

PC床版の拡幅構造に関する実験的研究

三井住友建設(株)	正会員	○藤原 保久
首都高速道路(株)		山内 貴宏
首都高速道路(株)		森田 明男
三井住友建設(株)	正会員	安藤 直文

1. はじめに

既設橋の拡幅において床版に横締めPC鋼材を有する場合、構造的、施工的な制約が多いため、既設部と拡幅部とを別構造とし縦目地を設けて対応することが多い。これに対して本研究では、走行性、維持管理性を向上させるために、床版横締めPC鋼材で接続することで図-1に示すような既設部と拡幅部の床版を一体化する構造を検討した。

本研究では、既設床版横締めとして採用実績の多いPC鋼棒を対象とし、既設部の床版横締めと拡幅部の床版横締めを接続して連続化する治具を検討した。治具は中間定着具と特殊接続具からなり、既設床版の部材厚、施工空間、交通規制などの条件を満足する構造とした。図-2に中間定着具および特殊接続具による床版拡幅概念を示す。

既設部の床版横締めは、プレストレス力を中間定着具で一旦保持した状態で既設定着具を撤去し、特殊接続具で拡幅部の床版横締めと恒久的に接続する。これにより床版横締めが接続され既設部と拡幅部の床版が一体化する。

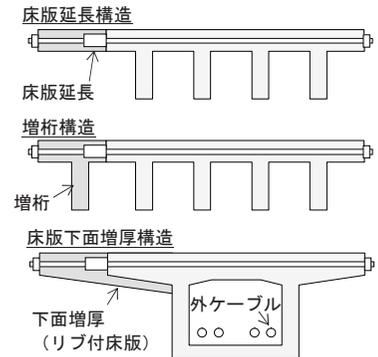


図-1 床版拡幅構造の例

2. 対象橋梁

本研究では昭和30年代から50年代に建設されたPC連続箱桁橋の拡幅を対象とした。当時用いられている床版横締めとして実績の多いPC鋼棒φ26mmに、拡幅部のPC鋼棒φ26mmを接続する構造を検討対象とした。

3. 事前検討

既設橋の拡幅では、床版横締めを接続する場合、一般には床版横締め端部にカップラー等を用いて接続するが、接続に必要な余長を満足しないことが多い。また、既設コンクリート部に削孔しPC鋼棒をアンカー定着させる方法もあるが、手間がかかる。さらに、接続のために既設部の床版横締めを切断したり定着具を撤去する方法は、グラウト充填不良があれば緊張力が解放され、PC床版としての耐力を保持できなくなる可能性がある。これらを解決するため既設部の床版横締めの緊張力を中間定着具で一旦保持した後、特殊接続具で恒久接続する工法を検討した。

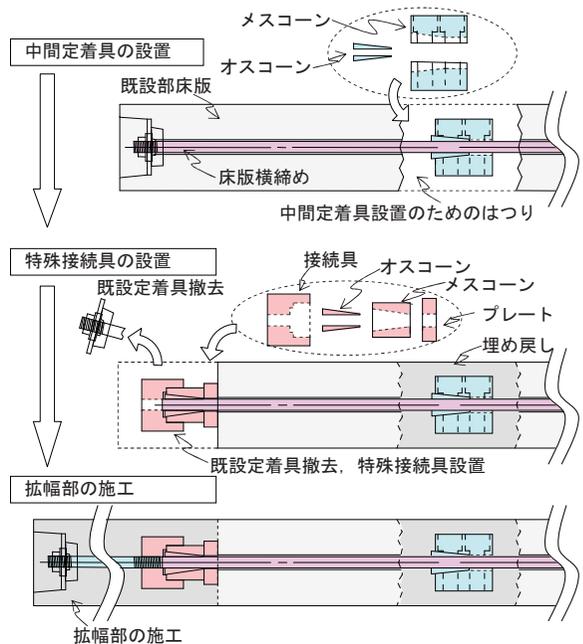


図-2 中間定着具および特殊接続具による床版拡幅

討する。これらの治具は必要な定着性能を満足するとともに、限られた既設床版に無理なく収まる形状で、床版の耐荷性をを損なわないことが求められる。

中間定着具は、既設部の床版横締め途中、定着具の背面に設置して作用緊張力を一時的に負担させる。図-3に示すように二つ割りで組立て式構造のメスコーンとくさび式のオスコーンで構成する。

特殊接続具は、既設部と拡幅部の床版横締めを恒久的に接続するものである。既設部の床版横締めの端部に設けることから図-4に示すようにメスコーン（組立て式構造とする必要はない）とくさび式のオスコーンとで構成する。

本研究におけるおおまかな検討手順は、①対象構造物を踏まえた条件整理、既存技術の適用性を検討し課題を抽出、②治具単体の性能試験で要素技術の確認、③実床版を模擬した性能確認で拡幅構造技術の確立である。表-1に、主な検討項目をまとめる。

