

大阪市立大学 大学院 学生員 麓 隆行
 大阪市立大学 工学部 正会員 眞嶋 光保

1. はじめに

近年、コンクリート補強材として実構造物への適用が進められている連続繊維棒材は、その特徴からPC構造物への利用が有利とされている。PC構造物では、連続繊維棒材を緊張材として用いる場合、従来の方法とは異なる配慮をした定着方法を必要とする。そこで本研究は、充填方式による定着体内の応力分布から付着分布を求め、合理的な定着体の設計法に関する基礎資料を得ることを目的とした。

2. 実験概要

本研究における実験計画を表-1に示す。本研究に用いた定着体は、連続繊維棒材の定着具に鉄パイプを使用し、鉄パイプと連続繊維棒材との間に充填材を充填したものである（図-1）。測定は、鉄パイプ外面の歪み、連続繊維棒材表面の歪み、緊張力導入端部の抜け出し変位および自由端部の引き抜け変位について行った。また、本研究の連続繊維棒材の緊張方法は、漸増繰返し载荷とし、連続繊維棒材の破断あるいは連続繊維棒材の定着体からの引き抜け等により、緊張力を保持できなくなった時点で終了とした。なお、定着体によるコンクリートへの定着は、定着体の反力作用位置により緊張力導入端側での定着（前定着）および自由端側での定着（後定着）があるが、今回は解析の容易さから後定着のみ取り扱うこととした。

表-1 実験計画表

要因	水準	備考
定着長	20・30・40cm	定着径は19.4mmを基準
定着径	19.4・25.0・32.9mm	定着長は30cmを基準
膨張圧	膨張材・樹脂	定着機構（摩擦・接着）での比較
繊維形状	ロッド状アラミド・組み紐状アラミド・より線状炭素	表面抵抗の違いによる比較
定着位置	後定着	

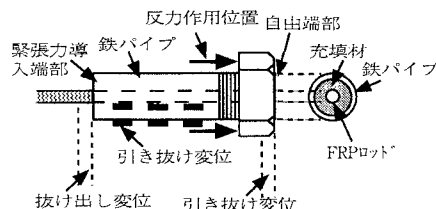


図-1 供試体形状および測定箇所

3. 測定値の処理方法

測定値（歪み）から各緊張力時における各測点の引張応力、さらに引張力を算定し、引張力分布を近似より求め、右に示す理論式¹⁾に基づいて付着応力分布を求める。したがって、引張力分布に適切な回帰曲線をあてはめる必要が生じる。図-2に膨張材で定着したより線状炭素繊維を用いた供試体の連続繊維棒材にかかる引張力の測定結果を例として示す。

①・②・③・④は測点であり、測点間における直線の傾きは、測点間の引張力勾配を表している。①-②区間をみると、はじめは徐々に急になっていた引張勾配が、緊張力2.5tfを境に再び緩やかになる様子が分かる。これは、2.5tf付近の緊張力で①-②区間の連続繊維棒材と充填材との間ですべりが発生したことを示している²⁾。同様の現象が、②-③区間において5tfを境に起こっており、このことから、緊張力導入端部において付着応力がある限界に達するとすべりが発生し、そのすべりは緊張力の増加とともに自由端部へと伝達していくことが分かる。とこ

$$\text{理論式: } \frac{dP_{sx}}{dx} = -u \cdot \tau_x$$

P_{sx} : 連続繊維棒材の受ける力（引張力が正）
 u : 連続繊維棒材の周長
 τ_x : 位置 x における付着応力

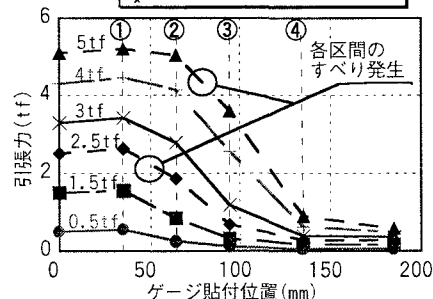


図-2 FRP ロッドの引張力分布の推移
 （より線状・膨張材・FRP・定着長400mm）

キーワード：連続繊維補強材、定着、充填材、付着応力分布

連絡先：〒558 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学工学部土木工学科 Tel & Fax (06) 605-2728

