

大阪市立大学大学院 学生員 ○船橋 康史
大阪市立大学大学院 正会員 麓 隆行
大阪市立大学大学院 正会員 山田 優

1 はじめに

生コンクリートの需要の増加と環境問題等により良質な天然資源の確保が困難となり、年々増加するコンクリート解体がらの有効利用技術の確立、いわゆる“再生骨材”の利用が強く望まれている。しかし、再生細骨材は様々な現場から回収されたコンクリート解体がらから製造されるため骨材の品質変動が大きく、それらを使用したコンクリート性状の予測、管理は難しい。本研究では、細骨材の物理的性質とコンクリート性状との関係を明確にし、コンクリートの配合設計および管理のために必要な指標について考察した。

2 実験概要

普通細骨材として、川砂、中国産川砂および石灰石砕砂の3種類、再生細骨材として、現在再生骨材を製造しているプラントにて製造された1種類、昭和7年（平均圧縮強度 28.2N/mm²）および昭和32年（平均圧縮強度 32.9N/mm²）に建設された建築構造物の解体がらをジョークラッシャおよびコーンクラッシャにて破碎した2種類、計3種類を用意した。細骨材以外にコンクリートに使用した材料を表2に示す。コンクリートの基本配合を表3に示す。これは、揖斐川産川砂を用いてスランプ 12±2cm、空気量 5±1%に調節した W/C=40、50 および 60%の配合である。

表 1 本研究で用いた鎮骨剤とその物理的性質

分類	記号	産地、原料 または、製造場所	絶乾 密度 (kg/ℓ)	吸水率 (%)	BET 比表面積 (m ² /g)
普通 細骨材	NS-I	揖斐川産川砂	2.52	2.39	1.83
	NS-C	中国福建省産川砂	2.55	1.65	0.82
	NS-L	滋賀県産石灰石砕砂	2.64	1.24	0.74
再生 細骨材	RS-P	再生骨材プラント	2.18	8.10	3.82
	RS-SA	再生骨材(S7年建設)	2.13	8.97	4.08
	RS-SB	再生骨材(S32年建設)	1.99	11.4	4.10

なお他の細骨材を用いる場合は、基本配合の単位細骨材量を体積置換した配合を使用した。練混ぜ方法は、セメントと骨材を 30 秒間空練りした後、水を投入し 2 分 30 秒攪拌する方法とした。実験では、基本配合にもとづき、フレッシュ性状を測定し、次に同一配合で混和剤添加量のみを変化させて、目標スランプ 12±2cm、目標空気量 5±1%に調節したコンクリートを作製し、強度試験を行った。表4に測定項目およびその方法を示す。コンクリートのフレッシュ性状として、スランプおよび空気量を、硬化後の性状として、圧縮および引張強度を測定した。

表 2 細骨材以外のコンクリートに使用した材料

種別	使用材料	備考
セメント	普通ポルトランドセメント	密度 3.15 kg/ℓ
粗骨材	高機産硬質砂岩砕石	密度 2.67 kg/ℓ 吸水率 0.89% 実積率 59.8%
AE 減水剤	リグニンスルホン酸系	遅延型
空気量調整剤	変形アルキルカルボン酸系	—

表 3 揖斐川産川砂を用いた基本配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)			
		W	C	S	G
40	41.2	173	433	680	1004
50	43.2	163	326	762	1037
60	45.2	163	272	817	1025

AE 減水剤: C×0.25%

空気量調整剤: C×0.0035%

表 4 測定項目およびその方法

試験対象	試験項目	試験方法
骨材の 性質	密度、吸水率	JIS A 1109
	BET 比表面積	BET 吸着法
フレッシュ 性状	空気量	JIS A 1128
	スランプ	JIS A 1101
硬化後の 性状	圧縮強度	JIS A 1108
	引張強度	JIS A 1113

3 実験結果

図1および2は、フレッシュ性状の結果で、最も相関の高い BET 比表面積との関係を示す。W/C=60%でばらつきがあるが BET 比表面積の増加に伴いスランプおよび空気量は減少する傾向にある。すなわち、細骨材の表面形状が流動性や空気量に影響を及ぼすと考えられる。

また図3～6に、吸水率および C/W と各強度との関係を示す。吸水率の増加に伴い各強度とも減少し、その傾向は W/C によって変化しなかった。また、細骨材の種類にかかわらず C/W と各強度は直線関係に

