

ASR 膨張ひび割れを模擬したコンクリートと鉄筋の付着・定着性状

京都大学 学生員 ○成清公平 正会員 山本貴士
正会員 服部篤史 フェロー 宮川豊章

1 研究目的

鉄筋破断の生じた ASR 劣化構造物において鉄筋の付着・定着機能が十分発揮されない場合、部材の耐荷性能が低下する可能性がある。そこで本研究では、膨張コンクリートを用いて ASR 膨張ひび割れを模擬した供試体中の鉄筋に対して引抜き試験を行い、膨張ひび割れが鉄筋の付着・定着特性に与える影響を明らかにすることを目的とした。

2 実験概要

供試体の形状・寸法を図 1 に示す。幅×高さ=200^B×300^Hmm の矩形断面を有する全長 400mmあるいは500mmのカンチレバー型引抜き供試体とし、引抜き対象の鉄筋は、主筋を想定した供試体(D19)で隅角部に 4 本、せん断補強筋を想定した供試体(D10)で断面短辺中央上下縁に 1 本ずつ(合計 2 本)配置した。最小かぶりはいずれも 25mmとした。D19 供試体には、横補強筋としてD10 スターラップを供試体軸方向中央に配置(面積比 0.18%)した。

膨張ひび割れの有無、横補強筋破断の有無、付着試験区間長さを実験要因とした。膨張ひび割れを模擬した供試体の断面を図 2 に示す。打設時に発泡スチロールを配置して中空の矩形断面外郭部を作製した。発泡スチロールを繰り抜いた中空部分に膨張コンクリートを打設し、膨張ひび割れを模擬した。鉄筋周辺に膨張ひび割れを誘導するために矩形発泡スチロールの四隅(D19)または短辺中央部(D10)に鉄筋方向へのアルミテープスリットを設けた。また、横補強筋隅角部の破断は、図 1 に示すように D10 直線筋を組み合わせで模擬した。さらに、D10 供試体では、引抜き作用を受ける鉄筋が降伏するまで機能するのに必要な定着長を検討するため、付着試験区間長さ 300 および 400mm を設定した。

引抜き载荷装置を図 3 に示す。鉄筋をセンターホール型油圧ジャッキに通し、鉄筋の端部に鋼板 2 枚を矢羽根状に溶接して鉄筋に引抜き力を与えた。引抜き荷重、自由端変位、荷重端変位を測定した。

3 実験結果および考察

3.1 膨張ひび割れ幅 膨張ひび割れ幅測定結果を表 1 に示す。ひび割れ幅は、コア部から断面の鉄筋位置を通過し、供試体表面に現れた軸方向ひび割れに対しておよそ 50mm 間隔で約 7 点測定した平均値である。横補強筋隅角部の破断を模擬したものは、膨張ひび割れに対する拘束力が低下し、破断の無いものに比べて大きなひび割れが生じた。

キーワード：ASR、付着・定着、付着割裂強度、膨張ひび割れ模擬、鉄筋破断

連絡先 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL 075-753-5102 FAX 075-752-1745

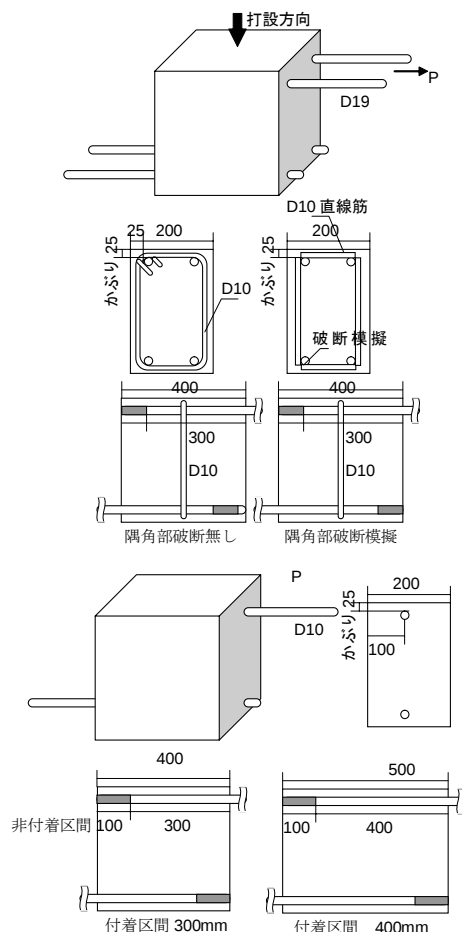


図 1 供試体形状・寸法(単位:mm)

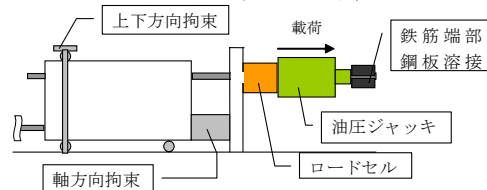


図 3 载荷状況

表 1 膨張ひび割れ幅

供試体	ひび割れ幅(mm)
D19、隅角部破断無し	0.55
D19、隅角部破断模擬	6.25
D10、付着区間300mm	7.30
D10、付着区間400mm	5.20

3.2 荷重—荷重端および自由端変位 D19 供試体の荷重—荷重端および自由端変位を図 4 に示す。いずれの供試体においても鉄筋は降伏せず、コーナースプリット型¹⁾の付着割裂ひび割れが発生して最大荷重となり、自由端変位が急増する挙動であったが、膨張ひび割れを模擬した供試体では、ひび割れの影響で最大値が大幅に低下した。

