

UFC を用いたプレキャスト床版接合工法の曲げ耐力評価に関する研究

(株)大林組 正会員 ○熊崎 達郎, 田中 浩一, 佐々木 一成

1. はじめに

わが国では建設から 40～50 年経過して劣化した道路橋を持続的に使用するため、床版の更新が進められている。道路橋床版の更新はプレキャスト床版を使用することが一般的である。筆者らは、プレキャスト床版同士の継手の間詰材として、緻密で耐久性が高い超高強度繊維補強コンクリート (UFC) を使用した接合工法を開発し、実用化している¹⁾。本稿では接合部に埋め込む鉄筋長さの最適解を求め、合理化した事例を紹介する。

2. UFC を用いたプレキャスト床版の接合構造

本検討の対象とするプレキャスト床版接合工法の構造を図-1 に示す。接合部の橋軸方向鉄筋は曲げや定着の加工をしない直筋で、継ぐ鉄筋同士にはあきがある重ね継手により接合部の橋軸方向鉄筋は接合されている。間詰材には高温養生不要で場所打ち可能な UFC を使用し、UFC を介して鉄筋の応力が伝達される。本材料は標準養生により材齢 28 日で圧縮強度 180N/mm^2 、引張強度 8.8N/mm^2 (いずれも特性値) を満足する材料である²⁾。また、長さ 13mm の鋼繊維を 2vol.% 混入している。接合部の橋軸直角方向の引張に対する負担は UFC の鋼繊維に期待でき、接合部の橋軸方向の長さも短いことから、橋軸直角方向に鉄筋は配置していない。

3. UFC に埋め込まれた鉄筋の引抜き耐力評価

UFC を用いた床版接合部を模擬した鉄筋の引抜き実験を行った。試験体の形状寸法と载荷概要を図-2 に示す。図中の青い数字は、鉄筋の枝番である。端部に配筋した鉄筋 (枝番 1, 7) を端部鉄筋、中央に近い位置に配筋した鉄筋 (枝番 2～6) を中央鉄筋とした。この 7 本の鉄筋のうち、原則として 4 本 (枝番 1, 3, 5, 7) を引き抜いた。

鉄筋径 ϕ 、鉄筋被覆の有無、鉄筋埋込長 x 、鉄筋継手長 b 、鉄筋間隔 $2c$ 、純かぶり k を主なパラメータとし、13 ケースについて実験を行った。

実験結果の破壊状態の観察から、破壊形態を 4 つ (A～D) に分類した。

- 1) 表層曲げ破壊 (A): UFC 表層の曲げひび割れと引張ひび割れが同時に進展する破壊形態
- 2) 付着割裂破壊 (B): 側面に割裂ひび割れを伴う付着破壊
- 3) 付着破壊 (C): 引抜き荷重が付着耐力を越えて鉄筋が引抜ける破壊形態
- 4) 鉄筋破断: 鉄筋が先行して引張強度に達する破壊形態

引抜き実験の結果をもとに、鉄筋引抜き耐力 P_u の評価式を以下の式(1)～(4)のように立案した。実験結果の観察より、表層曲げ破壊は図-2 A 部詳細に青で示す鉄筋端部を結んだ線が交差する角度 θ_b が 47° 未満のときに生じるようにした。

