

フライアッシュの添加が再生骨材コンクリートの曲げ強度特性に与える影響

富山県立大学 ○窪田一沙 (学生会員) 伊藤 始 (正会員) 鈴木祥太 (学生会員)
 川田工業株式会社 (元富山県立大学) 中畔大夢 金沢市役所 (元富山県立大学) 谷 拓郎 (正会員)

1. はじめに

近年, 全国的にコンクリート構造物の老朽化が進んでおり, 今後取り壊しや建替えが増えるが見込まれている. 廃棄物と天然骨材の使用量を削減できる骨材リサイクルの方法に再生骨材コンクリートの技術がある¹⁾. 再生骨材コンクリートの課題として, 力学性能や耐久性が通常のコンクリートに比べて低下することが知られている.

本研究では, 力学性能のうち曲げひび割れ強度と破壊エネルギーに着目し, 再生骨材コンクリートにフライアッシュ (以下 FA とも記述する) を組み合わせることで, 再生骨材の使用に起因した性能の低下をポズラン反応によるコンクリートの緻密化で補い, 実用に近づけることを目標とした.

2. 試験方法

(1) 再生骨材の製造

再生骨材 (粗骨材) は標準養生を行った材齢 28 日以降の原コンクリートの角柱をファインジョークラッシャーにより破碎し, 25mm ふるいを通過し, 5mm ふるいに留まった全量を試料とした. 原コンクリートの配合条件は表-1 に示すとおりであり, 材齢 28 日の圧縮強度は 37.1N/mm² であった. 表-2 に再生骨材の骨材試験結果を示す. 今回の再生骨材の結果は JIS A 5023 の再生骨材 L に該当した.

(2) 試験ケースおよび角柱供試体の製作

表-3 に示すように, 骨材種類 (川砂利, 再生骨材), 短繊維混入の有無, FA 添加の有無をパラメー

タとした 6 ケースについて実施した. 短繊維には長さ 30mm の PVA 繊維を用いた. コンクリートの配合条件を表-1 に示す. 実験では 100×100×400mm の角柱供試体を各ケース 3 体用意し, 温度 20°C の恒温室内で試験材齢まで封かん養生を行った.

(3) 切欠きはりの曲げ試験

曲げ試験は「切欠きはりを用いたコンクリートの破壊エネルギー試験方法 (JCI-S001-2003)」(図-1) に準じて行った²⁾. 荷重を変位制御で行い, 荷重, 載荷点・支点変位, ひび割れ開口変位を計測した.

表-1 配合条件

コンクリート種類	水結合材比 W/B (%)	細骨材率 s/a (%)	単位水量 W (kg/m ³)
原コンクリート	55.0	46.7	156
普通骨材	55.0	41.5	140
再生骨材	55.0	49.0	138

粗骨材最大寸法25mm, 目標スランプ8.0cm, 目標空気量4.5%

表-2 再生骨材の骨材試験結果

表乾密度 (g/cm ³)	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	実積率 (%)	微粒分量 (%)
2.45	2.32	5.32	58.6	0.1

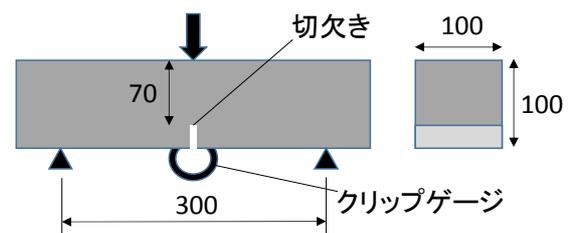


図-1 実験概要

表-3 試験ケースと試験結果

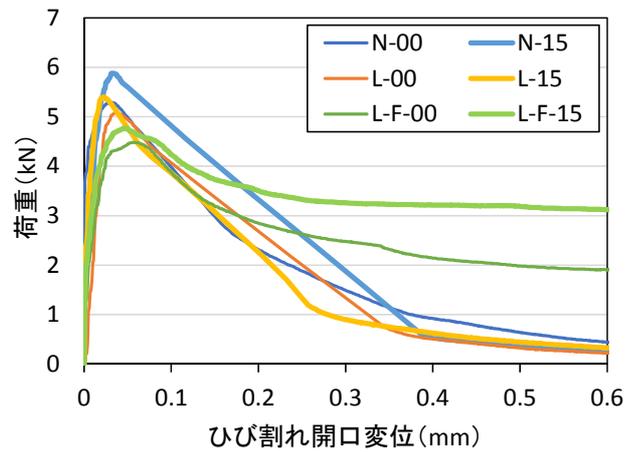
ケース名	試験条件			圧縮強度試験結果		曲げ試験結果		
	粗骨材種類	PVA短繊維添加量 (vol.%)	フライアッシュ添加量 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)	最大曲げ荷重 (kN)	曲げ強度 (N/mm ²)	破壊エネルギー (N/mm)
N-00	川砂利	0.0	0	41.2	27.9	5.58	5.12	0.204
N-15			15	43.0	27.9	5.86	5.38	0.187
L-00			再生骨材	0	41.0	25.4	5.09	4.67
L-15	15	42.1		28.0	5.15	4.73	0.158	
L-F-00	1.0	0		42.8	25.6	4.61	4.24	1.182
L-F-15		15	40.0	24.6	4.79	4.40	1.400	