D10 供試体の荷重—荷重端および自由端変位を図 5 に示す。健全供試体ではいずれの付着長でも鉄筋が降伏している。これに対し、ひび割れ模擬供試体ではいずれも引抜け型の破壊となり、荷重端変位と自由端変位が同様の挙動を示しているとともに、最大荷重が低下した。表 1 に示すように、D19 よりも D10 の方が鉄筋径に対してひび割れ幅が相対的に大きく、割裂破壊をとまなうまでのリングテンションが鉄筋周りに生じなかったと考えられる。

3.3 平均付着割裂強度 付着割裂破壊を生じたD19 供試体の平均付着割裂強度とひび割れ幅の関係を、既往の付着割裂強度算定式から求めた値とともに図 6 に示す。平均付着割裂強度は、最大荷重を付着区間の鉄筋表面積で除した区間平均の付着強度とした。付着割裂強度の算定値は、コンクリート圧縮強度に膨張量 0.0 および 0.5% 相当のASRコンクリートの圧縮、引張²⁾を代入して求めた。また、断面の鉄筋位置を通過して供試体上面(幅 200mm)に鉄筋に沿った 1mm 幅のひび割れが 1 本現れて 0.5% の膨張量になると仮定し、算定値をひび割れ幅で表現した。なお、圧縮強度を用いて表されている既往式を次式で引張強度の関数とし、ASRコンクリートの引張強度を代入して算出した。

$$f_t = 0.23 \cdot f_c^{2/3} \quad (1)$$

実験値では、断面の鉄筋位置を通過し、供試体表面にひび割れが現れると付着強度は大きく低下している。また、少ない実験結果であるが、およそ指数関数的に低下している様子がうかがえる。一方、算定値では、ASR膨張にともなう引張強度の低下は圧縮強度よりも大きい²⁾ことから、引張強度を用いて算定した付着強度の方が低下が大きく、実験結果の低下傾向をよく捉えることができている。

4 結論

- (1) 横補強筋隅角部の破断を模擬したものは、膨張ひび割れに対する拘束力が低下し、破断の無いものに比べて模擬膨張ひび割れが大きくなった。
- (2) 断面の鉄筋位置を通過し、供試体表面にひび割れが現れると付着割裂強度は大きく低下する。さらに、鉄筋径に対してひび割れ幅が相対的に大きくなると引抜け破壊に至った。
- (3) 既往の付着割裂強度算定式に膨張にともなって低下するコンクリートの強度特性を代入して付着割裂強度を算定した結果、圧縮強度よりも引張強度を用いた方が実験結果の低下傾向をよく捉えることができた。

参考文献

- 1) 藤井栄、森田司郎：異形鉄筋の付着割裂強度に関する研究、日本建築学会論文報告集、第 324 号、pp.45-53、1983.2
- 2) 土木学会：アルカリ骨材反応対策小委員会報告書—鉄筋破断と新たなる対応—、コンクリートライブラリー24、第 I 編、pp.II-84~II-87、2005.8

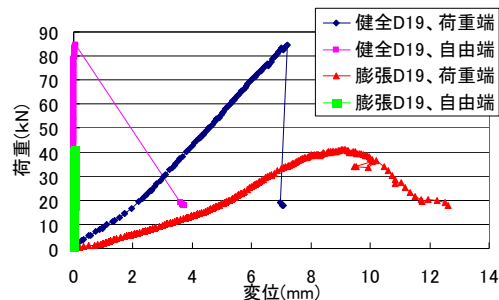


図 4 荷重-荷重端，自由端変位(D19)

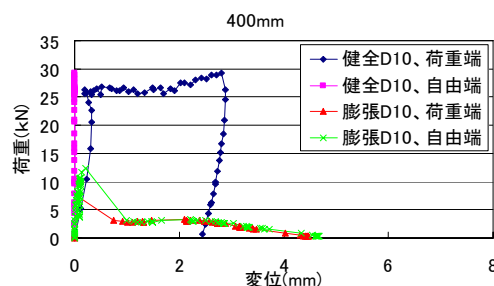
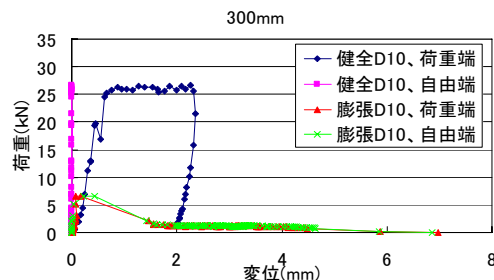


図 5 荷重-荷重端，自由端変位(D10)

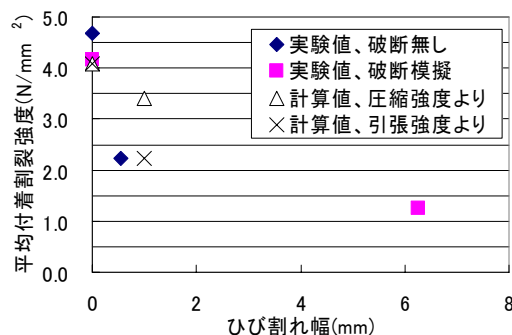


図 6 平均付着割裂強度-ひび割れ幅関係