ろで、引張力分布の回帰曲線は、理論的に指数関数として求められる³⁾。
ところが、この理論では、すべりがある場合を充分に取り込めない可能性があり、本研究のような場合には当てはまらないことが考えられる。そこで、本研究では先の状態を考慮し、付着特性を容易に知るためにすべりあまり発生していない荷重時に関して、引張力分布を2次関数で回帰することにした。

4. 測定結果

組紐状アラミド繊維を用いた供試体に関する図を例として以下に示す。

図-4 から図-6 においては、横軸を各定着長(L)で自由端部からの位置(X)を割ることにより正規化している。図-3 は、定着長を変化させた付着応力分布を示している。定着長が長いほど付着応力が大きくなるが、ある定着長で付着応力が限界に達することが分かる。図-4 は、定着径を変化させた付着応力分布を示している。定着径が大きいと付着応力が小さくなることが分かる。図-5 は、充填材を変化させた付着応力分布を示している。膨張材(摩擦付着)は、樹脂(接着付着)とは異なり、自発的な膨張による摩擦力を持ち、その結果として樹脂に比べ、付着応力が大きくなることが分かる。図-6 は、繊維形状を変化させた付着応力分布を示している。より線状は、ほかの2種類に比べて付着応力が4/3程度大きく、3種類の表面形状の中では、付着応力がより大きくなることが分かる。図-7 は、定着長400mmにおける組紐状アラミドを用いた場合の緊張荷重載荷時における緊張力負担率を示している。それぞれ、実線は3tf、点線は8.5tfの緊張荷重を示し、2本の線より下が連続繊維棒材の負担、上が鉄パイプの負担および2本の線で囲まれた部分が膨張材の負担の大きさを示す。緊張力が増加すると、すべりの発生に伴い連続繊維棒材の負担が大きくなり、自由端部方向に負担部分が伝達していくことが分かる。

5. 結論

- (1) 本実験で用いた各パラメータで明確な変化がみられ、付着応力関数を解明した上でこれらを法則化すれば、より合理的な定着体の設計が可能になる。
- (2) 付着特性は、いくつかの点を除いて2次関数の適用により、その傾きをとらえることが可能である。
- (3) 緊張力負担率の変化から、定着体内部で緊張力が伝達される様子が分かる。

【参考文献】

- 1) 岡田 清：鉄筋コンクリート工学、朝倉書店、pp141～pp143、1972
- 2) 高木宣章ほか：連続繊維棒材を用いたはりの付着性状、平成7年度関西支部年次学術講演概要/V-15、1995
- 3) 真嶋光保、幸左賢二、大野定俊：繊維補強セメント/コンクリート複合材料、技報堂出版、1994.5

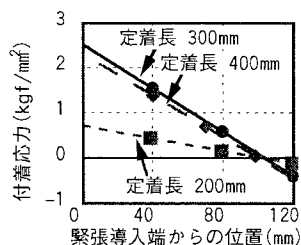


図-3 付着応力分布(定着長)
(組紐状・膨張材・FRP・2tf)

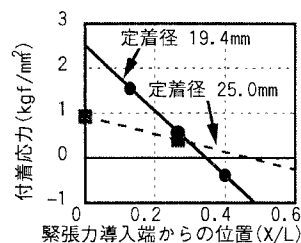


図-4 付着応力分布(定着径比較)
(組紐状・膨張材・FRP・2tf)

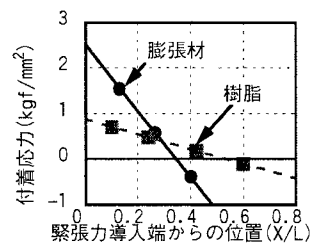


図-5 付着応力分布(充填材比較)
(組紐状・FRP・2tf・
径19.4mm・長400mm)

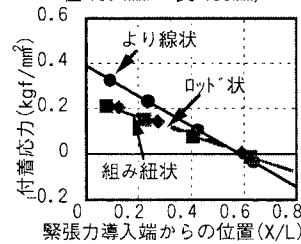


図-6 付着応力分布(繊維比較)
(樹脂・FRP・1tf)

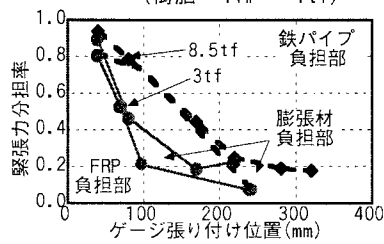


図-7 緊張力分担状況
(組紐状・長400mm・径19.4mm)