

大阪工業大学 正会員 栗田章光 大阪工業大学 学生員 開口高志
川田工業(株) 正会員 ○吉田順一郎 川田工業(株) 正会員 小枝芳樹

1. まえがき

我が国では、1993年に、通行車両の大型化への対応や橋梁の耐久性の向上を図るため、道路橋の設計活荷重がTL-20からTL-25に増加された。従来の活荷重で設計され現在供用中の橋梁について、この新活荷重を用いて応力照査すると、許容応力度を超過する可能性があり、適切な補強を行うことが必要となる。

プレビーム合成桁橋については、既にいくつかの補強方法の提案が行われているが、実橋に適用された例はまだない。本研究では、供用中のプレビーム合成桁橋の補強を行うために、プレビームの桁高を低く出るという特質を損なわない方法として、外ケーブル方式を提案し、その補強効果を、静的載荷試験により確認した。試験には、滋賀県草津市の狼川橋から切り出した実橋のプレビーム合成桁を供試体として用いた。本橋は、1983年に建設され、10年間の供用の後、架け替えとなったものである。

2. 補強工法の選定

プレビーム合成桁は、鋼桁をコンクリートで被覆し、鋼桁下フランジ回りのコンクリートに圧縮のプレストレスを導入したプレビーム桁と、床版コンクリートを合成したもので、他の橋梁形式に比べ非常に桁高を低く押さえることが出来る。このため、桁下空間に制限を受ける場所で多く使用されている。また、一般的に、プレビーム合成桁橋における活荷重作用時の応力は、床版部については許容値に対して多少余裕があり、下フランジ側では余裕が少ない。TL-25 載荷時には下フランジ側が応力超過となるため、補強は下フランジ部の応力を改善し、ひび割れ幅を小さくする様に行う必要がある。

表-1 補強工法比較表

このプレビーム合成桁に適用可能な補強工法として、表-1に示す4種類が考えられる。この中で①～③の工法を用いて下フランジコンクリートの補強を行う場合、応力超過により発生するひび割れを拘束する効果が大きいものの、桁下面取り付けとなるため、桁下空間を侵すおそれがある。また、活荷重に対してのみ補強を行っても、すでに死荷重によってかなりの応力が発生しているため、補強効率は必ずしも良くない。そこで、こ

補 強 工 法	工 法 概 要	特 徴
① 鋼板接着工法	下フランジコンクリート下面に厚さ約5mm程度の鋼板を、 γ -Mn樹脂系の接着剤を用いて、主桁と一体化させることで鋼材を補い、断面剛性を増加させる工法。	床版補強としての施工実績が多い。 桁下に十分な作業空間が必要。 死荷重が増大する。 ひび割れを拘束する。
② FRP接着工法 (炭素繊維)	下フランジコンクリート下面にFRP材(または炭素繊維)を接着して主桁と一体化させて断面剛性を増加させる工法。また、その上に有機系の材料を塗り重ねることで塩分、水分、炭酸ガスなどの侵入を防ぐ。	重量が軽いため施工性がよい。 大がかりな施工機材が不要。 ひび割れ制御が容易である。 施工実績が少ない。 品質管理が難しい。高価である。
③ 増厚工法	下フランジコンクリート表面に鉄筋を配置し、コンクリートを打設して下フランジコンクリートと一体化することで抵抗断面を増加させる工法。	死荷重が大幅に増える。 施工管理・品質管理が難しい。 施工実績が少ない。
④ 緊張力 導入工法	桁端付近のウェブ側面または下フランジコンクリート側面に緊張材を配置し、PC鋼材で緊張することにより桁にプレストレスを導入する工法。	PCケーブルの定着部の検討が必要。 施工性がよい。 施工実績が少ない。

こでは④の工法を用いるものとし、桁下空間を侵さない様、桁側面に2本のケーブルを配置し、このケーブルを緊張することによって、活荷重の増加分に相当する圧縮のプレストレスをあらかじめ下フランジコンクリートに導入する外ケーブル方式を考案した。外ケーブルによる補強工法の概要を図-1に示す。

外ケーブルの定着は、施工空間が十分に確保出来、定着部材の取付時になるべく主桁本体の断面欠損が生じない様に、主桁端部付近のウェブコンクリート部にて行い、定着装置をPC鋼棒にて固定するものとした¹⁾。また、支間中央の横桁下面に設けたサドルにて、ケーブルを下側に偏心させることによって下フランジに有効に圧縮プレストレスを導入するものとした。図-2にケーブル定着部および偏向部の詳細構造を示す。また、この定着部の構造的な信頼性については、実物大供試体を用いた押し抜き試験にて確認済みである²⁾。

