

炭素繊維シート緊張接着補強の補強効果の検討

九州工業大学大学院 学生会員 ○丸野 泰史郎 九州工業大学 正会員 幸左 賢二
小沼技術士事務所 正会員 小沼 恵太郎 修成建設コンサルタント 正会員 栗根 聡

1. はじめに

活荷重の増大や材料の経年劣化によりひび割れ損傷を受けた RC 中空床版橋の補強対策として、炭素繊維シート接着工法や外ケーブル工法が採用されている。本研究では、これら両工法の特徴を有する炭素繊維シート緊張接着

工法に着目し、その補強効果を検討するために中空梁供試体を用いた載荷実験を行った。

2. 実験方法

図-1に供試体を示す。断面形状は、対象とした実橋のボイド1つ分を6/10にスケールダウンし、鉄筋比を近似させることによりモデル化した。実験ケースとして、無補強(L-1)、無緊張補強(L-2)、緊張補強(L-3)の3ケースを設定し、シート緊張力は破断強度(3400N/mm^2)の33%相当とした。載荷方法は2点繰返し載荷とし、対象とした実橋のひび割れ損傷状況を再現するために、まず、実橋で確認されたひび割れ幅(0.25mm)が残留するまで繰返し載荷(初期載荷)を行った。その後、L-2、L-3には所定の補強を施し、本載荷を行った。

3. 実験結果及び考察

図-2に、L-2の本載荷での荷重-支間中央鉛直変位関係、分布ひび割れモデルを用いて行った弾塑性 FEM 解析¹⁾の結果および初期載荷の初降伏荷重 P_{Y0} (633kN)時の変位に基づき簡便的に算出した補強後剛性を示す。図-2より、最大荷重が L-1 で 822kN だったのに対し、L-2 では 1072kN(1.30 倍)まで向上したことが分かる。しかし、補強後剛性は L-1 で 68.8kN/mm だったのに対し、L-2 で 70.6kN/mm(1.03 倍)と僅かな上昇しか認められなかった。また、解析結果について、最大荷重が 1043kN とほぼ実験結果と等しい値を示したものの、その発生変位が異なった。その理由として、解析ではシートとコンクリートを完全付着としているのに対し、実験ではシート剥離により最大荷重が支配されていることが挙げられる。

L-3 についても同様に、図-3に実験および解析結果と補強後剛性を示す。図-3より、L-1と比較して最大荷重が

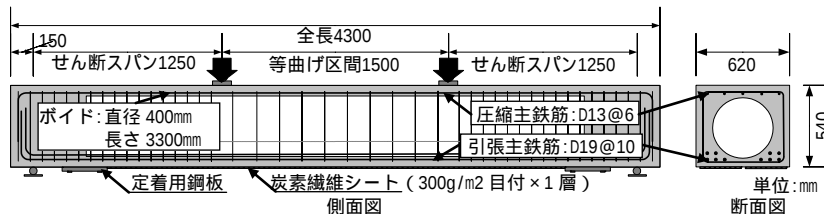


図-1 中空梁供試体

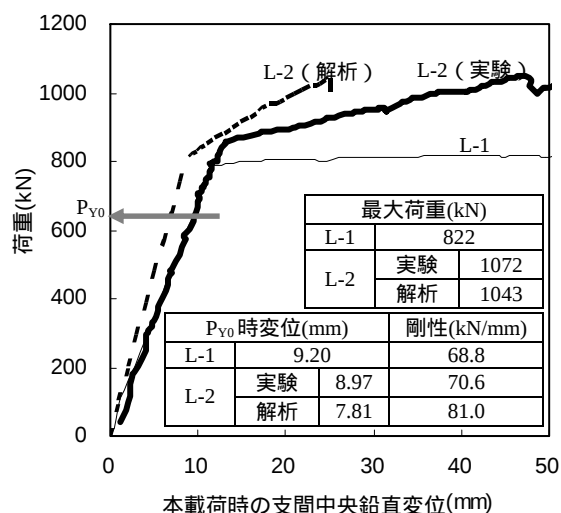


図-2 荷重-支間中央変位関係(L-2)

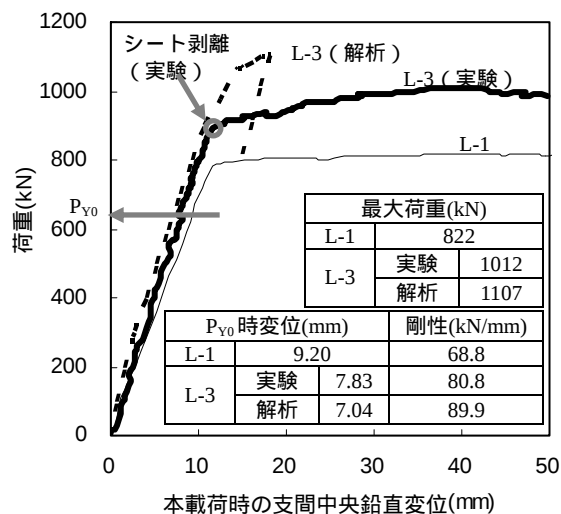


図-3 荷重-支間中央変位関係(L-3)

キーワード 炭素繊維シート、鉄筋コンクリート、中空床版、ひび割れ、補強

連絡先 〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学 工学部 建設社会工学科 TEL 093-884-3123

1012kN(1.23 倍)に向上しており、緊張補強工法と無緊張補強工法ではほぼ同等の補強効果があったことが分かる。さらに、補強後剛性は L-1 と比較して 80.8kN/mm(1.17 倍)まで向上しており、緊張補強工法では無緊張補強工法よりも剛性向上効果があったことが分かる。なお、最大荷重が解析結果(1107kN)より 10%低くなったが、これも実験ではシート剥離により最大荷重が支配されたためと考えられる。

