

T型橋脚梁部のせん断補強効果に関する研究

九州工業大学 学生会員 ○武内康裕
 阪神高速道路公団 正会員 堀江佳平

九州工業大学 正会員 幸左賢二
 オリエンタルコンサルタンツ 正会員 橋場 盛

1. はじめに

現在、アルカリ骨材反応(以下 ASR と称す)により既設コンクリート構造物においてひび割れやせん断耐力低下などが報告されている。本実験では、ASR により損傷を受けた PCT 型橋脚梁部のせん断補強工法に着目した。補強方法としては、支承部を考慮して炭素繊維シート（以下 CFRP と称す）をある間隔で全周巻補強する工法（ゼブラ工法）を施し、梁部のせん断補強効果の検討を行うものである。本文では、普通コンクリートを用いた供試体のせん断補強効果に着目した実験結果について述べる。検討目的はゼブラ工法によるせん断補強効果の定量化およびゼブラ工法のせん断抵抗メカニズムの解明である。

2. 実験概要

(1) 検討概要

対象断面は ASR 劣化を受けた既設 PCT 型橋脚梁部の支承位置断面に着目し、曲げ及びせん断耐力の余裕が最も少ない梁部付け根付近断面を対象としている。

(2) 実験供試体

実験供試体は、実橋橋脚梁部の PC 鋼材と PC の軸力を考慮した降伏曲げモーメントと等価な RC 構造に置き換えている。供試体のせん断スパン比はディープビームの影響を受けないように $a/d=2.5$ とし、補強後もせん断破壊型の供試体となるように曲げ耐力を大きくしている。その結果、図-1 に示す様に、対象断面の 1/8 スケールとなる比較的大型の供試体を用いている。供試体の耐力諸元を表-1 に、実験供試体の材料特性値を表-2 に示す。

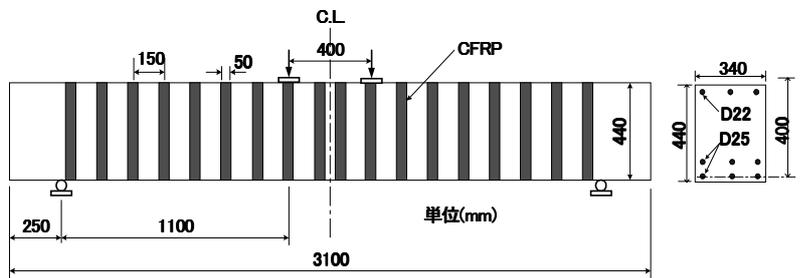


図-1 供試体形状

表-1 供試体諸元

供試体	無補強供試体	CFRP50mm巻立補強
保証CFRP強度 (N/mm ²)	-	3400
設計曲げ耐力 (kN)	275	275
設計せん断耐力 (kN)	131	214
曲げ/せん断耐力	2.10	1.29

表-2 材料物性値

コンクリート圧縮強度	31.4N/mm ²	
コンクリート割裂強度	3.4N/mm ²	
引張主鉄筋降伏強度	381.5N/mm ²	
圧縮鉄筋降伏強度	389.2N/mm ²	
CFRPシート	引張強度	4840N/mm ²
	引張弾性係数	2.53*10 ⁵ N/mm ²

(3) 実験方法

載荷方法としては、静的二点載荷を行い、各目標載荷ステップ荷重に達するごとに除荷し、ひび割れ状況を記録した。測定項目は、供試体の変位、主鉄筋および帯鉄筋ひずみ、CFRP ひずみである。また、実験供試体の破壊状況はデジタルビデオにより記録した。

3. 実験結果

(1) 荷重-変位関係

図-2 に荷重-変位曲線を示す。ここで示される変位は、支間中央部の鉛直変位である。まず、無補強の No.1 供試体では、荷重 300kN で初期クラックが発生した。その後、荷重 420kN に供試体左側の斜めひび割れが徐々に大きくなり、大きなせん断ずれが生じてせん断破壊に至った。次に、CFRP 補強を施

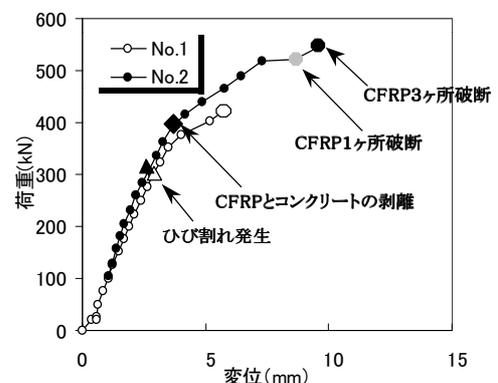


図-2 荷重-変位曲線

キーワード ゼブラ工法, せん断補強効率, CFRP せん断抵抗メカニズム, 静的載荷試験

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 TEL・FAX(093)884-3123

した No.2 供試体は、荷重 300kN で初期せん断クラックが発生し、荷重 420kN に CFRP の剥離が生じ始めた。その後、最大荷重 547kN では斜めひび割れが大きくなり、供試体左側シートの 1 本目が破断後、3 本のシートが連続的に破断し、せん断破壊に至った。No.1, No.2 供試体を比較すると、補強による供試体のせん断耐力は 63.5kN 増加している。

