

粗骨材に高強度フライアッシュ人工骨材を使用したRC部材の付着およびひび割れ試験

(株)ピー・エス 正会員 ○桜田道博 長岡技術科学大学 正会員 下村 匠
鹿島建設(株) 正会員 滝本邦彦 (株)竹中土木 正会員 近 信明

1. はじめに

近年、石炭火力発電所から発生するフライアッシュを用いた高強度フライアッシュ人工骨材（以降、HFA 骨材と呼ぶ）が開発された。この骨材は吸水率が低く高強度であるなど利点が多い。また、天然骨材に代わる人工骨材として注目されている。本文では、コンクリートの粗骨材としてこの人工骨材を使用した鉄筋コンクリート部材を製作しひび割れおよび付着特性に着目して試験を行った。

2. ひび割れ試験

2.1 試験概要

粗骨材に HFA 骨材を使用した鉄筋コンクリート部材のひび割れ分散性、および既往の曲げひび割れ幅算定式の適用性を検討するため、両引き試験およびはり試験を行った。両引き試験では、コンクリート強度、鋼材の種類、鋼材の径、およびかぶりをパラメータとした 15 体の供試体を製作した。供試体の断面寸法は $80 \times 80\text{mm} \sim 150 \times 150\text{mm}$ 、供試体の長さは 1000mm および 1500mm とし、部材の中央に鋼材を配置した。試験は、鋼材の両端に引張荷重を載荷することで供試体にひび割れを発生させ、発生したひび割れ間隔を測定して行った。乾燥収縮の影響をなくするため、供試体は荷重の直前まで湿潤状態とした。はり試験の供試体は、支間を 3m 、断面寸法の高さを 300mm で一定とし、かぶりに合わせて幅を 80 、 125 、および 150mm に変化させた。引張鉄筋は 1 本のみとし、側面と底面からの純かぶりが一定となるよう配置した。せん断スパンにはせん断補強鉄筋を配置し、せん断破壊しないよう配慮した。支間中央部にはスリットを設け、ひび割れを誘発させた。スリットの真上の鉄筋にはひずみゲージを貼り付け、鉄筋の増加応力度とひび割れ幅との関係を検討した。両引き試験と同様、乾燥収縮の影響をなくするため、供試体は荷重の直前まで湿潤状態とした。

2.2 試験結果

(1) かぶりと最大ひび割れ間隔との関係

かぶりと最大ひび割れ間隔との関係を図-1 に示す。HFA 骨材を使用したコンクリート部材(圧縮強度 30N/mm^2)のかぶりと最大ひび割れ間隔との関係はほぼ直線関係であり、その傾きは両引き試験で 5.89 、はり実験で 5.60 である。これは、普通骨材コンクリート(コンクリート強度 35N/mm^2)を用いた既往の研究²⁾の結果(5.4)とほぼ同程度である。

(2) 鉄筋応力度とひび割れ幅との関係

鉄筋応力度の増加量とひび割れ幅との関係を図-2 に示す。これはコンクリート強度が 30N/mm^2 のはり試験の結果である。ひび割れ幅の設計値は、土木学会のひび割れ幅算出式に準じて算出した。鉄筋応力度の増加量とひび割れ幅とは直線関係にあり、ひび割れ幅の実測値は土木学会算定式

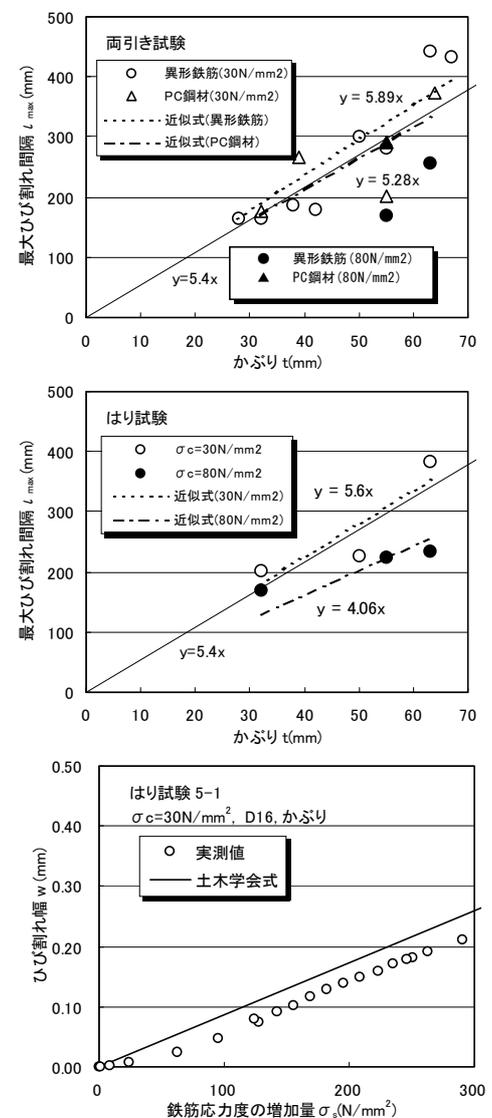


図-2 鉄筋応力度の増加量とひび割れ幅との関係

キーワード: 高強度フライアッシュ人工骨材, ひび割れ間隔, ひび割れ幅, 付着

連絡先: 〒170-0004 東京都豊島区北大塚 1-13-17 HIB 大塚ビル TEL 03-5974-2671 FAX 03-5974-2679

を用いて算出した設計値より小さくなっている。

3. 小型供試体を用いた付着試験

3.1 試験概要

HFA 骨材、普通骨材（以降、NA 骨材と呼ぶ）および従来の人工軽量骨材（以降、LA 骨材と呼ぶ）を用いたコンクリートと鉄筋との付着強度を JSCE-G503 に準じて求め比較した。

