。その結果、骨材最大寸法 40 mm の無筋用コンクリートの場合と同様に、HWA を添加することによってまさ土を構造用コンクリートにも使える可能性のあることが明らかになった。

最後に、本研究は、(社)中国建設弘済会の「技術開発に関する助成」のもとに行ったものである。ここに明記し、謝意を表す。

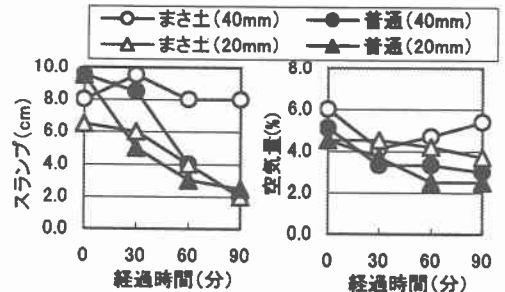


図-3 スランプ経時変化

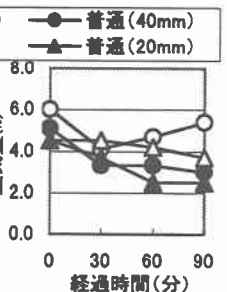


図-4 空気量経時変化

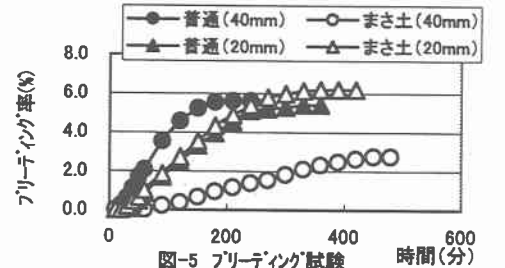


図-5 ブリーディング試験

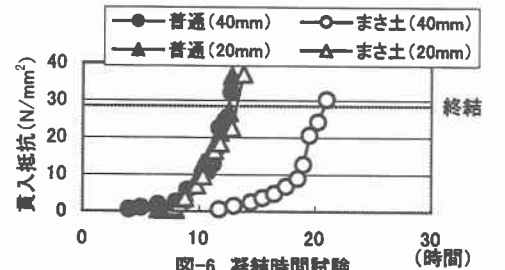


図-6 凝結時間試験

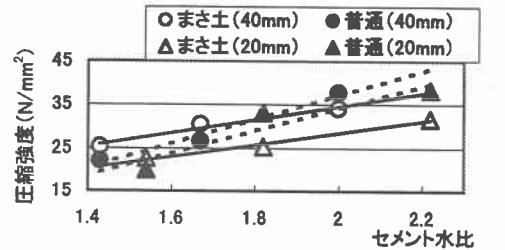


図-7 セメント水比と圧縮強度との関係

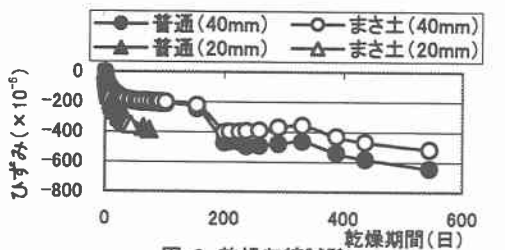


図-8 乾燥収縮試験

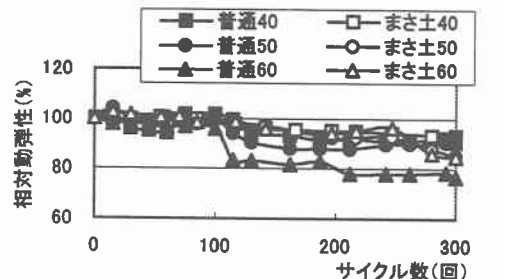


図-9 凍結融解試験結果(相対動弾性)