

コンクリート部材における断面修復部の疲労性状

ピーシー橋梁株式会社 正会員 齋藤高義

東京都立大学大学院 正会員 宇治公隆,フェロー 國府勝郎,正会員 上野敦

1. はじめに

近年の社会情勢から、既設のコンクリート構造物は、補修を繰返ししながら延命を図り、供用していく必要がある。また、補修部落下による第三者被害を防止することは、極めて重要である。そこで本研究では、補修材の圧縮疲労特性を検討するとともに、コンクリート表面に施す界面処理方法の違いが、コンクリートと補修材との界面における静的せん断付着強度およびせん断付着疲労特性に及ぼす影響を検討した。

2. 実験概要

(1) 使用材料および配合

a) コンクリート

セメントには普通ポルトランドセメント

(密度: 3.16g/cm^3) を、細骨材には山砂(細目, 表乾密度: 2.63g/cm^3) と砕砂(粗目, 表乾密度: 2.65g/cm^3) の混合砂(細目と粗目を質量比2:8)を、粗骨材には碎石2005(表乾密度: 2.66g/cm^3)を使用した。目標スランプは $8.0 \pm 2.5\text{cm}$ 、空気量は $4.5 \pm 0.5\%$ とした。配合を表-1に示す。

b) 補修材

補修材はセメント系(密度: $1.80 \sim 2.00\text{g/cm}^3$, 超速硬セメント, グラスファイバーおよび特殊ポリマーエマルジョン), 樹脂系(密度: $0.60 \sim 0.80\text{g/cm}^3$, 特殊軽量エポキシ樹脂系パテ材)の2種類を使用した。

(2) 補修材の強度特性および圧縮疲労特性

2種類の補修材について、強度試験および一軸圧縮疲労試験を実施した。疲労試験における載荷波形は正弦波とし、4Hzで載荷した。繰返し応力の大きさは、セメント系では上限応力レベルを静的強度(材齢28日の圧縮強度)の85, 75, 65%の3水準、樹脂系では上限応力レベルを静的強度の85, 75, 65, 50%の4水準とし、下限応力レベルは各材料、各水準とも静的強度の10%とした。供試体が破壊するか、繰返し回数が200万回に達した時点で試験を終了した。供試体は $\phi 50 \times 100\text{mm}$ の円柱供試体を用い、材齢が28日を経過した後試験を行った。なお、各水準とも供試体は1体ずつとした。

(3) 界面のせん断付着特性

表-2 検討ケース

コンクリートとセメント系

補修材との静的せん断付着強

度およびせん断付着疲労特性

について検討した。コンク

リートに施す界面処理方法として、界面の凹凸程度の違いとプライ

マー塗布の有無を取り上げた。疲労試験における検討ケースと、疲労

試験における繰返し応力の大きさ、および試験体数を表-2に示す。

なお、静的せん断付着強度試験の試験体は各ケース3体とした。表

-2中の上限值および下限値は、繰返し応力の大きさを表すもので、

静的せん断付着強度に対する比率である。供試体は図-1に示すよ

うに、円柱コンクリートの周囲にセメント系補修材をリング状に配置し、せん断付着破壊を観察できるように

工夫した。試験においては、まず材齢28日の静的せん断付着強度を測定し、疲労試験の基準となる静的強度

ケース	界面処理程度	プライマー	せん断付着強度試験	せん断付着疲労試験		
			試験体数	上限値	下限値	試験体数
1	凹凸0.1mm	無	3	85, 75, 65%の3水準	10%	各水準3
2	凹凸0.1mm	有	3	85, 65%の2水準	10%	各水準1
3	凹凸1.0mm	無	3	75%の1水準	10%	1
4	凹凸1.0mm	有	3	—	—	—

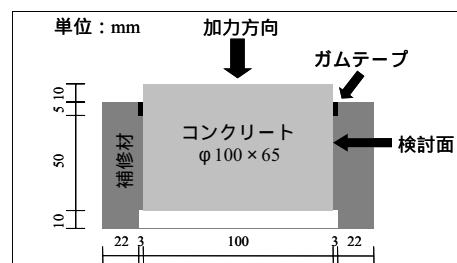


図-1 供試体断面図

キーワード: 断面修復, せん断付着強度, せん断付着疲労, セメント系補修材, 樹脂系補修材

連絡先: 〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1 Tel 0426-77-1111 Fax 0426-77-2772

とした。なお、本実験は界面処理方法が最も悪いケース1の疲労寿命を予測することを主目的とし、ケース2およびケース3は、ケース1との比較検討のために行った。また、表-3 各材料の材齢28日における物性値
ケース4は、静的せん断付着強度のみを測定した。