3.2 試験結果

コンクリートの圧縮強度と最大付着応力度との関係を図-3 に示す。

すべての骨材において鉛直筋(鉛直方向鉄筋)の最大付着応力度は水

平筋(水平方向鉄筋)のものに比べて大きい。HFA 骨材を用いたコンクリートの水平筋の最大付着応力度は、NA 骨

材コンクリートのものより小さく、LA 骨材コンクリートと同程度である。

4. 大型供試体を用いた付着試験

4.1 試験概要

柱とフーチングからなる鉄筋コンクリート構造物のように鉄筋の周囲がコンクリートで拘束されている場合、鉄筋とコンクリートとの付着挙動は周囲が拘束されていない場合とは異なることが知られている³⁾。そこで、比較的大型の円柱供試体(φ500mm)を用いて定着長を長くとした場合の引抜き試験^{3),4)}を行った。

4.2 試験方法および供試体

荷重はセンターホールジャッキにより鉄筋(D19, SD345)の片側を引き抜くことで行った。供試体は、骨材種類(HFA 骨材、NA 骨材)、コンクリート強度(30、50N/mm²)、および定着長(10D、20D)をパラメータとしたものを作製した。鉄筋の荷重端より 10D の区間は非定着区間とした。鉄筋には所定の間隔でひずみゲージを貼り、鉄筋の付着長を計測した。

4.3 試験結果

大型円柱供試体における鉄筋のひずみ分布を図-4 に示す。これは、鉄筋の定着長が 20D、コンクリートの圧縮強度が 50N/mm²、非定着区間の鉄筋ひずみが降伏(約 2000μ)に達した時点のものである。HFA 骨材と NA 骨材とのひずみ分布にはほとんど差はなく、同程度の付着性状であることがわかる。

5. まとめ

- 1) 本骨材を使用した鉄筋コンクリート部材（コンクリート強度 30N/mm² 程度）の最大ひび割れ間隔は普通骨材コンクリート（コンクリート強度 35N/mm² 程度）の場合と同じく、かぶり厚の 5.4 倍程度であった。
- 2) 高強度コンクリート(圧縮強度 80N/mm²)の場合最大ひび割れ間隔は小さくなった。
- 3) P C 鋼より線を用いた供試体の最大ひび割れ間隔は、異形鉄筋を用いたものと同程度だった。
- 4) ひび割れ幅は、鉄筋応力度の増加量に比例し、土木学会式を適用して求めたひび割れ幅よりも小さかった。
- 5) 通常の鉄筋付着試験(JSCE-G503)では、従来の人工軽量骨材コンクリートと同程度の付着強度を有した。
- 6) 鉄筋の周囲をコンクリートで拘束した場合、普通骨材コンクリートと同等の付着性状を示した。

謝辞

本研究は、(財)石炭利用総合センターの補助事業（被補助者：太平洋セメント（株））の一部であり、「高強度人工骨材コンクリート研究会」（会長：電源開発（株））の成果を取りまとめたものである。また、本文は高強度人工骨材コンクリート設計施工指針案を取りまとめている土木学会高強度人工骨材コンクリート調査研究小委員会に資料として提出された一部であり、ご助言をいただいた皆様に謝意を表します。

参考文献

- 1) 曾根徳明：石炭灰を主原料とした高強度人工骨材，コンクリート工学，Vol.36，No.12，1998.12
- 2) 角田与史雄：鉄筋コンクリートの最大ひび割れ幅，コンクリート・ジャーナル Vol.8，No.9，pp.1～10，1970.9
- 3) 山尾芳秀，周礼良，二羽淳一郎：付着応力-すべり量に関する実験的研究，土木学会論文報告集，第 343 号，pp.219～228，1984.3
- 4) 横田弘，ほか：高性能軽量コンクリート港湾構造物への適用に関する基礎的研究，港湾技研資料，No.967，pp.24～26，2000.9

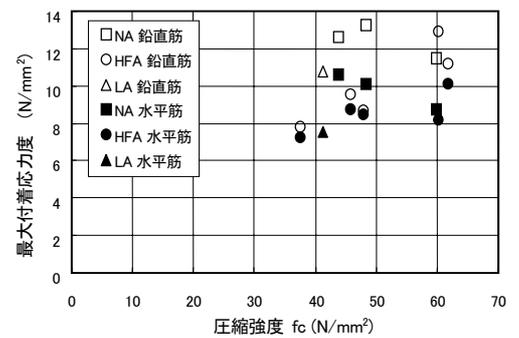


図-3 圧縮強度と最大付着応力度の関係

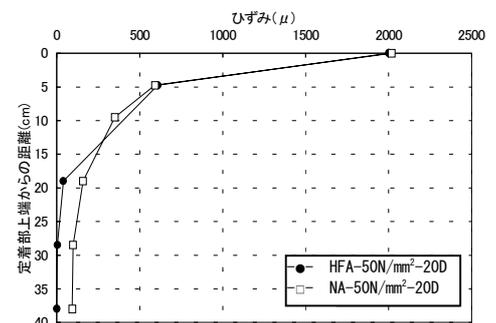


図-4 定着長 20D 時の鉄筋のひずみ分布