

連続繊維補強筋を用いた RC 構造物の載荷実験

西日本高速道路(株) 正会員 大城 荘司 非会員 中村 誠 正会員 ○茅原 周平
NEXCO 西日本コンサルタンツ(株) 正会員 吉田 直弘 正会員 松田 宏 非会員 福井 健太

1. はじめに

現在、筆者らは連続繊維補強筋(以下は CFRP 筋と称す)を用いた二層アーチ橋の設計を行っている¹⁾。CFRP 筋を用いた RC 構造物の設計手法は、特に非線形曲げ剛性、せん断耐力の評価手法がまだ研究中であるため、筆者らは載荷試験および FEM 解析²⁾に基づき、当該橋梁で適用すべき設計手法を提案した。本稿は其中で載荷実験の結果について報告するものである。

2. 検討課題

CFRP 筋を用いた RC 部材の設計を行う上で、Ⅰ. 非線形動的解析に用いる部材復元力モデルの設定 Ⅱ. 降伏点のない曲げ補強筋を用いた部材の曲げ破壊パターン目標の設定(コンクリート圧壊先行型、または CFRP 筋破断先行型) Ⅲ. 引張剛性の小さいせん断補強筋を用いた部材のせん断耐力の確認が必要となった。

3. 実験概要

供試体一覧表を表-1 に示す。CFRP 筋は棒状タイプ(以下は CFCC:東京製鋼(株)と称す)、格子状タイプ(以下はネフマック:新日鉄住金マテリアルズ(株)と称す)の2種類を使用した。コンクリートは早強コンクリートを使用し粗骨材の最大寸法は 20mm、呼び強度は 40N を想定した。

供試体は A シリーズとして単純梁型 (300×200×3000mm)、B シリーズとして片持ち梁型 (300×500×1500mm)、C シリーズとして片持ち梁型 (300×500×750 (1500) mm) 3 種類の供試体で実験を行った。

単純梁型については、破壊パターンがコンクリート圧壊先行型(A-1)と CFRP 筋破断先行型(A-2)となる配筋とした。

片持ち梁型については、B シリーズについては、破壊パターンがコンクリート圧壊先行型、C シリーズについては、破壊形態がせん断破壊先行型となる配筋とした。

載荷方法については、A シリーズは 2 点載荷、B、C シリーズは片側 1 点載荷とし、変位制御により載荷を行った。供試体形状を図-1、2 に、供試体の配筋状況および試験状況を図-3 に示す。

表-1 供試体一覧表

供試体No.	補強材	主筋	せん断補強筋	破壊パターン	検討課題
		呼び径	呼び径・間隔		
A-1	CFCC	φ12.5	φ5.0ctc75	コンクリート破壊先行	I, II
A-2	CFCC	φ7.5	φ5.0ctc75	CFRP筋破断先行	I, II
A-3	ネフマック	C19	CM29ctc75	コンクリート破壊先行	I, II
A-4	ネフマック	C10	C19ctc75	CFRP筋破断先行	I, II
B-1	CFCC	φ15.2	φ12.5ctc125	コンクリート破壊先行	I, II
B-2	ネフマック	C19	CM16ctc125	コンクリート破壊先行	I, II
C-1	CFCC	φ7.5	φ5.0ctc125	せん断破壊	I, III
C-2	CFCC	φ10.5	φ7.5ctc125	せん断破壊	I, III
C-3	ネフマック	C13	C6ctc125	せん断破壊	I, III
C-4	ネフマック	C16	C8ctc125	せん断破壊	I, III
C-5	CFCC	φ10.5	φ5.0ctc125	せん断破壊	I, III
C-6A	CFCC	φ10.5	φ5.0ctc125	せん断破壊	I, III
C-7A	CFCC	φ12.5	φ7.5ctc125	せん断破壊	I, III
C-8A	ネフマック	C16	C6ctc125	せん断破壊	I, III
C-9A	ネフマック	C19	C8ctc125	せん断破壊	I, III

