

小規模橋梁を対象とした高耐久性薄肉 PC 床版の力学的特性の検討

長崎大学大学院 学生会員 ○我有 大樹
長崎大学大学院 正会員 山口 浩平
(株)ヤマウ 正会員 大西 友紀

1. 研究背景および目的

市町村管理の小規模な橋梁の多くは、図 1(a)に示すように上部工の老朽化が進んでいる現状にある。しかし、図 1(b)に示すように、これらの橋梁の周辺には橋梁架設後に住宅が建設されて幹線道路から枝分かれした狭隘な道路が続いており、新たな橋梁の架替時の資材運搬や施工が難しい。また、図 1(c)に示すように、小規模橋梁の多くは特に主桁の補強筋の腐食など上部工の損傷が著しいという問題がある。これらのことから、上部工の取替による更新を想定した運搬性、施工性、メンテナンス性を考慮した軽量かつメンテナンスフリーな上部工となる床版が必要とされている。

そこで、本研究は炭素繊維緊張材（Carbon Fiber Composite Cable, 以下、CCFC）を緊張材として用いた軽量の薄肉の PC 床版に注目した。具体には、数値解析による床版下面の引張ひずみに着目したかぶり厚さの検討、プレストレス導入量試験による有効定着長の検討、曲げ載荷試験による薄肉 PC 床版への従来の PC 床版の設計法の適用可能性の検討である。

2. 緊張力による床版下面の引張ひずみの検討

2. 1 研究経緯

長崎市内の A 橋の上部工の老朽化により、床版取替の必要が生じた。そこで、CFCC を用いた PC 床版を用いることとした。その際、実際に用いる床版と同じ形状の試験体を作成したが、幅 670mm、床版厚 100mm、横かぶり(図 3)60mm、縦かぶり(図 3)40mm と極めて小さかったため、緊張直後に緊張端側の床版下面の緊張材に沿ったひび割れが発生した。そのため、数値解析により緊張力作用時のひび割れ検討を行った。

2. 2 パラメータ解析

かぶり厚さをパラメータとした数値解析により、ひび割れの発生の有無について検討した。数値解析に用いた試験体は、図 3～5 に示す幅 540mm、厚さ 100mm、桁長 4000mm の PC はりである。パラメータとするかぶり厚

さは、図 3 の縦かぶり c と横かぶり a であり、表 1 に示す 6 種類の model1～model6 とした。

2. 3 結果および考察

図 6 は、図 4 に示す赤で示した試験体下面コンクリートの軸方向ひずみと緊張端からの距離を示す。なお、図中の点線は各試験体の設計値を示す。同図より、model1～model6 では全て緊張端から 600mm 付近でひずみが安定しており、プレストレス力による軸方向圧縮ひずみは、設計値と同等の値が得られていることから、緊張力の導入を解析的に再現できていることがわかる。図 7 は、図 4 に示す青で示した試験体下面コンクリートの軸直角方向のひずみと緊張端からの距離を示す。同図より、縦かぶりまたは横かぶりが小さな model3, model5, model6 において計算上のひび割れひずみ 120μ を越えているので



(a) 上部工の老朽化



(b) 橋梁周辺の狭隘な路地



(c) 補強筋の腐食

図 1 小規模橋梁の現状



図 2 緊張側の床版下面

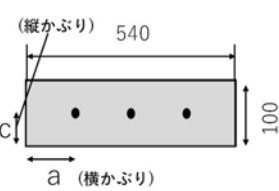


図 3 試験体断面図 (mm)

表 1 パラメータ解析モデル

c \ a	a	110(mm)	120(mm)	130(mm)
	c			
35(mm)		model6	—	model3
40(mm)		—	—	model2
45(mm)		model5	model4	model1

キーワード 有限要素解析, CFCC, PC 床版, 有効定着長

連絡先 〒852-8521 長崎市文教町 1-14 長崎大学大学院工学研究科構造工学コース TEL 095-819-2591

軸方向のひび割れが発生しているものと考えられる。

3. プレストレス導入量試験による有効定着長の検討

3. 1 試験概要

CFCC を用いた薄肉 PC 床版のプレストレス導入量の計測をして、有効定着長を検討した。Type1 はパラメータ解析で用いたひび割れが発生しない model1 の断面を採用しており、Type1 を支間 3700mm、床版厚 100mm、有効高 55mm とし、Type2 では支間を 4700mm に伸ばし、Type3 は断面高さ(床版厚)を 150mm と大きくしている。