Akimitsu KURITA, Takashi KAIGUCHI, Junichirou YOSHIDA, Yoshiki KOEDA

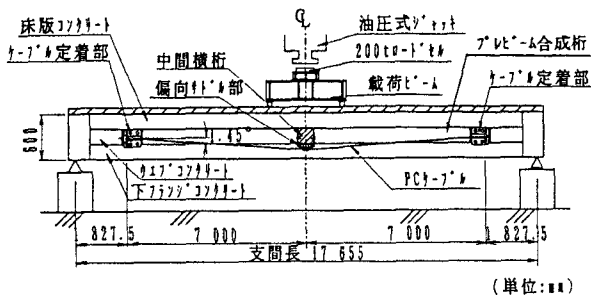


図-1 補強概要図および試験要領図

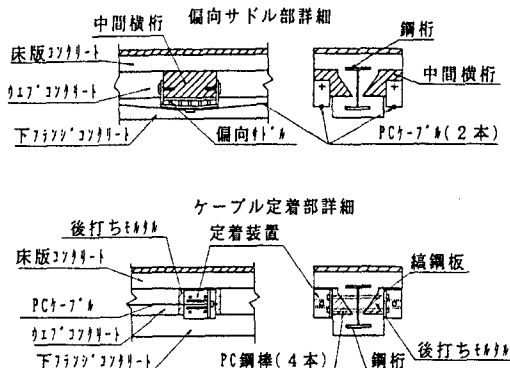


図-2 定着部および偏向サドル部詳細図

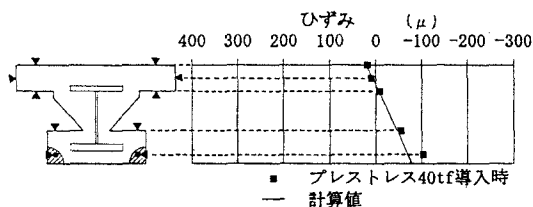


図-3 外ケーブル緊張による支間中央断面のひずみ

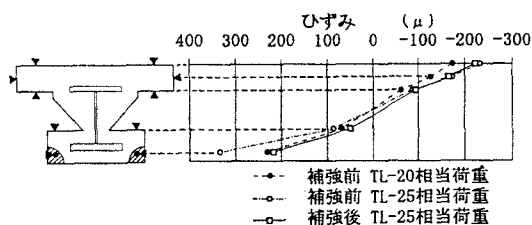


図-4 設計荷重載荷時の支間中央断面のひずみ

3. 試験結果および考察

補強の効果を確認するために、前述の実橋桁に外ケーブル補強を行い、図-1に示す様な要領で静的荷重試験を行った。TL-25による下フランジコンクリートの応力増加分を補強するための外ケーブル緊張力は本桁1本あたり40tf必要であった。以下に試験結果と考察を示す。

(1) 外ケーブル緊張による桁のプレストレス導入状況：図-3に示すように外ケーブルに緊張力を導入した際の支間中央断面におけるひずみ分布は、計算結果とほぼ一致した。このひずみ分布図から、下フランジコンクリート部には有効な圧縮応力が導入され、床版コンクリート部には引張応力がほとんど発生していないことが理解される。よって、桁の補強に対して効果的に応力が導入されたことが確認された。

(2) 主桁のひずみ：図-4に、ひずみの測定結果を示す。補強前後における設計活荷重載荷時の支間中央の下フランジコンクリート部では、TL-25相当載荷時に補強前に335μ発生していたひずみが補強後には218μと補強前のTL-20相当載荷時のひずみと同程度にまで低減されている。この補強前後のひずみ差は外ケーブルの緊張により導入されたひずみ値とほぼ一致する。また、補強後のTL-25相当載荷時の下フランジコンクリート下面部に発生するひび割れ幅は、使用限界である0.2mmに達していないことが確認出来た。

4. まとめ

本研究では、道路橋の設計活荷重の増加に対応して、供用中のプレベーム合成桁に適用できる補強工法として外ケーブル工法を提案し、補強効果の確認のため実橋桁を供試体として静的荷重試験を行った。試験の結果、当初想定した補強効果が得られることがわかった。また現在、外ケーブル補強桁の経時挙動の試験も行っており、今後、その結果も考慮して実工事への適用を図って行きたい。

【参考文献】1) 渡辺 滉・栗田章光・小枝芳樹・開口高志：外ケーブルによるプレベーム合成桁の補強方法の開発、第3回合成構造の活用に関するシンポジウム講演論文集、1995年11月。

2) 渡辺 滉・武田芳久・小枝芳樹・開口高志・栗田章光：プレベーム桁の外ケーブル補強に関する定着部押し抜き試験、土木学会第50回年次学術講演会、1995年9月。