

再生骨材コンクリート M の割裂引張破断面に関する研究

東北工業大学 学生会員 ○千葉 貴樹
東北工業大学 正会員 小出 英夫
東北工業大学大学院 学生会員 古仲 勇作

1. はじめに

コンクリート用再生骨材の利用拡大を目的とし、近年、JIS A 5022「再生骨材 M を用いたコンクリート」等の規格が定められた。JIS A 5022 で規定されている再生骨材コンクリート M は、再生骨材 M 自体の品質の不確実性と付着モルタル等がコンクリートの品質へ及ぼす影響から、その用途が限定されている。

そこで本研究では、再生骨材 M の用途拡大に寄与することを目的に、その引張破壊特性を明確にするため、再生粗骨材 M 相当品を粗骨材として 100%用い、水セメント比と細骨材率を変化させた 5 種類の配合の再生骨材コンクリート M（以後、「再生コンクリート」と呼ぶ）を製造し、割裂引張試験を実施し、引張強度とその破断面について比較を行った。また、独自の試験方法で実施した直接引張試験の破断面との比較も一部の配合について行い考察した。

2. 実験概要

(1) 使用材料

再生コンクリートの製造には、普通ポルトランドセメント（宇部三菱セメント社製、密度 3.16g/cm^3 ）、細骨材（鶴巣大平産山砂、表乾密度 2.55g/cm^3 、粗粒率 2.59）、再生粗骨材（迫開発工業社製コンクリート用再生粗骨材 M2005、絶乾密度 2.39g/cm^3 、吸水率 4.79%）をそれぞれ使用した。また、混和剤として、AE 剤（山宗化学社製 I 種）、ポリカルボン酸系高性能減水剤（花王社製 I 種）を使用した。なお再生粗骨材は、分級後、5~10mm（表乾密度 2.51g/cm^3 、吸水率 4.99%）と 10~15mm（表乾密度 2.55g/cm^3 、吸水率 3.53%）のみを、実積率が高い値となった 50%ずつの混合で、粗骨材の最大寸法 15mm として用いた。これは、粗骨材の最大寸法 20mm、25mm に対しても同様の実験を行う予定としており、今後、結果を比較検討するためである。

(2) 再生コンクリート

再生コンクリートの配合を表-1 に示す。すべての配合において、骨材容積（セメントペースト容積）は同一とし、空気量 $5\pm 1\%$ 、スランプ $12\pm 1\text{cm}$ となるように混和剤で調整した。各配合の再生コンクリートに対して、圧縮及び割裂引張試験用に円柱供試体（ $\phi 100\text{mm}\times 200\text{mm}$ ）、直接引張試験用に角柱供試体（ $100\times 100\times 400\text{mm}$ ）を製造し、 20°C で各実験実施まで水中養生した。圧縮強度試験は材齢 28 日、割裂引張試験と直接引張試験は材齢約 78 日で実施した。

(3) 引張強度試験

割裂引張試験は、JIS A 1113 に準拠して行った。直接引張試験は、写真-1 に示すような偏心と二次曲げを

表-1 実験に用いた再生コンクリートの配合

配合名	W/C [%]	s/a [%]	単位量 $[\text{kg/m}^3]$				高性能減水剤 [C×%]	AE剤 [C×%]
			W	C	S	再生粗骨材		
B1	40	35	150	375	608	1120	0.95	0.0195
B2	60	35	176	293	608	1120	0.24	0.0250
B3	40	45	150	375	782	948	1.20	0.0170
B4	60	45	176	293	782	948	0.25	0.0205
C2	50	40	165	330	694	1033	0.85	0.0190

キーワード：再生コンクリート、再生骨材、割裂引張試験、直接引張試験、破断面

連絡先：仙台市太白区八木山香澄町 35-1 東北工業大学工学部建設システム工学科 Tel 022-305-3506

打ち消す仕組みの備わった特殊な装置を用いて行った。なお、直接引張試験用の角柱供試体には、直接引張による複数ひび割れを防止する目的で、供試体 4 面のすべての中央部に幅 3mm、深さ 10mm の切欠きを設けた。



写真-1 直接引張試験の様子

3. 実験結果

表-2 に、表-1 に示す各配合の再生コンクリートの圧縮強度（材齢 28 日）、割裂引張試験と直接引張試験からそれぞれ導いた引張強度（ともに、材齢は約 78 日）を示す。いずれもの値も、各配合 3~4 供試体の平均値である。水セメント比 40%（B1 と B3）においては、細骨材率の違いに関係なく、圧縮強度、割裂引張強度ともそれぞれほぼ同じ値となったが、水セメント比 60%（B2 と B4）においては、細骨材率の大きい B4 の方が、圧縮強度、割裂引張強度ともに 2 割程度以上大きな値となった。これは、モルタル強度が低い程、弱点となる再生骨材の

