

母材コンクリートからのカルシウム溶脱が 無機系補修材料とのせん断付着強度へ与える影響

Effects of Calcium Leaching from Concrete on Shear Bond Strength to Inorganic Repair Material

○上野和広*, 森山 翼*, 森充広**, 川邊翔平**, 石井将幸*

1. はじめに

付着界面に発生する応力には、界面に垂直な応力(直応力)と平行な応力(せん断応力)がある。直応力に対する付着強度は、建研式の付着試験で評価されることが多い。この試験は、試験方法が簡便であることから、室内試験のみならず、実際の構造物へ適用された補修・補強工法に対しても広く用いられている。その結果、補修材料の付着強度に対する母材コンクリートの影響¹⁾や、各種劣化作用の影響について研究が進められている^{2), 3)}。一方、せん断応力に対する付着強度については、従来の試験方法における供試体の作製方法や試験手順が煩雑であることから、関連する知見が蓄積されていない状況にある。

本研究では、単純な形状の供試体で実施可能な一面せん断試験⁴⁾により、コンクリートからのカルシウム(Ca)溶脱がせん断付着強度へ与える影響を評価した。

2. 実験方法

供試体の母材には、W/C = 50%のコンクリートを用い、その表面の凹凸状態は平滑(F)、細骨材が露出する程度(B)、粗骨材が露出する程度(R)とした。このコンクリート(以後に示すCase aでは材齢4カ月、Case bでは材齢10カ月)を、水槽を2つに隔てる仕切り板内に設置し、コンクリート-仕切り板間、仕切り板-水槽間を非導電性のシリコーンで絶縁および止水した。この水槽へ注水した後、仕切り板の両側に設置したステンレス電極へ60Vの直流電圧を作用させ、電気化学的手法

Table 1 試験条件
Test conditions

| Specimen | Case | Surface condition | Leaching period t_L [day] |
|----------|------|-------------------|-----------------------------|
| Ba000 | a | B | 0 |
| Ba014 | | | 14 |
| Ba034 | | | 34 |
| Ba063 | | | 63 |
| Fb000 | b | F | 0 |
| Fb060 | | | 60 |
| Bb000 | | | 0 |
| Bb060 | | 60 | |
| Rb000 | | R | 0 |
| Rb060 | | | 60 |

によるCaの促進溶脱を行った。所定の通電期間(溶脱期間)経過後、母材コンクリートを取り出し、ポリマーセメントモルタル(PCM)をCa溶脱面へ打ち継いだ。PCMの材齢が28日に達した後、せん断付着強度を評価した。Table 1に試験条件の一覧を示す。

Case aでは、同一の表面状態(B)の母材コンクリートを対象に、溶脱期間の影響を評価した。Case bでは、溶脱期間一定の条件で母材コンクリートの表面状態の影響を評価した。

3. 結果と考察

【Case a】Fig. 1は、Ca溶脱促進試験前後の母材コンクリートに対して実施した、Ca濃度の面分析結果である(左側が母材コンクリート表面)。溶脱期間 t_L の経過に伴ってCaの低濃度領域が表層部から深さ方向へ広がっており、Ca溶脱の進行を確認できる。Fig. 2に、Ca溶脱促進試験前後の母材コンクリートへPCMを打ち継いだ供試体の、せん断付着強度(τ_b)と溶脱期間 t_L の関係を示す。Fig. 2には、Ca溶脱深さ D_L と中性化深さ D_C も併せて示す。

*島根大学, Shimane University, **農研機構農村工学研究部門, Institute for Rural Engineering, NARO, キーワード: せん断付着強度, カルシウム溶脱, 表面粗さ, 無機系補修材料

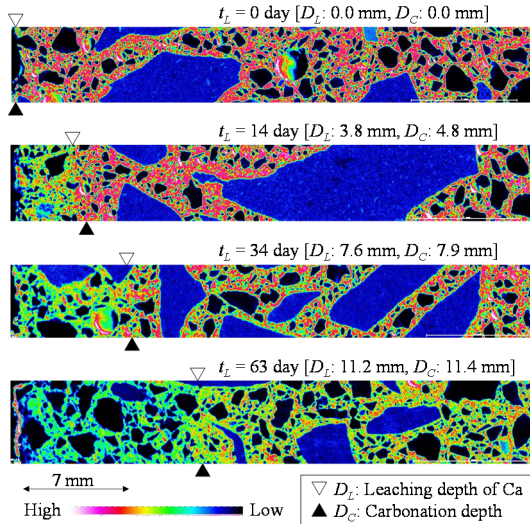


Fig. 1 Ca の濃度分布 (Case a)
Distribution of Ca (Case a)

せん断付着強度 $(\tau_b)_f$ と溶脱期間 t_L の関係を見ると, Ca 溶脱促進試験を実施していない母材コンクリートを用いた供試体(溶脱期間 $t_L = 0$ 日)で約 2.4 N/mm^2 を示したせん断付着強度 $(\tau_b)_f$ は, 溶脱期間 $t_L = 14$ 日で若干の増加を示した後, 溶脱期間 t_L の経過とともに低下した. 溶脱期間 $t_L = 63$ 日でのせん断付着強度 $(\tau_b)_f$ は, 約 1.8 N/mm^2 であり, 溶脱期間 $t_L = 0$ 日での値に対して約 25% の低下率である.