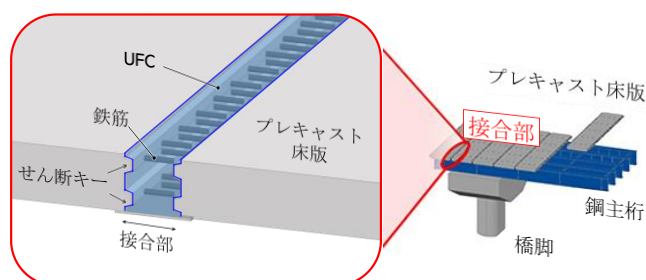


図-1 UFC を用いたプレキャスト床版の接合工法

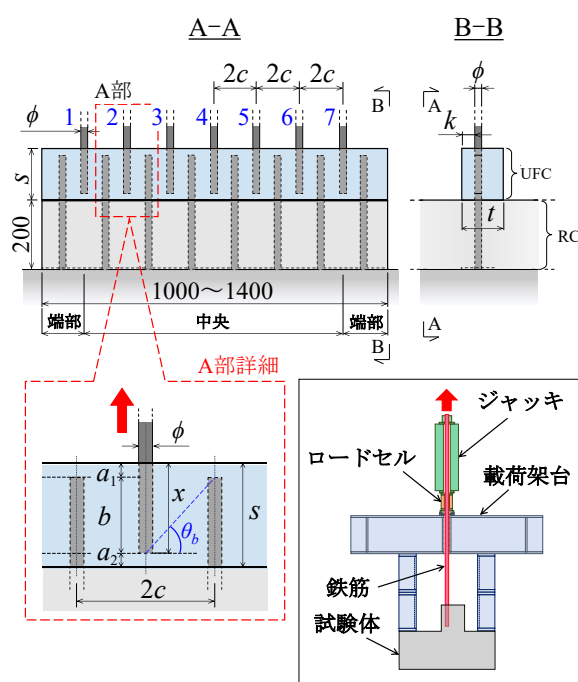


図-2 引抜き実験の概要

キーワード プレキャスト床版, 接合工法, 超高強度繊維補強コンクリート, 引抜き実験, 曲げ実験
連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 土木本部生産技術本部設計第三部

図-3 に計算値と実験値との比較を示す。

$$P_u = \begin{cases} \min(P_1, P_2, P_3) & , 0 < \theta_b < 47^\circ \\ \min(P_2, P_3) & , 47 \leq \theta_b \end{cases} \quad (1)$$

$$P_1 = \frac{t \cdot x^2}{3 \cdot c} \cdot \sigma_m \leq 2c \cdot t \cdot \sigma_t \quad (2)$$

$$P_2 = \phi \cdot \pi \cdot (\alpha \cdot \tau) \cdot (\beta \cdot x) \quad (3)$$

$$P_3 = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \cdot \sigma_u \quad (4)$$

ここに、

- P_u : 鉄筋の引抜き耐力 (N)
 P_1 : 表層曲げ破壊耐力 (N)
 P_2 : 付着破壊耐力 (N)
 P_3 : 鉄筋引張破壊耐力 (N)
 θ_b : 図-2 に示す角度 $= \tan^{-1}\left(\frac{b}{c}\right) (^{\circ})$
 b, c, x, ϕ : 図-2 に示す接合部の寸法 (mm)
 t : 接合部の厚さ (mm) (床版のとき、床版厚の 1/2 とする)
 σ_m : UFC の曲げ強度 (N/mm²)
 σ_t : UFC の引張強度 (N/mm²)
 τ : UFC と鉄筋間の付着強度の特性値で、
 被覆なし : 55.5 (N/mm²)※
 エポキシ樹脂 : 52.7 (N/mm²)※
 (※:別途実験したマシブな UFC と鉄筋との付着強度)
 α : τ の低減係数で、端部の鉄筋 : 0.9 その他の鉄筋 : 1.0
 β : 鉄筋埋込長 x の低減係数 = 0.5
 σ_u : 鉄筋の引張強度 (N/mm²)

4. 曲げ耐力の検討

立案した引抜き耐力評価式を検証するため、曲げ載荷実験 (図-4) で曲げ耐力の計算値と実験値との比較 (図-5) を行った。鉄筋降伏と評価した試験体の曲げ耐力の計算値は、積層モデルで計算した曲げモーメントの最大値とした。これに対して、鉄筋降伏しないその他の破壊形態となる試験体の曲げ耐力は、鉄筋応力が式(1)で計算した耐力に相当する応力に達したときの曲げモーメントとした。

