

RC 床版の上面増厚工法を想定した PPC の負曲げに関する疲労耐性

東京都市大学 学生会員 ○齋藤 仙太, 三島 元輝
正会員 栗原 哲彦

日鉄ケミカル&マテリアル(株) 正会員 文屋遼太郎, 櫻井 俊太

1. 研究背景と目的

不飽和ポリエステルを結合材に用いたレジンコンクリート(Polyester Polymer Concrete : 以下 PPC)は、米国で舗装材の補修材として使用されている。PPC はセメントコンクリートとの接着性に優れるだけでなく、引張強度に優れ、防水性を有していることから、道路橋 RC 床版の上面の補修・補強材料として期待されている。既往の研究ではセメント系コンクリートと同様に RC 設計法に基づいた補強設計が可能とされている。床版上面の PPC を防水層として機能させるためには、主桁直上などの負曲げ域においても橋面側 PPC にひび割れを発生させないことが前提となる。しかし、米国をはじめ PPC の曲げひび割れに関する疲労耐性は明らかになっていない。そこで本研究では、道路橋床版の上面を梁型にモデルした試験体に定点疲労載荷試験を行い、PPC の疲労耐性を評価する。

2. 試験体概要

昭和 39 年鋼道路橋示方書に基づき設計された RC 床版を想定した RC 梁断面の母材高さ 200mm, 断面幅 150mm に対し, PPC を厚さ 30mm で増厚した。試験体の断面を図-1 に示す。載荷スパンは 200mm, せん断スパンは左右それぞれ 500mm となる対称 4 点曲げとした。道路橋床版の主桁直上では負の曲げモーメントが作用するため, 上面に増厚した PPC に引張力が作用する。そのため, 本試験では試験機の都合上, 試験体を上面に増厚した PPC が下面となるよう設置し, 鉛直下向きに荷重を作用させた。ここで試験体の諸元を表-1 に示す。母材コンクリートの圧縮強度は 24N/mm^2 とし, 最大寸法 20mm の粗骨材, 普通ポルトランドセメントを使用した。引張鉄筋は D13, 圧縮鉄筋は D10 を用い, せん断耐力が曲げ耐力上回るように, スターラップ D10 を 100mm で設置した。PPC の樹脂量は重量比 13.5wt% とし, 最大粗骨材径は 8mm とした。

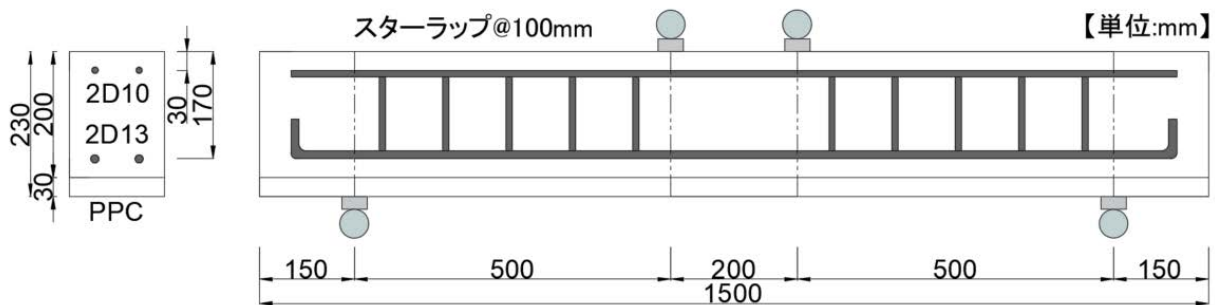


図-1 試験体概要

表-1 試験体諸元

破壊モード	鉄筋降伏先行型		鉄筋材料	引張鉄筋	2D13SD295 有効高 170mm
試験体寸法	断面幅	150mm		圧縮鉄筋	2D10 SD295 有効高 30mm
	断面高さ	230mm	スターラップ	D10 SD345 @100mm	
母材コンクリート	24-20-12 B		PPC	樹脂量 13.5wt% G_{\max} 8mm	

キーワード Polyester Polymer Concrete, 定点疲労載荷試験, 負曲げ域, 疲労耐性

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL:03-5707-0104 E-mail:nkuri@tcu.ac.jp

3. 試験条件

作製した RC 梁型試験体に対して定点疲労载荷試験を実施した。既往の研究において、PPC を増厚した RC 梁の静的な曲げ試験では、PPC の曲げひび割れが発生する応力度は $9.5 \sim 12.0 \text{ N/mm}^2$ 程度であることが明らかになっている²⁾。そこで、本試験では初期段階で曲げひび割れ発生応力度の 40% となるように上限荷重を 30kN、下限荷重 3.0kN とし、4Hz のサイン波によって 200 万回繰り返し荷重を作用させ、その後静的载荷試験を行い、残存耐力を確認した。