【Case b】Fig. 3 に, Ca 溶脱促進試験前後の母材コンクリートへ PCM を打ち継いだ供試体の, せん断付着強度 $(\tau_b)_f$ と溶脱期間 t_L の関係を示す. なお, Fig. 3 には Case a での同様な関係 (Ba) も併せて示す. Ca 溶脱促進試験前(溶脱期間 $t_L = 0$ 日)の結果に着目すると, せん断付着強度 $(\tau_b)_f$ は母材コンクリートの表面状態に応じて, $F < B < R$ となっており, 表面の凹凸が顕著であるほど高い値を示した. これは, 母材コンクリート表面の凹凸部に PCM が充填されることによって, かみ合わせの効果が生じたためと考えられる. 次に, Ca 溶脱による影響に着目すると, Case a と同様に, せん断付着強度 $(\tau_b)_f$ は母材コンクリートからの Ca 溶脱によって低下した. このせん断付着強度 $(\tau_b)_f$ の低下は, 母材コンクリートの表面が平滑な時 (F) に顕著であり, 極端

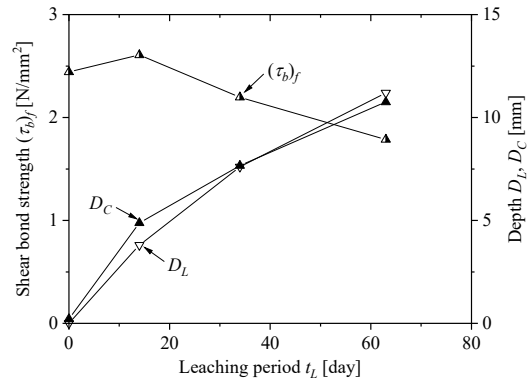


Fig. 2 せん断付着強度, 溶脱深さおよび中性化深さと溶脱期間の関係

Shear bond strength, leaching depth of Ca and carbonation depth versus leaching period

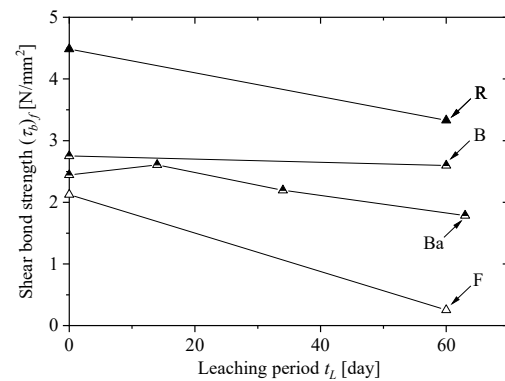


Fig. 3 せん断付着強度と溶脱期間の関係
Shear bond strength versus leaching period

に低いせん断付着強度 $(\tau_b)_f$ が得られた. 一方, 骨材が露出する表面状態の母材コンクリートでは, Ca 溶脱作用の影響によってせん断付着強度 $(\tau_b)_f$ が低下したとしても, 比較的高いせん断付着強度 $(\tau_b)_f$ を示した.

4. まとめ

母材コンクリートからの Ca 溶脱によって, ポリマーセメントモルタルとのせん断付着強度が低下した. この低下は, 母材コンクリートの表面が平滑な状態で Ca 溶脱作用を与えた時に特に顕著であった.

参考文献

- 1) 片平 博, 渡辺博志, 山田 宏, 渡辺健治 (2013): 付着面の条件や養生条件が断面修復材の付着強度に与える影響, コンクリート工学年次論文集, 35(1), 1663-1668.
- 2) 影 充広, 渡嘉敷 勝, 森 丈久, 中矢哲郎 (2011): カルシウムが溶脱したモルタルと補修材料との付着強度に関する考察, コンクリート工学年次論文集, 33(1), 701-706.
- 3) 石神暁郎, 佐藤 智, 中村和正 (2015): 積雪寒冷地におけるコンクリート開水路の表面保護工の付着性とその評価, 農業農村工学会論文集, 83(3), I_49-I_61.
- 4) 上野和広, 浅野純平, 長束 勇, 石井将幸, 西山竜朗 (2019): 無機系材料間のせん断付着強度の評価に関する基礎的研究, 農業農村工学会論文集, 308, I_17-I_25.