

(V-8) 再生骨材と普通骨材の混合使用がコンクリートの強度、中性化深さに及ぼす影響

東京工業大学大学院理工学研究科 学生会員 鬼塚良介 正会員 大即信明 宮里心一

1. まえがき

現在、環境問題および資源の枯渇化を解決する方策の一つとして、再生骨材の利用に関する研究が進められている。しかしながら、再生骨材と普通骨材を混合使用したコンクリートに関する研究は少ないのが現状である。また、コンクリートには、骨材-マトリックス間界面に ITZ(境界相)が存在する。ここで、ITZ は不連続かつ多孔質な遷移帯と空隙からなる。したがって、硬化コンクリートの特性を評価する際、ITZ は着目すべき因子である。以上の背景から、本研究では、再生骨材と普通骨材の混合使用がコンクリートの強度および中性化深さに及ぼす影響を把握することを目的とした。このため付着モルタル強度の異なる 2 水準の再生粗骨材、2 水準の水結材比、および 5 水準の混合率をパラメーターとし、以下の検討を行った。はじめに ITZ の基礎性状をビッカース硬さを測定することにより評価した。次に、コンクリートの引張強度および中性化深さを評価した。

表 1 : 配合表 (kg/m³)

W/B(%)	W	C	SF	S	G(RC+VC)	Slump(cm)	Air(%)
25	155	558	62	657	929	60(s slump flow)	1
55	175	318		806	929	10	5

2. 実験概要

2. 1 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント(密度=3.155g/cm³)を使用した。細骨材は川砂(比重=2.62)を使用した。W/B=25%の場合、混和材としてシリカフュームを混和した。粗骨材については、普通骨材および付着モルタル強度の異なる 2 種類の再生骨材(A:付着モルタル強度=68.5MPa、B:付着モルタル強度=32.3MPa)を使用した。なお、目標スランプおよび空気量を満足する様、混和剤を調整して使用した。

2. 2 実験ケースおよび配合

水結材比は 25%および 55%の 2 水準とした。また再生骨材 A、B それぞれについて、5 水準の混合率(全粗骨材に対する再生骨材の使用率(重量%)0、25、50、75、100%)で普通骨材と混合した。表 1 に配合を示す。

2. 3 試験方法

(1) ITZ 性状

粗骨材とモルタル間の ITZ 性状を把握するため、28 日間の水中養生を行ったコンクリートを用いてビッカース硬さ試験を行った。なお粗骨材から 50 μ m までのビッカース硬さを平均した値を ITZ ビッカース硬さと定義した。ここで、再生骨材を使用したコンクリートには、再生骨材中の原骨材と付着モルタルとの界面に存在する ITZ(以下、「旧 ITZ」と称す)、および付着モルタルと新モルタルとの界面に存在する ITZ(以下、「新 ITZ」と称す)が存在する。本研究では、新旧両 ITZ を試験した。一方、普通骨材コンクリートでは、粗骨材と新モルタルとの界面に存在する新 ITZ を試験した。

(2) 強度

材齢 28 日における引張強度を JIS A 1113 に従い測定した。

(3) 中性化深さ

28 日間の水中養生の後、中性化促進試験(CO₂10%、40℃、R.H.=70%)を行い、中性化深さを測定した。

3. 試験結果および考察

(1) ITZ 性状

図 1 に ITZ ビッカース硬さを示す。図より、以下のことが認められる。各水結材比において、新 ITZ ビッカース硬さは粗骨材の種類によらず同等である。また、旧 ITZ ビッカース硬さについては再生骨材 A が再生骨材 B と比較して大きい。さらに、新旧 ITZ を比較する。再生骨材 A を用いた場合、W/B=25%においては新 ITZ ビッカース硬さが旧 ITZ ビッカース

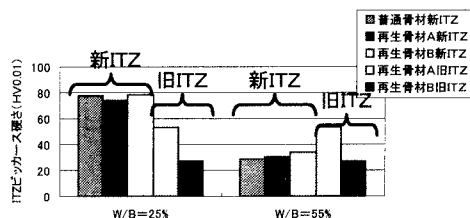


図 1 : ITZ ビッカース硬さ

キーワード：再生骨材、混合使用、ITZ、引張強度、中性化深さ

連絡先：目黒区大岡山 2-1-2-1 TEL/FAX：03-5734-2594/2585

硬さと比較して大きい。一方、W/B＝55%においては旧 ITZ ビッカース硬さが新 ITZ ビッカース硬さと比較して大きい。また、再生骨材 B を用いた場合、何れの W/B においても、新 ITZ ビッカース硬さが旧 ITZ ビッカース硬さと比較して大きい。