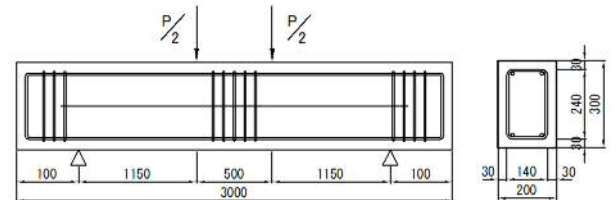


図-1 Aシリーズ供試体

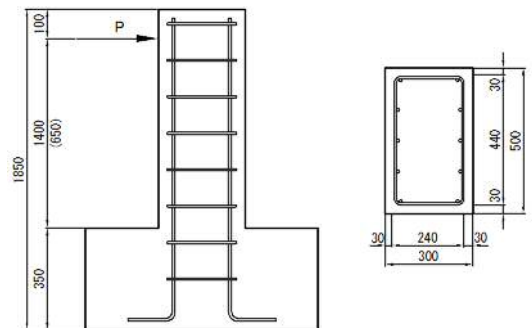


図-2 B, Cシリーズ供試体



図-3 配筋および試験状況

キーワード 連続繊維補強筋, 復元力モデル, 破壊パターンの設定, せん断耐力

連絡先 〒567-0871 大阪府茨木市岩倉町1番13号 西日本高速道路(株) 関西支社 構造技術課 TEL 06-6344-9603

4. 実験結果

(1) 曲げ変形の解析結果

図-4, 5 の計算値は、ひびわれ点とコンクリートひずみが終局ひずみに達した点、又は CFRP 筋が破断ひずみに達した点を結んだバイリニア非線形モデル(以下は M- ϕ モデルと称す)で算出したものである。図-4, 5 に示すように A-1(コンクリート破壊先行型)及び A-2(CFRP 筋破断先行型)ともに曲げ剛性は計算値と実験値は概ねよく合う。ひびわれ発生後の剛性は、A-1 は荷重の増加とともに実験値との差が大きくなる。要因としては、水平ひびわれが作用荷重の増加に伴い広範囲に拡大し、剛性低下が起きていると考えられる。A-2 は A-1 のような水平ひびわれの進展は見られなかったため、計算値と実験値の剛性の差が相対的に小さい。

(2) 曲げ破壊形態の目標

図-4, 5 に示すように、A-1 については圧縮側のコンクリートが破壊した後耐力の低下が見られたが、A-2 のような CFRP 筋の破断による急激な耐力の低下は見られなかった。従って、CFRP 筋破断先行パターンに比べコンクリート圧壊先行パターンの採用が望ましいと考える。

(3) セン断耐力の確認

「連続繊維補強材を用いたコンクリート構造物設計・施工マニュアル(案)(以下は ACC と称す)」指針及び「AASHTO」に終局限界状態におけるせん断補強筋のひずみの設計用値が示されている。これらの値を用いてトラス理論に基づきせん断耐力を算出した。実験値についてもせん断補強筋のひずみが上記 ACC と AASHTO の限界ひずみに達した時点のせん断力をせん断耐力として比較を行った。計算値と実験値を比較したところ実験値が 2 倍程度大きい結果となった。従って、ACC と AASHTO 両方が安全側であることが言える。

5. まとめ

- ・CFRP 筋 RC 構造物の非線形復元力モデルとして、ひびわれを考慮した M- ϕ モデルの適用が妥当である。
- ・CFRP 筋 RC 構造物の曲げ破壊パターンとして、コンクリート圧壊先行パターンとすることが望ましい。
- ・ACC と AASHTO の計算式によるせん断耐力は実験値の半分程度であり安全側となる。

参考文献

1)大城他：連続繊維補強筋を用いた充腹アーチを有する連続二層アーチ橋の計画 2)大城他：非線形 FEM 解析による連続繊維補強筋を用いた RC 構造物のせん断耐力の検討