キーワード 再生骨材, フライアッシュ, 曲げ試験, 切欠きはり

連絡先 〒939-0398 富山県射水市黒河 5180 TEL 0766-56-7500

3. 荷重－ひび割れ開口変位関係

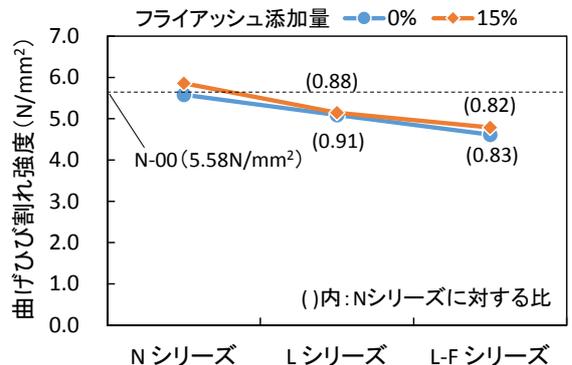
図－2に荷重とひび割れ開口変位の関係を示す。ここでは破壊エネルギーが各ケース3体のうち中央値であった1体の結果を示す。短繊維を混入していないケースでは、最大荷重から変位0.3～0.4mmまで荷重が急激に低下し、それ以降で緩やかに低下した。短繊維を混入したL-F-00とL-F-15の荷重は、最大荷重以降で緩やかに低下し、L-F-15では変位3mmまで最大荷重の50%の荷重を保持し続けた。



図－2 荷重－ひび割れ開口変位関係

4. 曲げひび割れ強度

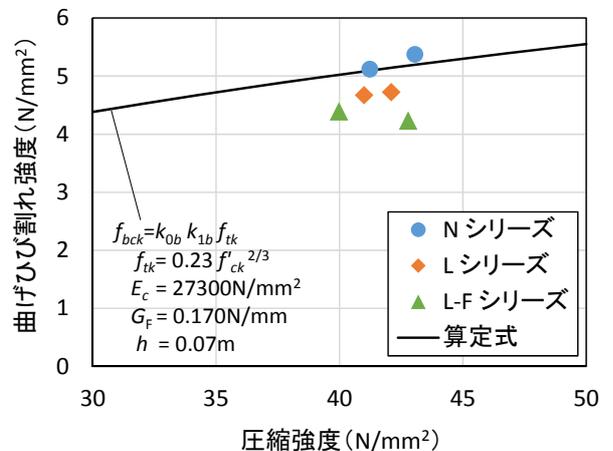
図－3のようにLシリーズの曲げひび割れ強度は、Nシリーズの値に比べ10%程度小さくなった。FAを添加したとき、各シリーズの曲げひび割れ強度は大きくなったが、その割合は5%以下であった。図－4に圧縮強度と曲げひび割れ強度の関係を示す。同図にはコンクリート標準示方書の算定式を示す³⁾。算定式に用いるヤング係数と破壊エネルギーには、NシリーズとLシリーズの平均値を用いた。なお、供試体の部材高さhが0.07mであり、算定式の適用範囲0.2mを下回っている。Nシリーズの値は算定式とほぼ一致し、他シリーズの値は算定式を下回った。



図－3 曲げひび割れ強度

5. 破壊エネルギー

図－5のようにLシリーズの破壊エネルギーは、Nシリーズの値に比べ、15%と35%小さくなった。L-Fシリーズの破壊エネルギーは、Lシリーズの値に比べ約9倍となった。LとL-Fシリーズにおいて、FA添加で破壊エネルギーが約20%大きくなった。



図－4 圧縮強度－曲げひび割れ強度関係

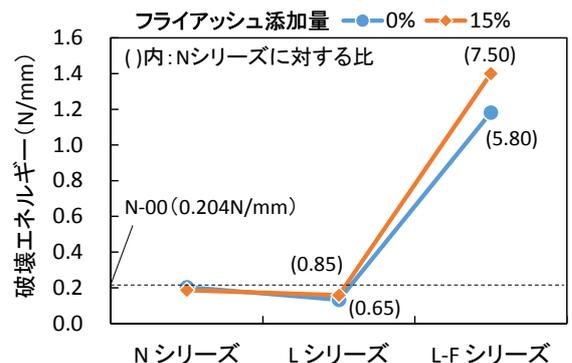
6. まとめ

- (1) 再生骨材を使用したとき、曲げひび割れ強度および破壊エネルギーは普通骨材の使用時に比べ小さくなった。
- (2) フライアッシュを使用したとき、曲げひび割れ強度はほとんど変化がなく、再生骨材と組み合わせたケースで破壊エネルギーが大きくなった。
- (3) 短繊維を混入したとき、曲げひび割れ強度は小さくなり、破壊エネルギーが大きくなった。

謝辞：本研究の一部を科学技術費補助金（基礎研究（C）25420461）により行った。ここに謝意を表します。

参考文献：

- 1) 土木学会：電力施設解体コンクリートを用いた再生骨材コンクリートの設計施工指針（案），C.L.120，2005
- 2) 日本コンクリート工学協会：コンクリートの破壊特性の試験法に関する調査研究報告書，2001
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書・設計編，2013



図－5 破壊エネルギー