(2) 強度

図 2 に W/B＝25%および 55%における引張強度を示す。図より、以下のことが認められる。再生骨材 A と普通骨材を混合使用した場合、W/B＝55%においては、何れの混合率においても引張強度は同等である。一方、W/B＝25%においては、再生骨材 A の混合率が高いほど引張強度が低くなる。また、再生骨材 B と普通骨材を混合使用した場合、何れの W/B においても、再生骨材 B の混合率が高いほど引張強度は低くなる。特にこの傾向は、混合率 0%の場合と比較した、混合率 25%の場合において顕著である。

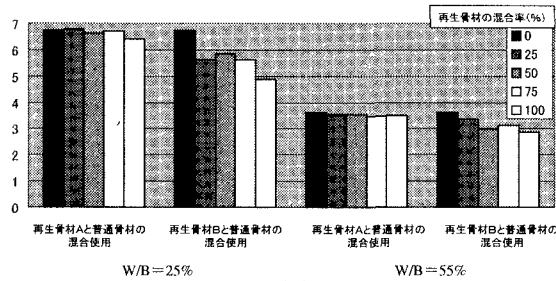


図 2：引張強度

以上の結果について考察する。まず再生骨材 A については、(1)で述べた通り、W/B＝55%においては新 ITZ ビッカース硬さが旧 ITZ ビッカース硬さより小さい。したがって、脆弱な ITZ が破壊の原因になると仮定すれば、新 ITZ の性状がコンクリートの強度に影響を及ぼすと考えられる。このため再生骨材 A を使用した場合、混合率によらず引張強度は同等になったと思われる。一方、再生骨材 B については、(1)で述べた通り、何れの水結合材比においても、旧 ITZ ビッカース硬さが新 ITZ ビッカース硬さより小さい。したがって、旧 ITZ の性状がコンクリートの強度に影響を及ぼすと考えられる。そのため、普通骨材のみを用いた場合と比較して、再生骨材 B を僅かでも混合すれば、引張強度が低くなったと思われる。さらに、再生骨材 B の混合率が高くなるほど、コンクリート中に占める旧 ITZ の体積が大きくなる。その結果、混合率が高いほど、引張強度が低くなったと思われる。また、W/B＝25%の場合と 55%の場合を比較すると、前者においてこの傾向が顕著である。これは前者において新 ITZ ビッカース硬さと旧 ITZ ビッカース硬さの差が大きいためと考えられる。

(3) 中性化深さ

図 3 に中性化深さを示す。再生骨材 A と普通骨材を混合使用した場合、何れの W/B においても中性化深さは同等である。一方、再生粗骨材 B と普通骨材を混合使用した場合、再生骨材 B の混合率が高いほど、中性化深さが大きくなる。

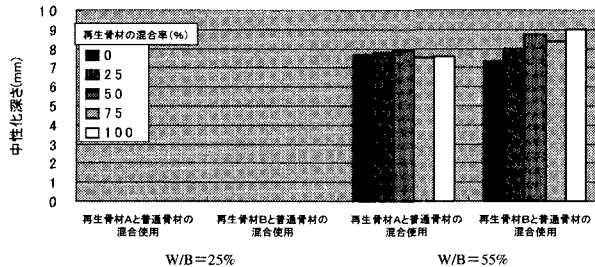


図 3：中性化深さ

以上の結果を考察する。再生骨材 A は付着モルタルの品質および旧 ITZ 性状が良好である。このため、CO₂ は再生骨材内部を浸透しにくい。その結果、再生骨材 A の混合率は中性化深さに影響を及ぼさなかったと考えられる。一方、再生骨材 B は付着モルタルの品質および旧 ITZ 性状が悪い。このため、CO₂ のコンクリート内部への浸透を助長する。その結果、再生骨材 B の混合率が高いほど、中性化深さが大きくなったと考えられる。

4. まとめ

再生骨材と普通骨材を混合使用したコンクリートに関して次のことが明らかとなった。

- ①再生骨材の旧 ITZ ビッカース硬さが新 ITZ ビッカース硬さと比較して小さい場合、再生骨材と普通骨材の混合使用はコンクリートの引張強度に影響を及ぼす。すなわち、再生骨材の混合率が高いほど、引張強度は低くなる。特にこの傾向は、コンクリートの W/B が低いほど顕著になる。
 - ②再生骨材の旧 ITZ ビッカース硬さが新 ITZ ビッカース硬さと比較して小さい場合、再生骨材と普通骨材の混合使用はコンクリートの中性化深さに影響を及ぼす。すなわち、再生骨材の混合率が高いほど、中性化深さは大きくなる。
- 謝辞：本研究は日本学術振興会未来開拓学術推進事業、プロジェクト番号：96R07601「ライフサイクルを考慮した建設材料の新しいリサイクル工法の開発（代表：新潟大学・長瀧重義教授）」の一環として行ったものである。