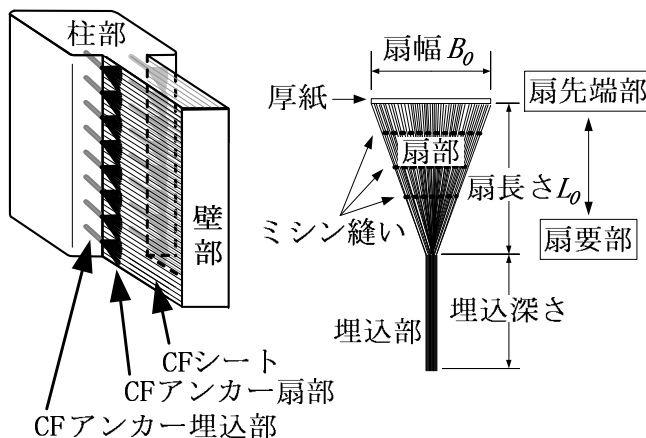


炭素繊維シート端部の定着耐力に関する一考察

秋田大学工学資源学部	学 生 員	○齋藤 智徳
秋田大学大学院	学 生 員	下田 良平
清水建設（株）技術研究所	正 員	池谷 純一
秋田大学	フェロー	川上 洵

1. はじめに

橋脚を炭素繊維シート（以下、CF シートと呼ぶ）を用いてせん断補強する際、通常ではシートを閉鎖型に巻き立てる。橋脚の形状が 2 柱 I 型断面のような場合は閉鎖型とするのが困難なため CF シート端部を CF アンカーによって定着する。CF アンカーとは、構成材料である炭素繊維ストランド（以下、CF ストランドと呼ぶ）を一方向に敷き並べ、CF ストランド間をミシン縫いし、ばらけないように加工したものである。CF アンカーの埋込み部および扇部を図-1 に示す。本研究は、CF アンカー扇部内に外力が加わったときに各 CF ストランドに作用する力を導く式について、トラス構造およびシャイベの理論を用いて提案するとともに、既往の研究¹⁾による理論と比較し、その適用性について検討する。



埋込部：柱部へ埋め込まれる部分
扇部：壁部に貼り付けられたCFシート表面へ貼り付けられる部分

図-1 CF アンカーの埋込み部および扇部

2. トラス理論による応力式

図-2 のように CF アンカー扇部を不静定トラス構造と考える。CF アンカー扇部内の任意の位置にある CF ストランドに作用する力は次式で表される。

$$N_k = \frac{\cos^2 \{(k-1) \cdot \beta\}}{2 \sum_{j=1}^J \cos^3 \left(\frac{j-1}{2} \cdot \beta \right) \times \left[\frac{1}{2} \{1 - (-1)^j\} \right] - 1} \cdot P$$

ここで角度 β は $\beta = \frac{2 \cdot \alpha}{(J-1)}$

ここで、CF アンカー扇部が J 本の CF ストランドで構成されるときの中中央から k 番目の部材に作用する引張力 N_k 、CF アンカー扇要部の位置に相当する節点に作用する引張力 P 、最も外側に位置する部材間の開き角 2α 、各部材間の角度 β （一定）、部材番号 k （中央から外側へ $k=1, 2, 3, \dots, n$ ）、トラスを構成している部材本数 J 、変数 j ($j=1, 2, 3, \dots, J$) とする。

各 CF ストランドに作用する力が求められたので、これらを鉛直成分に直し、すべて足し合わせると CF アンカー扇要部に作用する合力となる。

$$P = 2 \cdot \sum_{k=1}^n N_k \cdot \cos \theta_k - N_1 \quad \theta_k = (k-1) \cdot \beta$$

ここで、 k 番目の CF ストランドの x 軸からの角度 θ_k とする。

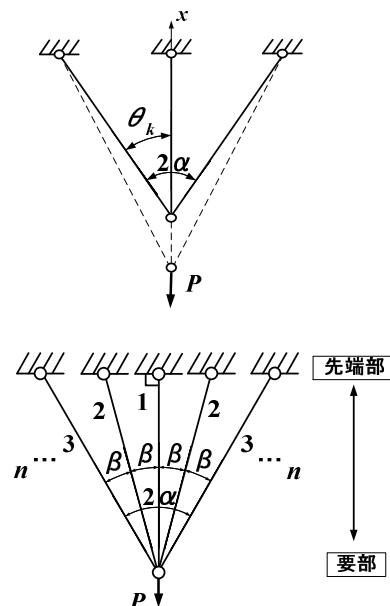


図-2 トラス理論

キーワード 炭素繊維シート、端部定着、CF アンカー、トラス理論、シャイベの理論

連絡先 〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 秋田大学 TEL 018-889-2367 E-mail s7506776@wm.akita-u.ac.jp

3. シャイベの理論による応力式

シャイベの理論は図-3 (a) のような扇形平板の要部に集中荷重が作用した時、平板内の任意の位置での半径方向直応力 σ_r を示すものである。各 CF ストランドが分担する力の範囲を図-3 (b) のように定め、各範囲に作用する応力 σ_r を求める。この応力 σ_r に図-3 (c) の斜線部の面積を乗じると力 N_k となる。CF アンカー扇部内の任意の位置にある CF ストランドに作用する力は次式で表される。

$$N_k = \frac{2P}{2\alpha + \sin 2\alpha} \cdot \cos \left\{ \frac{2\alpha}{J} (k-1) \right\} \cdot \frac{2\alpha}{J}$$

