

第V部門

ASR 膨張ひび割れを想定したひび割れを有するコンクリートと鉄筋の付着特性

京都大学 学生会員 ○石川 貴士 正会員 山本 貴士 フェロー会員 宮川 豊章

1. 研究目的

アルカリシリカ反応(以下, ASR)による膨張で生じたひび割れが, 引張力を負担する鉄筋に沿っている場合, 鉄筋とコンクリートの付着性能が大きく低下する恐れがある. そこで本研究では, かぶり方向に卓越した場合の ASR 膨張ひび割れを想定したひび割れを付着試験供試体に導入し, 膨張ひび割れ幅, かぶりと鉄筋径の比が付着強度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

2.1 供試体

供試体の形状, 寸法を図 1 に示す. 幅×高さ×全長(付着試験長さ)=200×300×300(270)mm の矩形断面を有するカンチレバー型の供試体とし, 引抜き鉄筋には D16(SD295A)を用いた.

2.2 実験要因

膨張ひび割れの導入には静的破砕剤を用いた. 図 2 に示すように, 引抜き対象鉄筋の直上(または直下)のかぶりに対して, その約 12.5mm の深さまでの溝をコンクリートカッターにより設け, その溝に静的破砕剤を注入し, その膨張力によって断面の鉄筋位置からかぶり方向にのみ発生するひび割れの導入を試みた.

かぶり鉄筋径比(c/ϕ), c :かぶり, ϕ :鉄筋径)は, 鉄筋径一定のもとでかぶりを変化させることにより, $c/\phi = 1.5(c=25\text{mm})$, $1.9(c=30\text{mm})$, $2.2(c=35\text{mm})$ の 3 種類とした.

2.3 ひび割れ幅の測定および荷重方法

導入したひび割れの代表的な例を, ひび割れ幅の測定位置とともに図 3 に示す. ひび割れ幅は供試体両端面の引抜き対象鉄筋付近の計 2 カ所で測定し, その平均値をひび割れ幅とした.

引抜き荷重試験の状況を図 4 に示す. 引抜き対象の鉄筋をセンターホール型油圧ジャッキに接続し, 引抜き鉄筋の端部に溶接した鋼板にて引抜端の反力を取り荷重を行った. 引抜き荷重, 自由端変位および荷重端変位を測定した.

3. 実験結果および考察

3.1 ひび割れ幅の影響

ひび割れ幅と付着強度の関係を, コンクリート強度を 30 N/mm^2 とした場合の示方書付着強度¹⁾(2.70 N/mm^2)とともに図 5 に示す.

鉄筋に沿った膨張ひび割れを有する供試体の付着強度は大きく低下した. このとき, 0.85mm 以上のひび割れ幅においては, その大小に係わらずほぼ同程度まで低下し, 一部, 示方書の付着強度を下回るものがあった.

既往の研究²⁾では, 幅 0.71mm のひび割れによって付着強度が 1.94 N/mm^2 まで低下しており, 今回の低下率よりも大きいようである. 既往研究では, 図 6 に示すように, 供試体のコア部に膨張部を設定しており, 断面のコア部から引抜き対象鉄筋位置を通過して供試体表面に達するひび割れを導入していた. すなわち, 複数ある鉄筋

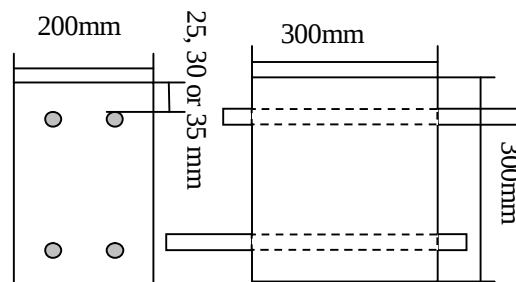


図 1 供試体

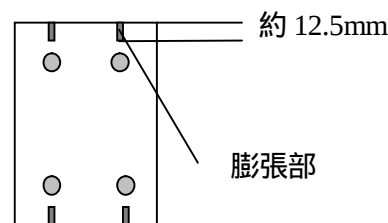


図 2 ひび割れ導入方法



図 3 ひび割れ幅測定位置

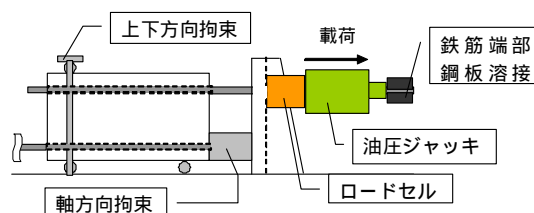


図 4 引抜き荷重試験

のあき方向に連結するようなひび割れが存在する場合の付着強度を表していると考えられる。これに対し、本実験のひび割れは、供試体表面から断面の鉄筋位置を通過して供試体側面へと進展しているものがほとんどであった。すなわち、今回の結果は、かぶり方向に卓越するようなひび割れが存在する場合の付着強度を表していると考えられる。したがって、複数ある鉄筋のあき方向に連結するひび割れの方が、付着強度の大きな低下を招く可能性があると考えられる。

