

高靱性FRCによるRC片持ちスラブの補強効果に関する基礎実験

東海旅客鉄道(株) 正 会 員○元木澤知紀 フェロー 関 雅樹  
鹿島建設(株) 正 会 員 坂田 昇 正 会 員 福田 一郎  
岐阜大学 フェロー 六郷 恵哲

1. はじめに

鉄道高架橋防音壁は、片持ち構造である床版張り出し部に設置されているため、列車風圧、死荷重ならびに風荷重により作用する曲げモーメント負荷による耐力および鉄筋疲労について照査する必要がある。特に、防音壁の外側からの風荷重に対しては、既存鉄道高架橋の鉄筋比が少ない下縁に引張を生じるため、適正な維持管理のためには、片持ちスラブの下面増厚補強も視野に入れておく必要がある。

本研究では、片持ちスラブの実物大試験体を用いて、吹き付け施工による高靱性FRC（以下、「ECC」という。）による下面増厚補強を想定した静的載荷試験を実施し、その補強効果を確認したので報告する。

2. 試験概要

図1に試験体形状および載荷概要を示す。表1にコンクリートの配合を、表2に材料試験結果を示す。試験体は、単鉄筋T型桁の片持ちスラブを実物大断面、幅600mmでモデル化し、無補強1体、下面増厚補強1体の計2体を製作した。鉄筋は片持ちスラブ部がSR235、下面補強部がSD295Aで、上筋はφ13mmを150mmピッチ、下筋はφ13mmを300mmピッチで配置し、上筋は300mmピッチで図1に示す位置において段落としをした。

下面増厚補強は、スラブ下面をブラスト処理した後、補強鉄筋（D6）をかぶり10mm、ピッチ200mmで格子状に設置して、ECCを設計厚32mmで吹き付け施工した。また、本試験では、高強度PVA繊維を体積比で2.1%混入したプレミックスモルタルのECCを使用した。<sup>1)</sup>

風荷重が防音壁外方から作用した場合を想定して、片持ちスラブに曲げモーメント（下側引張）を発生させるように載荷した。載荷点は、既存の防音壁に対応したスラブ上面から1.8mの位置とした。また、片持ち部の付根部から0.5mの位置に上載死荷重に相当する水平荷重を載荷した。

3. 試験結果

図2に片持ちスラブ先端変位と段落とし図心での曲げモーメントの関係、図3にひび割れ図を示す。

キーワード：RC 片持ちスラブ、防音壁、高靱性 FRC、吹き付け、下面増厚、補強

〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545 番 33 TEL (0568)47-5374 FAX(0568)47-5364

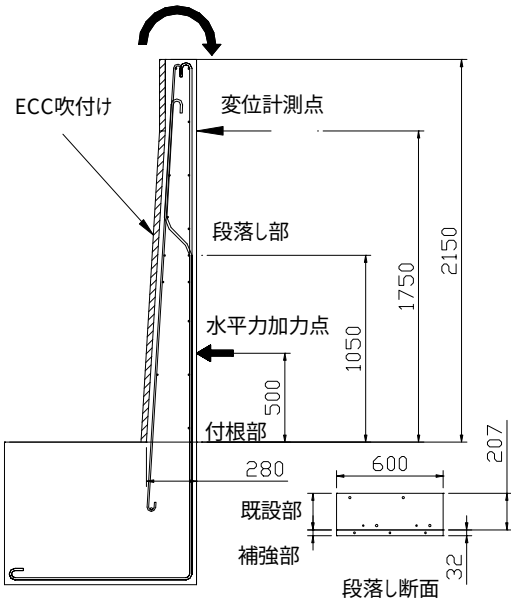


図1 試験体及び載荷概要

表1 コンクリート配合

| 呼び強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | スラブ<br>(cm) | 空気量<br>(%) | W/C<br>(%) | 単位質量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |     |      |
|------------------------------|-------------|------------|------------|---------------------------|-----|-----|-----|------|
|                              |             |            |            | W                         | C   | S   | G   | 混和材  |
| 21                           | 12          | 4.5        | 59.2       | 171                       | 289 | 853 | 968 | 2.89 |

表2 材料試験結果

| 試験体の種類 | コンクリート                       |                               | ECC                            |            | 鉄筋                          |                              | 補強鉄筋                        |                              |
|--------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
|        | 圧縮強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | ヤング係数<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 引張降伏強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 引張終局ひずみ(%) | 降伏点<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 引張強さ<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 降伏点<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 引張強さ<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
| 無補強    | 36.7                         | 23.2                          |                                |            | 上筋 324                      | 上筋 471                       |                             |                              |
| 補強     | 37.0                         | 24.7                          | 2.5                            | 1.0        | 下筋 346                      | 下筋 476                       | 343                         | 494                          |

無補強試験体、補強試験体とも、片持ちスラブ先端の防音壁取り付け部にひび割れが生じた後、段落としの終点、段落とし起点の順でひび割れが発生した。無補強試験体では、段落とし起点位置でのひび割れが拡幅した以降は荷重が増加せず、下筋が降伏した。その後は、鉄筋が抜け出しながら、荷重を保持した状態で変位のみが増加した。補強試験体は、無補強試験体と比較して、ECCのひび割れ分散効果による多くのひび割れの発生が認められた。コンクリートの圧縮破壊はいずれの試験体も段落し起点で生じた。なお、補強試験体の最大作用曲げモーメントは無補強試験体の概ね2倍程度となり、ECCと補強鉄筋による補強効果が認められた。