4. 中間定着具の性能

4.1 定着性能

中間定着具の定着効率確認のための単体引張試験を実施した。写真-1に示すように既設部の床版横締めを模した試験体に中間定着具を組み立て引張試験機によって破断まで載荷した。中間定着具は既設部の床版横締めの緊張力を一時的に保持することが目的であるため、性能基準は既設構造物の設計荷重時に作用している最大緊張力 ($0.75P_y$, P_y : 降伏強度) とした。過去にPC鋼棒 $\phi 32$ に対してこのような試験を実施した事例があるが、 $\phi 26$ 用および二つ割り治具に関する研究開発は初めてである。

試験の結果、破断位置がPC鋼棒の自由長部であること、十分な定着性能 ($1.3P_y$ 以上) を有することを確認した。

4.2 セット量

実施における中間定着具の施工管理の基礎値となるセット量の確認を行った。既設部の床版横締めを模し設計荷重時の緊張力を作用させた試験体に中間定着具をセットし、中間定着具のオスコーンの圧入力と既設定着具撤去時を模した除荷時のセット量との関係を確認した。

試験より、セット量は圧入力にかかわらず4mm程度で一定であった。また、何れの圧入条件においてもPC鋼棒の滑り抜けや、治具の異常変形は生じず安定した定着性能を確認した。

5. 特殊接続具の性能

5.1 引張性能

過去にPC鋼棒 $\phi 32$ に対して仮設構造として設計荷重時相当の緊張力まで確認した事例があるが、 $\phi 26$ に対して本設構造として引張強度まで行った事例はない。本治具は一般の定着具と同様にPC鋼棒の破断レベルまで恒久的に定着することを期待

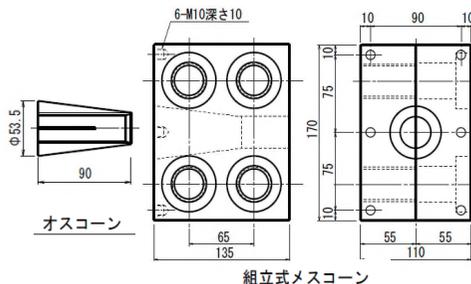


図-3 中間定着具

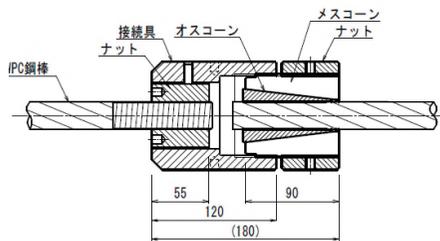


図-4 特殊接続具

表-1 主な検討項目

項目	内容	
中間定着具	定着性能	仮設構造としての定着性能を確認
	セット量	中間定着時のオスコーンのセット量の確認
	引張性能	本設構造としての引張性能を確認
特殊接続具	施工性	接続の一連の施工を確認
	セット量	接続時のオスコーンのセット量の確認
	疲労性能	引張疲労性能の確認
コンクリート床版	施工性	治具を用いた一連の拡幅施工の確認
	疲労性能	拡幅した床版の疲労耐久性の確認



写真-1 中間定着具の定着性能試験

しているため、一般の定着具と同様に緊張材の規格引張荷重 (P_u) の95%以上の性能を必要とする。写真-2に示すように既設部および拡幅部の床版横締めを模したPC鋼棒に特殊接続具を組み立て引張試験機によって載荷した。試験の結果、破断位置がPC鋼棒の自由長部であること、十分な引張耐荷性能 ($1.0P_u$ 以上) を有することを確認した。

5.2 施工性

拡幅時の緊張の一連作業を模した施工性確認試験を行った。作業は、既設部の床版横締めを模したPC鋼棒に特殊接続具のくさびを効かせるための作業、既設部と拡幅部の床版横締めを特殊接続具を介して接続する作業に大別される。

まず、既設部の床版横締めに特殊接続具を接続し、テンションロッドを用いて実橋で想定される最大緊張力を導入する。これにより既設部の床版横締めに特殊接続具のくさびが噛み合う。一旦除荷した後、拡幅作業を模した手順として、拡幅部の床版横締めを特殊接続具で接続し、実橋で想定される最大緊張力を再度導入した。試験の結果、一連の作業を通じて定着具が滑り、所定の荷重まで上がらないといった異常がないこと、接続具の嵌合やセッティングがスムーズに行えること、定着具に異常な変形が残留しないことを確認した。

5.3 セット量

実施工における拡幅部の床版横締めの緊張時の施工管理の基礎値となるセット量の確認を行った。実施工で想定される緊張中の最大値 ($0.9P_y$) まで載荷し、載荷荷重とオスコーンのセット量の関係を確認した。