3. 2 結果および考察

図 8(a), 図 8(b)は、プレストレス導入直後および 120 日後の床版下面の軸方向ひずみと緊張端からの距離を表している。同図より、有効定着長は、Type1 が 20Φ、Type2 が 30Φ、Type3 が 30Φ 程度であることが確認できた。よって、CFCC を用いた場合は、従来の PC 鋼より線の場合の設計値である 65Φ よりも短い有効定着長となるものと判断でき、CFCC とコンクリートに十分な付着性能があると判断できる。

4. 曲げ載荷試験による高耐久性薄肉 PC 床版の耐荷性能評価

4. 1 試験概要

薄肉 PC 床版の力学的特性を確認するために、曲げ載荷試験を行った。載荷試験では、プレストレス導入量試験に用いた Type1～3 を用いた。

4. 2 結果および考察

表 3 に試験値、設計計算により求めたひび割れ荷重および終局荷重の計算値を示す。同表から、ひび割れ発生荷重、最大荷重ともに計算値の 1.1 倍以上であり、現行の PC 床版の設計法の適用は可能であるといえる。破壊形態は、Type1～3 すべてにおいて、曲げひび割れ進展後の上縁コンクリートの圧壊であった。

5. 結論

- (1)ひび割れ解析において、縦かぶりと横かぶりを両方大きくした断面が最もひずみが低減される断面であることがわかった。
- (2)有効定着長は試験体長さにより多少の影響はあるものの、通常の PC 鋼材よりも短く、その設計法を準用できる。
- (3)提案する薄肉 PC 床版の曲げ耐荷特性は、通常の PC 床版と同等の性能を有しており、現行の設計法が適用できる。

参考文献

- 1)島弘・周礼良・岡村甫：マッシブなコンクリートに埋め込まれた異形鉄筋の付着応力-すべり-ひずみ関係，土木学会論文集，No. 378/V-6, pp.165-174, 1987.2
- 2)日本道路協会，「道路橋示方書・同解説 III コンクリート橋編」，2000.3
- 3)土木学会：[2002 年制定] コンクリート標準示方書－構造性能照査編－，2002.2

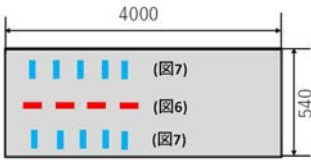


図 4 試験体下面図(mm)

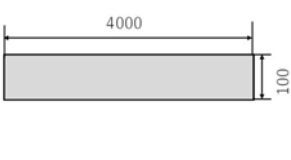


図 5 試験体側面図(mm)

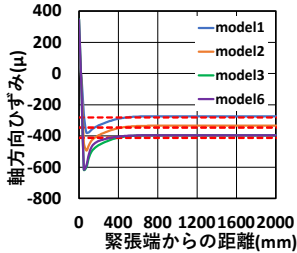


図 6 試験体下面の軸方向ひずみ

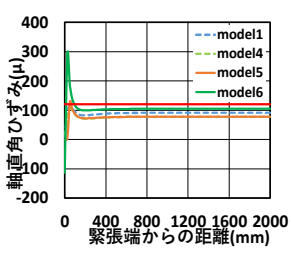
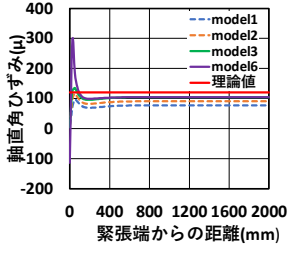
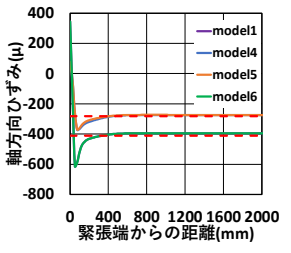
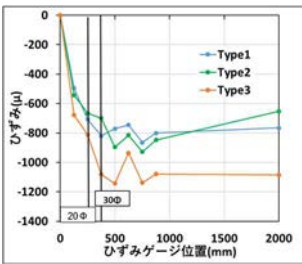
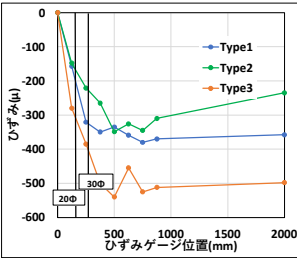


図 7 試験体下面の軸直角方向ひずみ



(a) 導入直後 (b) 120 日後

図 8 床版下面の軸方向ひずみと緊張端からの距離

表 3 曲げ載荷試験結果

試験体	ひび割れ時			終局時		
	試験値	計算値	試験値/計算値	計算値	試験値	試験値/計算値
Type1	12.4kN	9.02kN	1.37	28.0kN	31.0kN	1.11
Type2	11.1kN	5.8kN	1.91	21.8kN	24.8kN	1.14
Type3	30.9kN	25.2kN	1.22	67.6kN	83.5kN	1.24