単位量の大小がコンクリート強度に大きな影響を与えるためと考えられる。また、割裂引張強度は直接引張強度よりも大きくなる傾向が示された。

表-2 各コンクリートの強度の比較

配合名	圧縮強度 (材齢28日) (N/mm ²)	割裂引張強度 (材齢78日) (N/mm ²)	直接引張強度 (材齢78日) (N/mm ²)
B1	40.8	3.12	2.85
B2	21.2	2.08	2.04
B3	41.5	3.10	2.85
B4	25.3	2.69	2.08
C2	30.8	2.56	2.36

写真-2 に、B1、B2、B3、B4 の各配合における円柱供試体の中央 10×10cm 部分の割裂引張破断面の一例を示す。細骨材率が小さい B1 と B2 では、強度の違いに関わらず、細骨材率の大きい B3、B4 に対して単位再生粗骨材量の大小の差による原因以上に、再生骨材中の原粗骨材が破断面に多く観察された。対になる破断面も観察した結果、このほとんどは、原粗骨材と付着モルタルのはがれではなく、原粗骨材自体の破断であることが確認できた。

写真-3 に、直接引張試験と割裂引張試験の破断面の比較の一例として、B1 の様子を示す。直接引張破断面の外周部分は、深さ 10mm の切欠き部に相当する。両破断面とも各試験に用いた供試体の打設面に対して垂直な面に相当する点は同一条件であるが、割裂引張の場合は破断面に平行する異なる面では応力状態が破断面と大きく異なり、さらに破断面と平行方向に圧縮力も作用する。それらの点が主な原因と考えられるが、割裂引張試験の破断面は比較的平らであるのに対して、直接引張試験の破断面では大きな凹凸が確認された。

4. まとめ

粗骨材の最大寸法 15mm の再生骨材コンクリート M について、以下のことがわかった。

- ・単位再生粗骨材量が多いと、引張破壊時に、再生骨材が、内部の原骨材自体で破断する割合が高くなる。
- ・割裂引張と直接引張の破断面では、破断時の応力状態が異なるため、その破断形状も異なる。

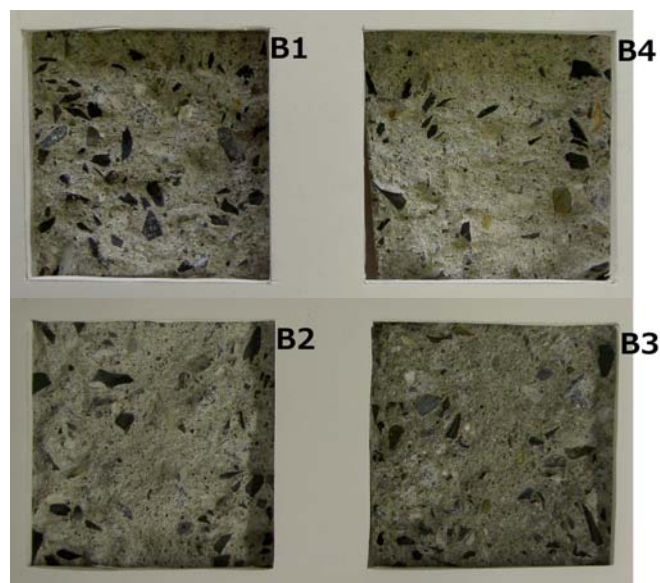


写真-2 各配合の割裂引張破断面の比較

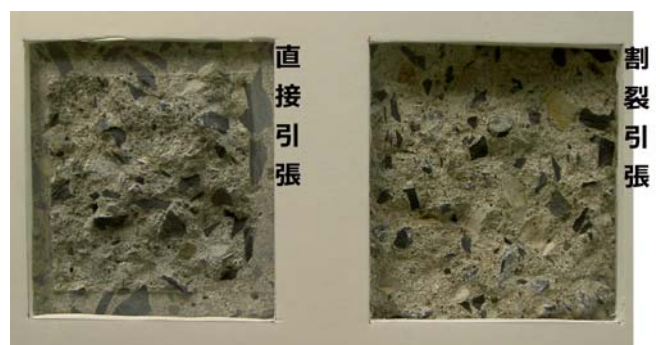


写真-3 直接引張と割裂引張の破断面の比較 (B1)