補強試験体の剛性は、無補強試験体に対して、ひび割れ発生前では約20%程度、段落とし起点部にひび割れが発生した段階では約65%程度増加した。ECCを下面増厚材料に用いた場合には、補強鉄筋による剛性増加に加えて、ひび割れ発生後におけるECCの引張硬化特性による剛性向上効果が大きいことが確認された。

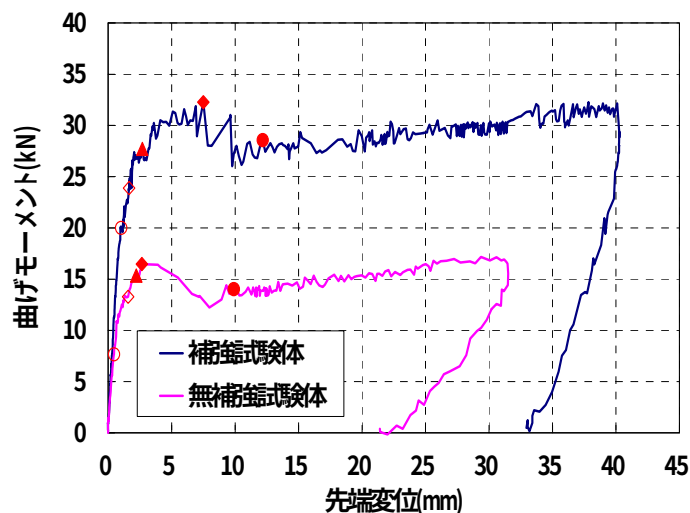
図4に両試験体の段落とし起点におけるひずみ分布を示す。設計風荷重に相当する曲げモーメント(12kN・m)に対し、補強試験体では、無補強試験体に比べ下筋のひずみが半分程度以下になった。補強試験体において設計上で下筋が許容応力度になる時の作用曲げモーメントは約24kN・mであるが、この段階でもひずみ分布はほぼ直線的であり、増厚厚さが比較的薄肉となる吹き付けECCによる下面増厚補強断面においても、一般的な鉄筋コンクリート部材と同様に平面ひずみを仮定した応力照査による設計が可能であると考えられる。

#### 4. まとめ

吹き付けECCによる下面増厚補強効果を確認するため、片持ちスラブをモデル化した実物大試験体を用いた静的載荷試験を実施した。その結果、ひび割れ発生後もECCが引張力を負担するため、本報告例のように補強部が比較的薄い場合にも断面耐力および剛性に対する補強効果が期待できることを確認した。

#### 【参考文献】

- (1) 坂田ほか：高靱性繊維補強セメント複合材料の吹付け施工システムの開発，鹿島技術研究所技報，Vol.50，pp.187-190，2002.9



| 凡 例          | 無補強試験体    | 補強試験体     |
|--------------|-----------|-----------|
| ○：ひび割れ発生     | 7.7 kN・m  | 20.1 kN・m |
| ◇：段落とし終点ひび割れ | 13.3 kN・m | 23.9 kN・m |
| ▲：段落とし起点ひび割れ | 15.5 kN・m | 27.7 kN・m |
| ◆：最大荷重       | 16.5 kN・m | 32.3 kN・m |
| ●：鉄筋降伏       | 14.0 kN・m | 28.6 kN・m |

図2 先端変位－曲げモーメントの関係

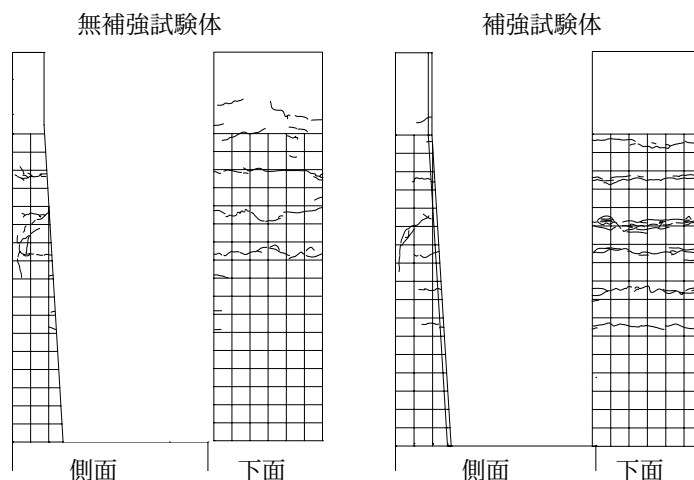


図3 ひび割れ図（最終状況）

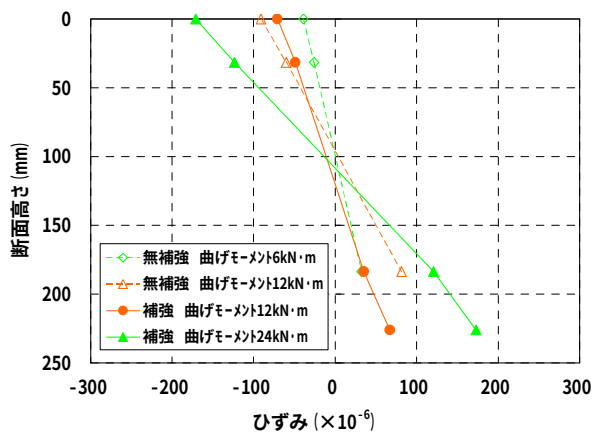


図4 ひずみ分布（段落とし起点）