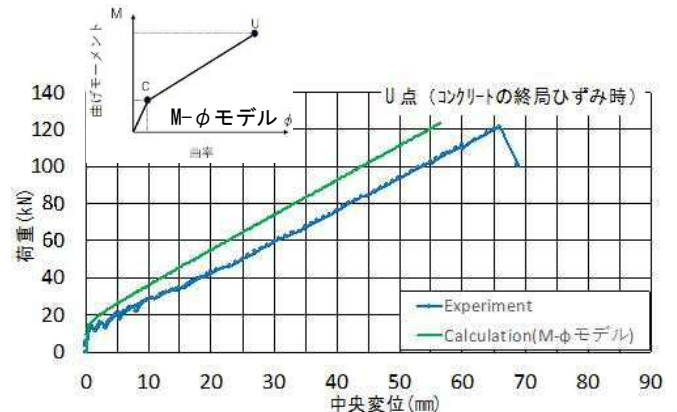


図-4 A-1 荷重-変位図

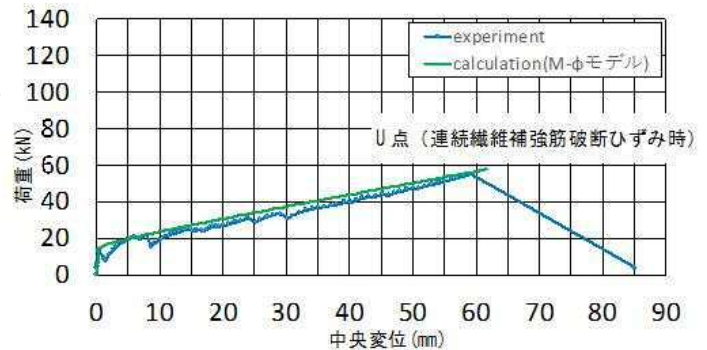


図-5 A-2 荷重-変位図

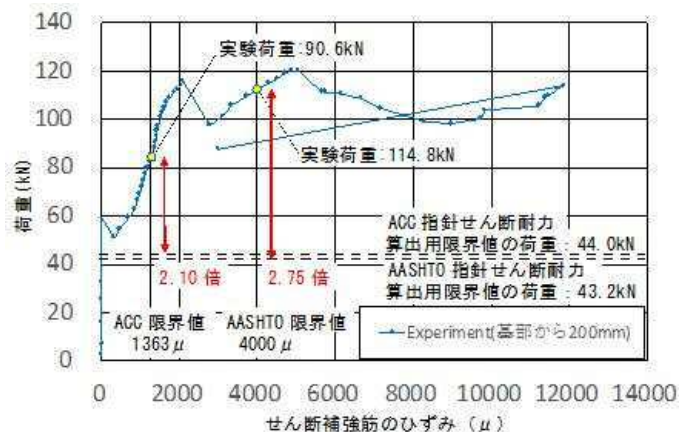


図-6 C-3 荷重-せん断補強筋ひずみ図

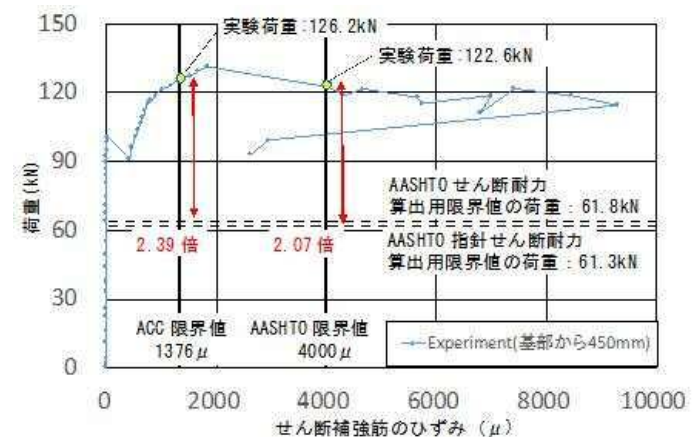


図-7 C-4 荷重-せん断補強筋ひずみ図