4. 試験結果

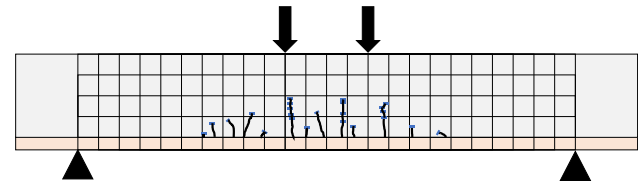
写真—1 に 200 万回の繰り返し载荷後の試験体を示す。母材 RC 部には载荷による曲げモーメントの作用により、曲げひび割れが発生し、繰り返し回数の増加に伴い、曲げひび割れが進展および増加した。本試験条件における 200 万回の繰り返し载荷終了後の観察で PPC に曲げひび割れは発生しなかった。また、パルハンマーによるたたき検査を行った結果、増厚界面での浮き等は発生していなかった。

図—2 に PPC の引張応力と繰り返し回数の関係を示す。载荷スパン内 PPC 下縁中心で測定したひずみを CL 位置とし、そこから $\pm 50 \text{ mm}$ 位置の平均、 $\pm 100 \text{ mm}$ 位置の平均を図に示している。また、得られたひずみを PPC の引張静弾性係数 14.2 kN/mm^2 を用いて PPC 下縁の応力度を算出し、図中に示している。繰り返し载荷回数が 2.0×10^5 回頃から応力度が増加傾向にある。これは、図—3 に示すように母材 RC 部に繰り返し载荷回数の増加に伴い曲げひび割れが進展したことにより、梁試験体のたわみが増加したため、応力度が増加したと考えられる。CL 位置における、上限荷重 30kN 作用時の PPC 引張応力度は初期段階では 4.47 N/mm^2 であり、繰り返し载荷回数が 200 万回時では 5.71 N/mm^2 であった。

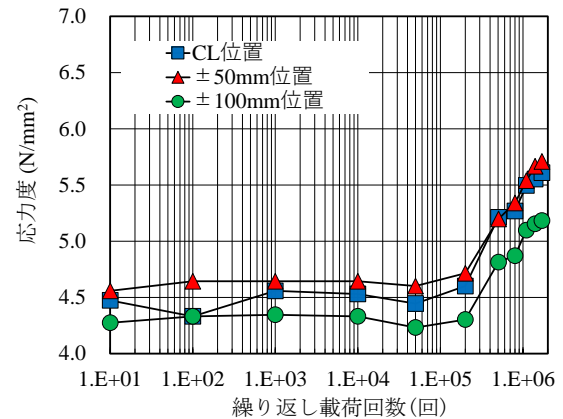
200 万回終了後に静的载荷試験を実施した結果、载荷荷重が 62.7kN で载荷スパン内の下縁 PPC にひび割れが発生し、その最大応力度は 11.1 N/mm^2 であった。既往の研究による静的载荷試験での曲げひび割れ発生応力度 $9.5 \sim 12.0 \text{ N/mm}^2$ の範囲となり、本試験の疲労試験による PPC 材料自体の劣化損傷は曲げひび割れ発生強度に影響ないことが確認された。

5. まとめ

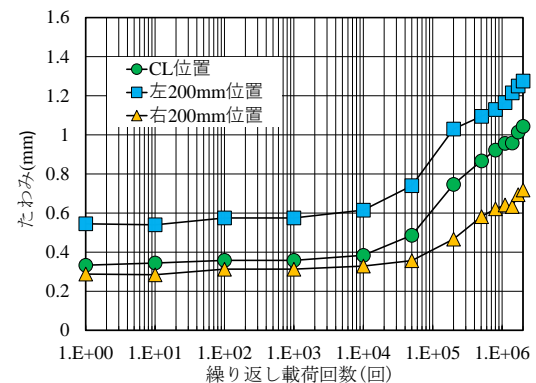
本試験で得られた知見を以下に示す。



写真—1 試験体状況：200 万回载荷終了後



図—2 応力と繰り返し载荷回数の関係



図—3 たわみと繰り返し载荷回数の関係

- 1) PPC が静的曲げひび割れ強度の 40% 程度の応力度となるような载荷条件にて定点疲労载荷試験を実施した結果、200 万回の繰り返し回数で PPC に曲げひび割れは発生しなかった。
- 2) 静的曲げひび割れ発生強度の 40% で 200 万回の定点疲労载荷後、静的载荷試験を実施した結果、PPC 材料の曲げひび割れ発生応力度は低下しておらず、疲労による材料劣化は確認されなかった。

参考文献

- 1) 文屋遼太郎：PPC を用いた道路橋 RC 床版の上面増厚補強に関する梁型モデルによる実験的研究，第九回道路橋床版シンポジウム論文報告集，pp.133-136，2016
- 2) 文屋遼太郎ら，：PPC と CFRP 格子筋によって補強した RC 梁の負曲げ耐力，土木学会全国大会第 74 回年次学術講演会，V-400，2017