3. 実験結果および考察

(1) 各材料の物性値

材齢28日における各材料の圧縮強度、静弾性係数を表-3に、
各材料の圧縮強度と材齢の関係を図-2に示す。表-3より、樹脂系補修材の静弾性係数が、他の2材料と比べて低いことがわかる。また、図-2より、セメント系補修材は、コンクリートと同様の傾向で、材齢の増加に伴い強度が増大する。一方、樹脂系補修材は、早い段階で強度の発現が終了している。

(2) 補修材の圧縮疲労特性

各補修材の上限応力レベル $S(\%)$ と疲労寿命 $\log N(\text{回})$ の関係を図-3に示す。セメント系補修材は、上限応力レベルが低くなるにつれて疲労寿命が延びており、コンクリートと同様の傾向が認められた。一方、樹脂系補修材は、上限応力レベルが変化しても疲労寿命はあまり変わらない。これは、樹脂系補修材の静弾性係数が小さく、加力による変形が他に比べて大きいと考えられる。

(3) 界面のせん断付着特性

各ケースの材齢28日における静的せん断付着強度の試験結果を図-4に示す。凹凸の程度の違い、プライマー塗布の有無でそれぞれ顕著な差があることがわかる。

疲労試験における各ケースの上限応力レベル $S(\%)$ と疲労寿命 $\log N(\text{回})$ の関係を図-5に示す。ケース1とケース2を比べると、プライマーを塗布することによって、疲労寿命が飛躍的に延びていることがわかる。また、ケース3は $S = 75\%$ で約92万回であるのに対し、ケース2が $S = 85\%$ で200万回以上となることから、プライマー塗布が重要であると言える。

プライマーを塗布しないケース1において、図-5の直線を外挿してみると、上限応力レベル 50% (応力にして約 0.70N/mm^2)の疲労寿命は1億回程度で、仮に一日20,000回の繰返し载荷とした場合、約14年で終局に至ることになる。実際の構造物では 0.70N/mm^2 よりも低い応力レベルであると考えられるが、逆に、実施工時における補修部の品質のバラツキ等を想定すると、今後、界面処理と作用応力との関係を明確にしておくことが重要であると言える。

4. まとめ

- (1) セメント系補修材はコンクリートと同様に、材齢の増加に伴い強度が増大するが、樹脂系補修材は早い段階で強度発現が終了する。
- (2) 一軸圧縮疲労において、セメント系補修材は一般的なコンクリートと同様の傾向があるが、樹脂系補修材は上限応力レベルに関わらず疲労寿命は小さい。
- (3) コンクリートとセメント系補修材との断面修復界面のせん断付着強度を確保するには、界面の凹凸処理が重要である。
- (4) コンクリートとセメント系補修材との断面修復界面のせん断付着疲労において、プライマー塗布の有無が耐疲労性状に大きな影響を及ぼすと考えられる。

材料	圧縮強度 (N/mm^2)	静弾性係数 (kN/mm^2)
コンクリート	41.4	27.0
セメント系補修材	36.8	18.0
樹脂系補修材	29.9	2.99

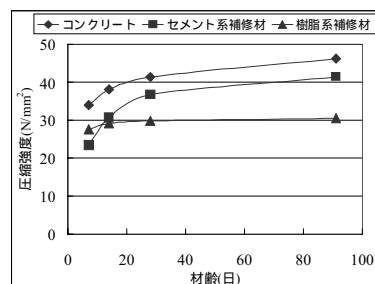


図-2 圧縮強度と材齢の関係

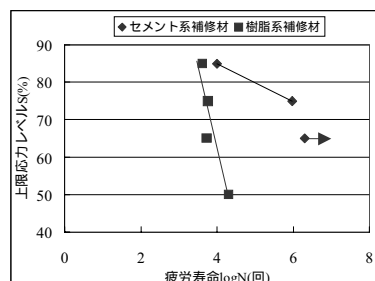


図-3 補修材の上限応力レベルと疲労寿命の関係

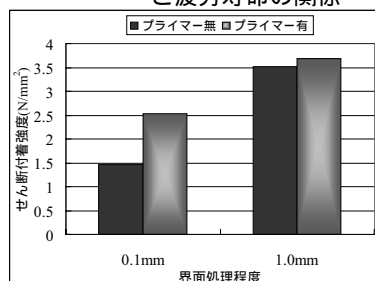


図-4 材齢28日におけるせん断付着強度

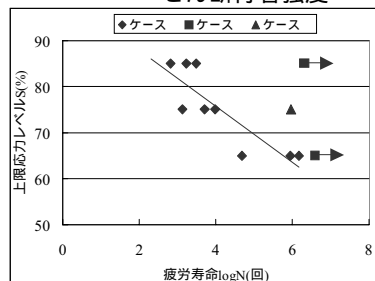


図-5 各ケースの上限応力レベルと疲労寿命の関係