(2) CFRP のせん断抵抗メカニズム

図-3 に No.2 供試体の破壊状況を示す。前述のように補強供試体では、荷重 420kN で CFRP とコンクリートの剥離が生じた。そして、515kN 時には、図-3(a) に示す様に、シートがほとんど剥離した状態であり、シートの上下端でせん断抵抗している。その後、最大荷重時には、写真-1 に示すように 4 本のシートが破断したが、最大荷重時の CFRP のひずみ分布は図-4 に示すように、最初に破断したシートのみが破断ひずみである 19000μ に達しており、残りの 3 本は荷重が増加しないまま連続的に破断に至った。従って、CFRP の抵抗メカニズムとしては、最初に 1 本が破断した事で、残り 3 本の CFRP が発生せん断力を負担できなくなり、連鎖的に破断に至る破壊形態であることを確認した。

(3) せん断補強耐力評価

実験結果から、せん断補強による増加耐力 ($V_{bf \text{ exp}}$) と、帯鉄筋と同様のトラス理論により算出したせん断補強耐力 ($V_{bf \text{ cal}}$) を用いて式(1)、(2)によりせん断補強効率 κ を算出し、補強効果の評価を行った。

$$\kappa = V_{bf \text{ exp}} / V_{bf \text{ cal}} \quad (1)$$

$$V_{bf} = \kappa \times \frac{A_w \times F_{wyd} \times (\sin\alpha + \cos\alpha) \times d}{1.15 \times s} \quad (2)$$

ここに、 V_{bf} ：せん断補強耐力 A_w ：補強材料断面積

F_{wyd} ：補強材料強度 d ：有効高さ s ：配置間隔

この中で、補強材料強度 F_{wyd} として、CFRP の保証値 ($3400\text{N}/\text{mm}^2$) を用いて算出した結果、係数 $\kappa = 0.781$ となる。一方、図-4 に示す最大荷重状態における 4 本の破断箇所の平均ひずみを用いて係数 κ を算出した。4 箇所の平均ひずみは 10974μ 、平均応力は $2777\text{N}/\text{mm}^2$ となり、係数 $\kappa = 0.957$ となる。従って CFRP の保証強度を用いて算出した結果は最大荷重状態の CFRP のひずみ分布を用いて算出した結果とほぼ同等となることから CFRP の補強効果の評価として、破壊性状を反映しているものと考えられる。

5. まとめ

本実験より得られた知見を以下に示す。

- (1) CFRP のゼブラ工法によるせん断抵抗メカニズムは、シートとコンクリートの付着が切れて、シートの上下端で抵抗した後、最大荷重時にはシートが連鎖的に破断に至る破壊形態である。
- (2) CFRP のせん断補強効率の評価として、保証値によるせん断補強効率は 0.781、実験ひずみによるせん断補強効率は 0.957 となる。

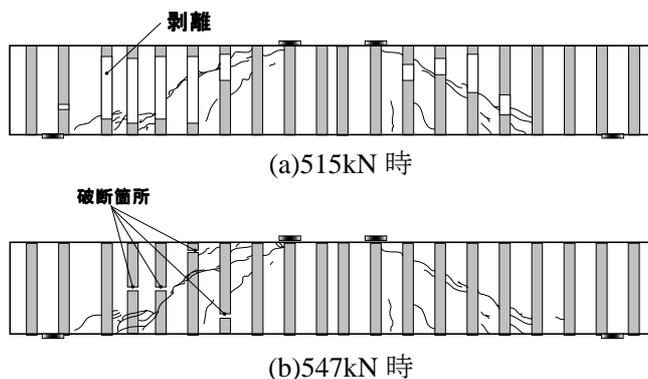


図-3 No. 2 供試体破壊状況

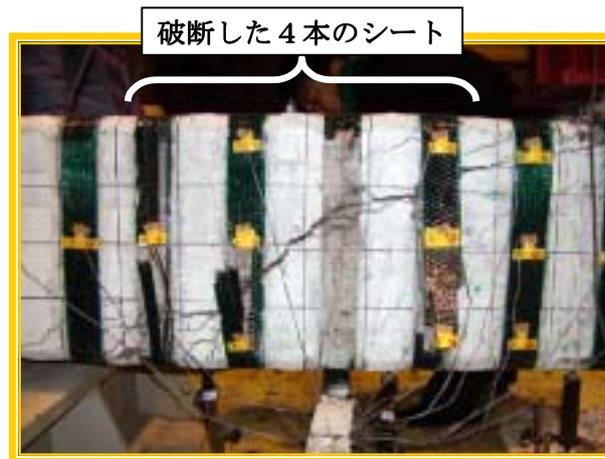


写真-1 CFRP 破断状況 (547kN 時)

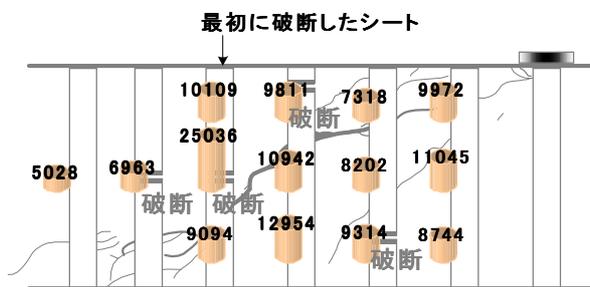


図-4 最大荷重時の CFRP ひずみ分布