

V-468

アラミド繊維シートを緊張材として用いたPRC桁の耐力

シー・イー・サービス 正会員 甄 暁青
 北海道大学工学部 正会員 佐伯 昇
 北海道大学工学部 正会員 志村 和紀
 日本高圧コンクリート 正会員 秦 滋康

1. はじめに

現在、20～30年以上経つ構造物の劣化、重荷重の交通量の増加、また、活荷重のレベルアップなどによって、コンクリート構造物の補強、補修が大きな問題となっている。そのため、コンクリート構造物の耐力向上、あるいは補修工法の開発に、FRP材料あるいはそれらの複合材料が、補強、補修材料に用いられるようになった。このような材料は確かに高価であるが、軽量化によって、施工を容易にし、また、死荷重に対する影響を減らすこと等大きなメリットがある。

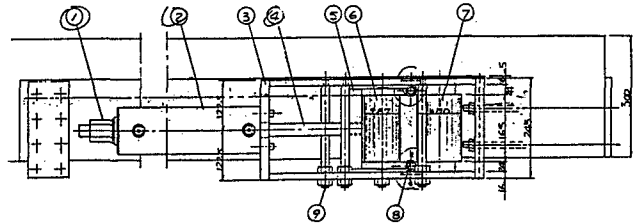
最近、シート状の連続繊維補強材が開発されており、実用化の研究が盛んである。それぞれの研究の中で、理論的あるいは実験的な研究が行われているが、より合理的な設計理論が求められている現状である。

本研究では、一方向及び二方向アラミド繊維シートに着目し、FRPの高強度などの特徴を有効に利用するため、また、ひび割れに対する補修効果を考え、繊維シートを緊張材として、鉄筋コンクリート構造物のウェブに貼り付け、構造物への補強効果及び破壊挙動を検討した。さらに、構造物に人工ひび割れを入れ、シートによる補修効果を検討したものである。

2. 実験概要

本実験ではケブラ49で合成した連続アラミド繊維シート(AFS)を使用した。AFSは強靱、炭素繊維より軽く、伸び率が高く、しわがよりにくい、疲労に対しても強く、耐衝撃性も優れている。

Fig. 1 AFSを緊張する装置



No	name	Num	No	name	Num
1	ナット	2	6	〃	2
2	セクターボールジョイント	2	7	回転ローラー	2
3	フレーム	1	8	FRP押さプレート	2
4	テフロンパター	2	9	フレーム、補強ロッド	4
5	端部固定用フレーム	2	10	プレート、締付ボルト	2, 5

本研究ではFig. 1に示しているような緊張装置を開発し、Fig. 2に示しているようなT形断面のスターラップ有りとしのタイプA、タイプBを用い、AFSにプレストレスを与え、構造物のウェブ部に含浸接着剤で貼り付け、接着剤が硬化してから、中央一点载荷の静的実験を行った。

3. 解析概要

本研究ではシートによる三つの破壊パターンを検討した。

3-1. 曲げ補強効果と耐力

プレストレスコンクリート部材の設計を準用し、シートはその断面の重心を用いて、引張緊張材として算定した。

曲げ破壊パターンは以下の二つと考えられる。

(1) シートの破断による曲げ破壊。

$$\epsilon_{fe} = \frac{P}{A_f E_f} + \frac{1-k}{k} \epsilon_{cu} + \epsilon_{cp} \geq \epsilon_{fb} \quad \text{---- (1)} \quad \text{ここで、} \epsilon_{fb} : \text{シートの破断伸び度；} \epsilon_{fe} : \text{シートの最下端のひずみ；}$$

(2) コンクリートの圧壊

$$\epsilon_{fe} < \epsilon_{fb} \quad \text{---- (2)}$$

3-2. せん断補強効果と耐力

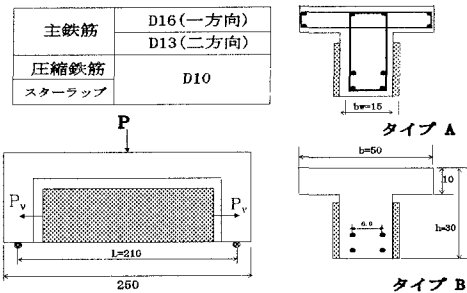


Fig. 2 供試体形状図 (cm)

P_v : プレストレス力； A_f , h_f , t_f : シートの断面積、幅及び厚さ； ϵ_{cp} : プレストレスによるコンクリートのひずみ；
 kd : 上端から中立軸までの距離。

最大せん断耐力は鉄筋が降伏し、シートの破断が起きていると考え、スターラップ及びシートが受け持つせん断力は次の算定式を用いた。

$$V_{sf} = V_{cd} + (A_{sw}\sigma_{sy} + t_f \cdot s \cdot \gamma \cdot \sigma_{fb} \frac{h_f}{h_{sw}}) \cdot \frac{z}{s \cdot \tan(\alpha_n)} \quad \text{----- (3)}$$