あり、細骨材によって強度が異なる。すなわち W/C と細骨材の吸水率が強度に大きな影響を及ぼしていることがわかる。ここで再生細骨材の吸水量を考えると、9%程度の吸水率の場合、コンクリート 1m³で約 60kg にも達する。これは単位水量の 1/3 程度にあたり、無視できる量ではない。そこで、W/C および吸水率を考慮した硬化後の性状の評価指標として、以下の考え方を導入することとした。すなわちコンクリート配合から細、粗骨材が吸水する全水量を単位水量に加算し、コンクリート中の総水量を算出した。これを単位総水量 (TW) とし、式 (1) に TW の計算式を示す。さらに単位セメント量と TW との比を算出し、セメント総水量比 (C/TW) とした。

$$TW = W + s \times \gamma_{ds} + g \times \gamma_{dg} \times w_g \quad (1)$$

ここで、TW: 単位総水量、W: 単位水量 (kg/m³)、s: 単位細骨材体積 (ℓ/m³)、 γ_{ds} : 細骨材絶乾密度 (kg/ℓ)、 w_s : 細骨材の吸水率 (%), g: 単位粗骨材体積 (ℓ/m³)、 γ_{dg} : 粗骨材絶乾密度 (kg/ℓ)、 w_g : 粗骨材の吸水率 (%)

図 7~8 に C/TW と各強度との関係を示す。骨材の種類にかかわらず各強度ともに、C/TW と非常に高い相関がある。すなわち、再生細骨材を用いたコンクリートの強度は再生細骨材の吸水率に大きな影響を受けており、細、粗骨材の吸水率を考慮した C/TW を用いることにより、精度よくコンクリートの強度を管理できる可能性がある。

4 結論

- ・コンクリートのフレッシュ性状には、細骨材の物理的性質のうち、BET 比表面積の影響が大きい。

- ・圧縮および引張強度は、W/C と吸水率の影響が大きい。

- ・コンクリートの強度はコンクリート中の骨材に含まれる全水量を考慮した単位総水量と単位セメント量との比と高い相関関係がある。

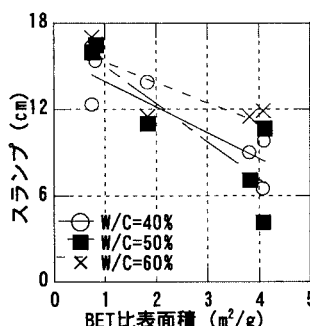


図 1 BET 比表面積とスランプとの関係

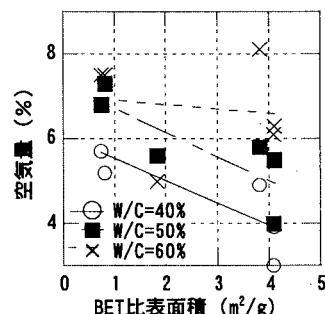


図 2 BET 比表面積と空気量との関係

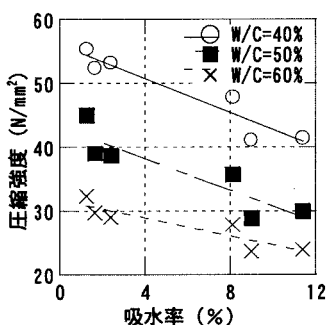


図 3 吸水率と圧縮強度との関係

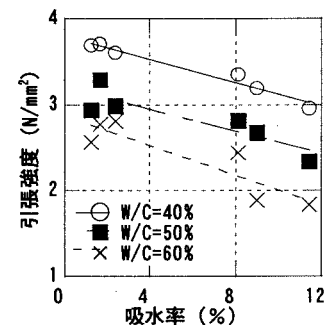


図 4 吸水率と引張強度との関係

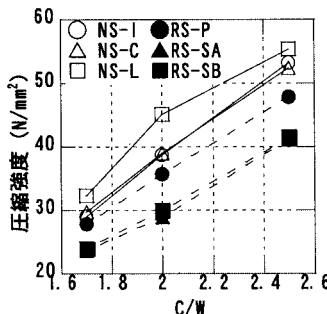


図 5 C/W と圧縮強度との関係

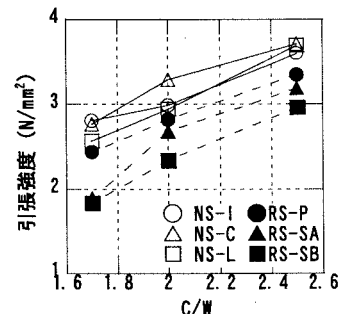


図 6 C/W と引張強度との関係

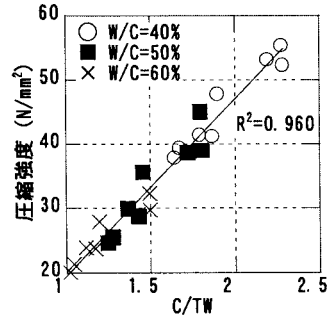


図 7 C/TW と圧縮強度との関係

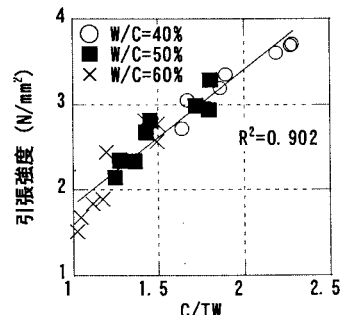


図 8 C/TW と引張強度との関係