ここで、CF アンカー扇部が J 本の CF ストランドで構成されるときの中央から k 番目の CF ストランドに作用する引張力 N_k 、扇要部に作用する荷重 P 、扇要部の開き角 2α 、CF ストランド番号 k (中央から外側へ $k=1, 2, 3, \dots, n$)、CF ストランド本数 J とする。

CF アンカー扇要部に作用する合力は次式で表される。

$$P = 2 \cdot \sum_{k=1}^n N_k \cdot \cos \theta_k - N_1 \quad \theta_k = \frac{2\alpha}{J} (k-1)$$

ここで、 k 番目の CF ストランドの x 軸からの角度 θ_k とする。

4. 引張力の計算

いま、扇幅 $B_\theta=300\text{mm}$ 、扇長さ $L_\theta=350\text{mm}$ 、扇要部の角度 $2\alpha=46^\circ$ の CF アンカー扇部に引張力 $P=182.5\text{kN}$ が作用したとき、CF ストランド本数を変数として 1 本あたりに作用する引張力をトラス理論、シャイベの理論および池谷らによる理論¹⁾ を用いて求めた。池谷らは、どの CF ストランドにも同じ引張力が作用すると仮定しているが、本研究で提案したトラス理論およびシャイベの理論による各応力式では各 CF ストランドに作用する引張力は異なるので平均をとり比較した。図-4 より各応力式による計算値はほぼ同じ結果となった。

5. まとめ

トラス理論およびシャイベの理論による各応力式は、池谷らによる提案式と同様の結果を得た。CF アンカー扇要部に引張力を作用させると、CF アンカーは CF シートから剥離して破壊に至るということが池谷らの実験からわかっている。トラス理論およびシャイベの理論による各応力式は、この剥離した範囲に適用できる。

参考文献

- 1) 池谷純一、塚越英夫：炭素繊維シートと CF アンカーを用いた耐震補強工法における CF アンカー扇部の接着耐力，構造工学論文集，Vol.54A，pp.353-359，2008.3

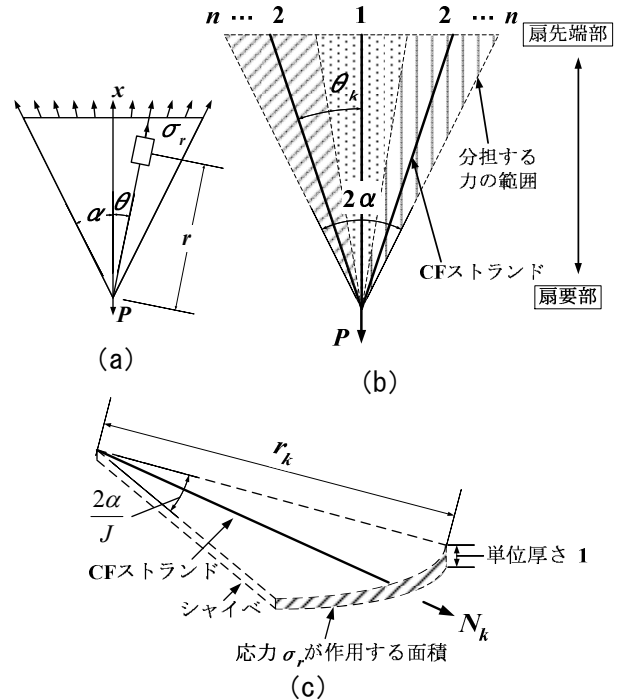


図-3 シャイベの理論

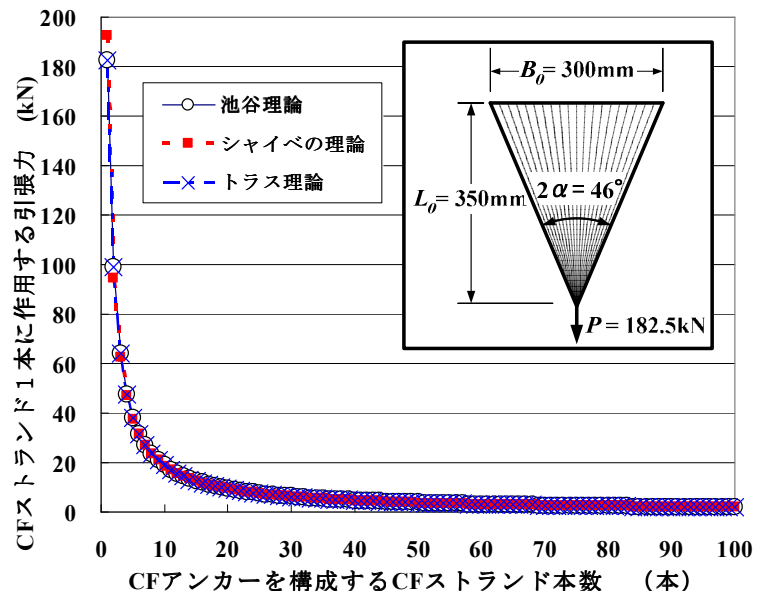


図-4 CF ストランド 1 本に作用する引張力