実験値／計算値の平均値は 1.0 に近い値であり、立案した評価式が概ね妥当であることが確認された。

5. まとめ

今まで仕様規定的に決定していた接合の幅を、耐力式を用いることにより合理化できる可能性を示した。なお、従来の UFC 接合よりも接合幅を短くした床版接合部を模擬した床版により輪荷重走行試験を実施し、疲労耐久性も十分に有していることを確認している。

参考文献 1) 佐々木一成：急速施工を可能にしながら高い耐久性を発揮するプレキャスト床版接合工法「スリムファスナー®」の開発、セメント・コンクリート、No.862, pp.26-31, 2018.2 2) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリート「スリムクリート」に関する技術評価報告書、技術推進ライブラリーNo. 10, 2022.1

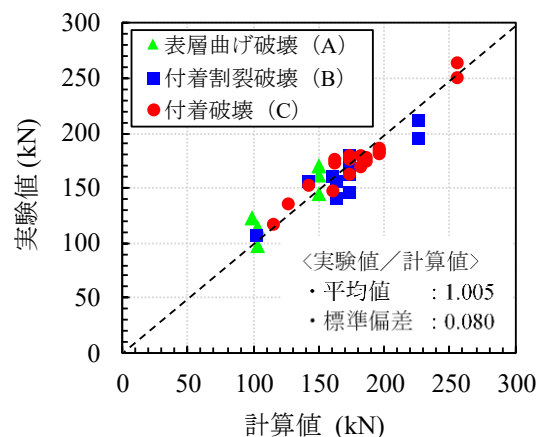


図-3 実験値と計算値の比較 (引抜き耐力)

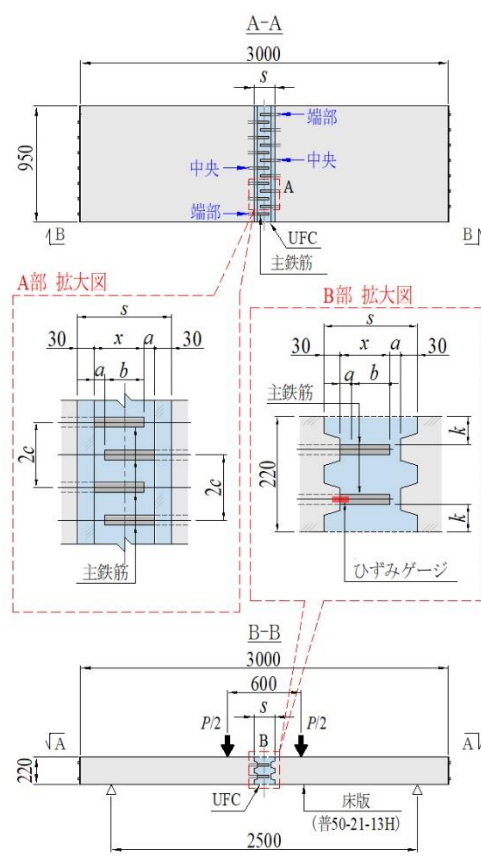


図-4 UFC 接合部の曲げ試験体

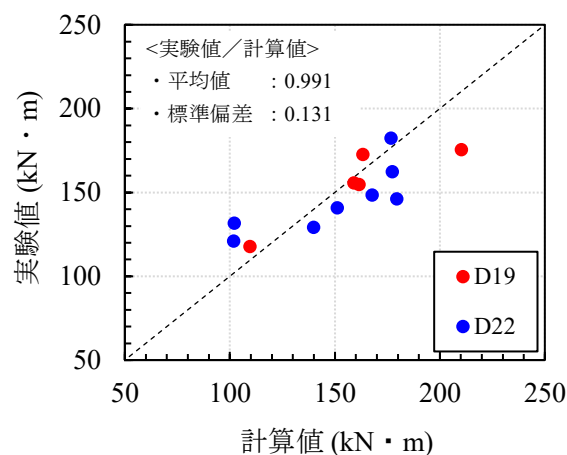


図-5 実験値と計算値の比較 (曲げ耐力)