3-3. シート剥離時せん断耐力

$$\frac{\sigma_f}{n_f} < \sigma_{sy} \text{ 時: } V = \frac{\tau_{ca} \cdot \cos(\alpha_n) \cdot z}{s \cdot \tan(\alpha_n)} \cdot \left(\frac{A_w \cdot h_{sw}}{t_f \cdot n_f} + s \cdot h_f \right) + V_{cd} \quad \text{----- (4)}$$

$$\frac{\sigma_f}{n_f} \geq \sigma_{sy} \text{ 時: } V = \frac{A_{sw} \cdot \sigma_{sy} \cdot z}{s \cdot \tan(\alpha_n)} + \frac{\tau_{ca} \cdot \cos(\alpha_n) \cdot h_f \cdot z}{\tan(\alpha_n)} + V_{cd} \quad \text{----- (5)}$$

ここで A_{sw} , h_{sw} , s : それぞれスターラップの断面積, 高さ, 間隔; γ : シートの接着による低減係数; n_f : $\frac{E_f}{E_s} f_f$: 軸方向シートのせん断応力度; α_n : 斜めひび割れ角度²⁾; τ_{ca} : シートの付着応力, コンクリートのせん断強度と考えた。

Table 1 The Results (単位:tf)

NO.	シート	スターラップ	計 算 値		実験値	耐力	破壊
			せん断 耐力	曲げ 耐力	シートの剥 離荷重	破壊 荷重	増加 形式
A10	無	有	32.0	11.4	—	12.5	— B.M
A11	有	有	40.5	21.9	42.5	15.5	24.0% B.M*
A20	無	有	34.4	14.6	—	18.7	— B.M
A21	有	有	66.9	18.3	22.9	21.8	16.5% B.M
A22	補修					21.3	B.M
B20	無	無	10.1	13.3	—	12.7	— S.M
B21	有	無	41.4	18.1	15.8	17.3	36.2% P.S.M
B22	補修					17.1	S.M

4. 実験結果

理論値と実験値の結果は Table 1 に示す。

(1) 計算値と実験値がほぼ対応していった。

(2) シートを緊張材に用いることによる最大耐力が 17%~37%上がったことが分かった。

(3) 破壊形式は、Fig. 3, 4 により分かるように、コンクリートの圧壊による曲げ破壊あるいは剥離によるせん断破壊を示した。

(4) 人工ひび割れ入れた桁の最大耐力は入れてない桁のとはほぼ同じ値が得られた。

(5) Fig. 5 の鉄筋のひずみの進行状況によるシートを緊張材に用いた補修効果が有効であることが分かった。

※B.M: 曲げ破壊, S.M: せん断破壊, P: 剥離による破壊 * 接着不良

5. まとめ

1. 本研究で用いた手法がシートによる補強の算定が有効であることが分かった。
2. 接着剤によりシートとコンクリートの間の付着問題が複雑であり、今回剥離により破壊の桁もあった、今後それに対する検討が更に必要であると考えられる。

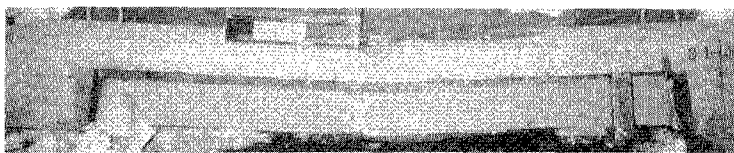


Fig. 3 タイプ A の曲げ破壊

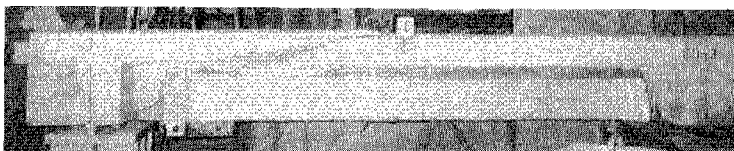


Fig. 4 タイプ B のせん断破壊

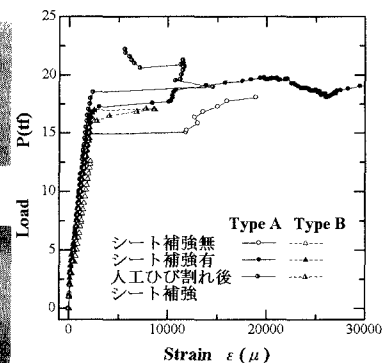


Fig. 5 引張鉄筋のひずみ曲線

【謝辞】

本研究を進めるにあたり、ショーボンド建設の江口和雄様、平成7年の卒論生浦川博臣君のご協力を得ました。ここで感謝の気持ちを申しあげます。

【参考文献】

- (1) コンクリート標準示方書[平成三年版] 設計編
- (2) ねじり荷重を受ける鉄筋コンクリート部材の耐力 佐伯, 高田, 藤田, 土木学会論文集 第390