3.2 かぶり鉄筋径比の影響

図5において、健全供試体の付着強度は、かぶり鉄筋径比が大きいものほど、鉄筋周囲のコンクリートの割裂抵抗力が大きくなるため大きくなっている。しかし、ひび割れを有する供試体の付着強度は、ひび割れ幅に係わらずほぼ同程度まで低下している。すなわち、かぶり鉄筋径比が大きいものほど、健全時からの付着強度の低下率が大きいと云える。引抜き対象鉄筋に近い位置でひび割れ幅を測定しているため、この位置でのひび割れ幅が同じ場合、かぶりが大きいものほど、かぶりに占めるひび割れの影響範囲が大きくなっていると考えられる。

3.3 付着強度算定値との比較

上記の既往研究²⁾の実験結果を利用して導いた中尾らの付着強度算定式³⁾による計算値と今回の実験値の比較を図7に示す。なお、同一条件である $c/\phi=1.5$ の結果のみを対象とし、実験値のひび割れ幅は、ひび割れ幅を供試体幅である200mmで除すことにより膨張率に換算した。

膨張率が大きくなるにつれて付着強度の実験値、計算値ともに低下する傾向にあるが、計算値の方が実験値よりも低下率が大きくなった。前述のように、図6に示す膨張ひび割れ模擬供試体の実験結果から求めた算定式であるため、かぶり方向のみに卓越した膨張ひび割れを有する今回の結果に対しては安全側の評価になったと考えられる。すなわち、本研究の範囲内の膨張ひび割れ幅に対しては、既往の提案式により安全側の評価が可能であると云える。しかし、鉄筋に沿った膨張ひび割れの形態に応じた付着強度の算定手法を今後検討する必要があると考えられる。

4. 結論

- (1) かぶり方向に卓越した引抜き作用を受ける鉄筋に沿ったひび割れの存在により付着強度が低下する。
- (2) 鉄筋位置でのひび割れ幅が同じ場合、かぶり鉄筋径比が大きいほど健全時からの付着強度の低下率が大きい。
- (3) 鉄筋に沿ったひび割れの影響を考慮した既往の付着強度算定式により、本実験の範囲内のひび割れ幅に対して付着強度を安全側に評価できた。

参考文献

- 1) 土木学会：2007年制定コンクリート標準示方書[設計編]，pp.34，2008.3.
- 2) 山本貴士，成清公平，服部篤史，宮川豊章：ASR 膨張ひび割れを模擬したコンクリートと鉄筋の付着特性，コンクリート工学年次論文集，Vol.29，No.1，pp.1293-1298，2007.7.
- 3) 中尾 真，山本貴士，服部篤史，宮川豊章：ASR 膨張ひび割れを有するコンクリートと鉄筋の付着応力-すべり関係，土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集 CD-ROM，2007.5.

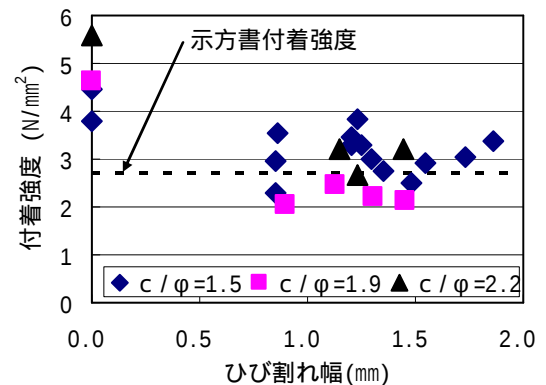


図5 付着強度とひび割れ幅の関係

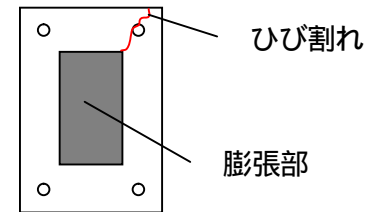


図6 既往研究²⁾におけるひび割れ形態

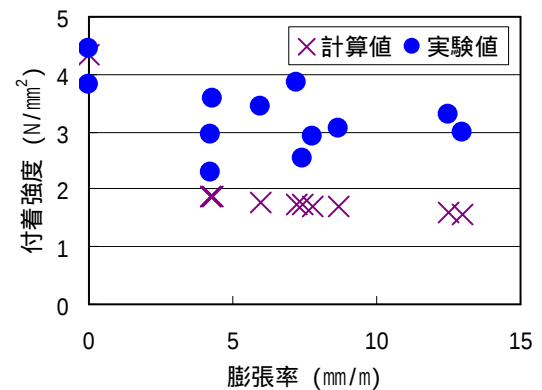


図7 計算値³⁾と実験値の比較