緊張補強工法が無緊張補強工法と比べて優れる効果に、シート緊張によるひび割れ低減効果がある。そこで、図 - 4 に示すように、各ひび割れの幅を、供試体下面中心線上においてパイ型ゲージを用いて測定した。図 - 5 に L-2, L-3 の初期載荷終了時以後の荷重 - 平均ひび割れ幅関係を示す。ここで、平均ひび割れ幅とは、初期載荷段階で既に発生したひび割れ幅(図 - 4 中の P-1 ~ 5)の平均値である。また、L-3 を対象とした弾塑性 FEM 解析結果も示す。ここで、解析の平均ひび割れ幅は、推定されるひび割れ間隔毎のコンクリート要素に生じたひずみの合計量とした。図 - 5 より、実験ではシート緊張によってひび割れ幅が 0.14mm(0.27mm → 0.13mm)低減したが、解析では 0.04mm(0.26mm → 0.22mm)しか低減されなかったことが分かる。

そこで、図 - 6 に L-3 の各ひび割れ幅の補強前後の変化を示し、ひび割れ毎の挙動を検討した。図 - 6 より、緊張力導入前後で、各ひび割れ幅が一様に低減されたのではなく、大きなひび割れほど低減率も大きく、特に最も大きなひび割れ幅であった P-3 が集中的に低減されたことが分かる。このように大きなひび割れから優先的に低減させることは、ひび割れ損傷を受けた RC 構造物のメンテナンスの観点から、緊張補強工法の優れた特徴と言える。また、図 - 7 に残留ひび割れ幅とひび割れ幅減少量の関係を示すように、残留ひび割れ幅が 0.5mm 程度までは低減率が 20%以下となるものの、P-3 のみが 80%程度の大きな低減率を示したことが分かる。一方今回の解析モデルでは平均ひずみを用いてひび割れ幅を評価しているので、このような低減率の偏りは見られず、その結果、ひび割れ幅の低減量が小さくなったと考えられる。

4. まとめ

- (1) 無緊張補強工法では 1.30 倍の耐力向上が見られ、剛性向上は確認できなかったが、緊張補強工法では 1.23 倍の耐力向上と 1.17 倍の剛性向上が確認できた。
- (2) 緊張補強工法ではシート緊張時に残留ひび割れ幅を低減する効果が得られ、さらに、緊張力導入によって大きなひび割れほど優先的に低減されるため、同工法がひび割れ損傷の補修にも適していると言える。

参考文献

- 1)小沼, 幸左, 藤井, 栗根: 残留ひび割れと段階施工を考慮した炭素繊維シート緊張接着補強解析, 平成 17 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 (CD-ROM), 2006.3

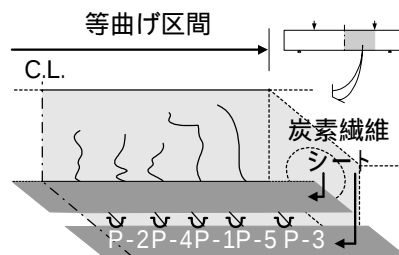


図 - 4 ひび割れ幅測定方法

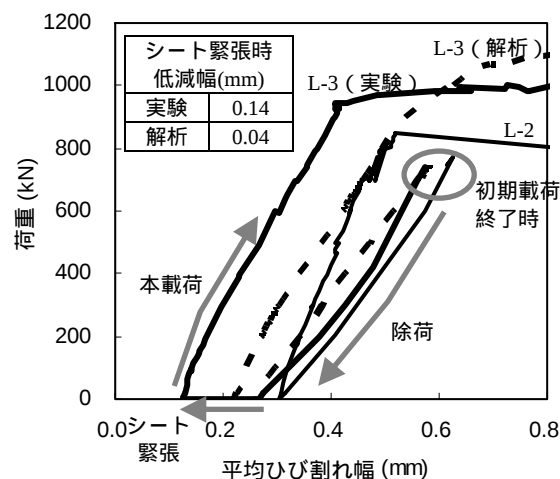


図 - 5 荷重—平均ひび割れ幅関係

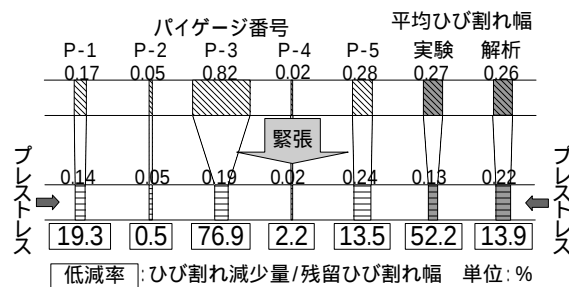


図 - 6 各ひび割れ幅の変化 (L-3)

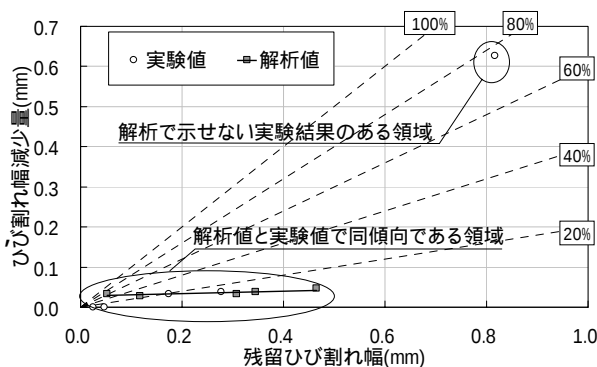


図 - 7 各ひび割れ幅の変化 (L-3)