写真-2 特殊接続具の引張性能試験

5.4 引張疲労性能

床版横締めを模したPC鋼棒に特殊接続具を設置し引張疲労試験を行った。荷重振幅は、実橋を想定した張出し床版に引張応力が発生するときの床版横締めの張力変動値をもとに 10.6kN ($20\text{N}/\text{mm}^2$) とした。また、変動荷重の上限は設計荷重時の床版横締めの最大張力 ($0.75P_y=370.3\text{kN}$) とした。200万回の引張疲労試験を実施し(写真-3)、載荷後に観察した結果、PC鋼棒や特殊接続具に変形等の異常は認められなかった。



写真-3 特殊接続具の引張疲労試験

6. 床版の性能

6.1 施工性

既設PC橋の張出し床版を延長して拡幅する構造を想定した施工性確認を行った。図-5にPC床版試験体図を示す。既設部として短辺1000mm、長辺3000mm、厚さ200mmの版に試験時の有効緊張力を300kNとした床版横締めを2本配置している。既設部の床版横締めの間定着のためのはつり、中間定着、定着具の撤去、床版横締めの接続、拡幅部(1500mm)の施工、という一連の床版拡幅の施工を忠実に再現し作業性を確認した。写真-4に床版の施工性試験状況を示す。

図-6は拡幅の各工程における床版横締めのひずみの推移である。既設部の

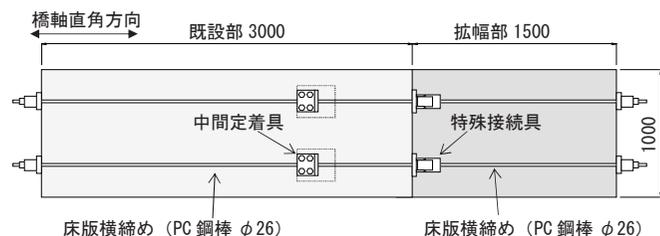


図-5 PC床版試験体(平面図)



(中間定着具の設置)

(既設定着具撤去)

(拡幅部の施工)

写真-4 床版の施工性試験

床版横締めを導入した緊張力 (図中の○) は、中間定着し既設定着具を撤去した際に端部において一時的に失われるが (△), 特殊接続具を設置し拡幅部の床版横締めを緊張した後に回復している (◇)。

6.2 疲労耐久性

6.1で作製した拡幅後の床版試験体に対し、200万回の疲労耐久性試験を行った。荷重は試験体の短辺方向の線荷重とし、荷重位置は、図-7に示すように中間定着具および特殊接続具付近に着目断面とした。荷重荷重は一方向板としての曲げモーメントが最大となり着目断面で縁圧縮応力が $0\text{N}/\text{mm}^2$ となるように設定し、中間定着具に着目した荷重で 16.8kN 、特殊接続具に着目した荷重で 26.3kN である。写真-5に試験状況を示す。それぞれ200万回の荷重を行った結果、床版のひび割れなどの異常はなく本構造の疲労耐久性を確認した。

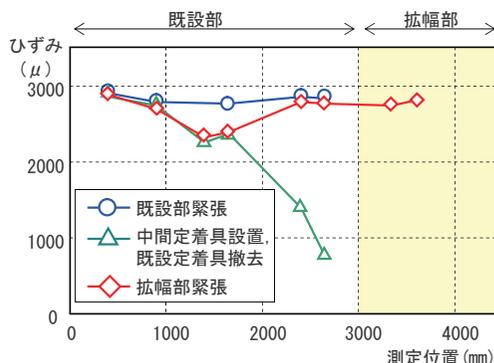


図-6 床版横締めのひずみの推移

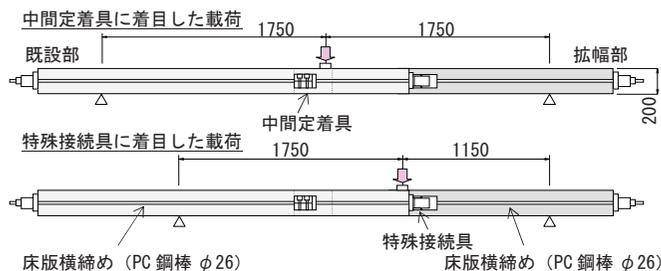


図-7 床版の疲労試験 (側面図)

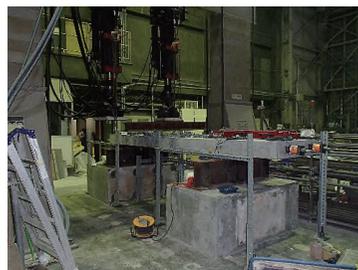


写真-5 床版の疲労試験

7. まとめ

本研究において、既設部と拡幅部の床版横締めを確実に接続し、拡幅部にプレストレスを連続導入することで、既設部と拡幅部の床版を一体化する技術を確認した。以下に結果をまとめる。

- ・ 中間定着具および特殊接続具は、床版拡幅に必要な機械的性能を有する。
- ・ これらは、既設床版部材に無理なく収まる形状であり、実施工が可能である。
- ・ これらを用いて拡幅した床版は、疲労耐久性を有する。

本研究遂行において住友電工スチールワイヤー (株) 様には多大な御協力をいただいた。深く御礼申し上げます。