

V-449

定着用膨張材を用いたFRP緊張材の必要定着長に関する一考察

ショーボンド建設（株）	正会員	曳村俊貴
長崎大学工学部	正会員	原田哲夫
鹿児島大学工学部	正会員	ミヨーキン
（株）富士ピー・エス	正会員	徳光 卓

1. はじめに

定着用膨張材を用いてFRP緊張材を定着する方法を現場施工に適用するには、2通りの緊張定着法が考えられる。一つは、鋼管にFRP緊張材を通した鋼管との隙間に定着用膨張材を充填し、硬化・膨張して緊張材と一体になった鋼管自体を緊張し、ナットで定着する方法である。もう一つは、スリーブに通したFRP緊張材を緊張した状態で定着用膨張材を充填し、定着する方法である。それぞれ便宜的に（Ⅰ）法、（Ⅱ）法と呼ぶ。例えばノンメタル定着具を用いる場合には、ナット定着が困難であることや、（Ⅱ）法では長期載荷実験での緊張力の低下が3%以下とわずかであることなどの理由から、（Ⅱ）法の適用を考えている。しかしながら、設計上、定着に必要なスリーブ長はいくらにとればよいかが問題となる。

本論では、（Ⅰ）法、（Ⅱ）法それぞれの定着機構を考察しながら、必要定着長の合理的な求め方についての検討を行った。

2. 実験概要

（Ⅱ）法による定着機構を解明するために、図-1に示すような装置を用い、以下の手順で実験を行った。

①定着具A、Bに定着用膨張材（W/B=27%）を充填、膨張圧発現後定着具Bを緊張し、仮固定する。

②定着具Cに定着用膨張材を充填し、膨張圧発現後定着具Bを再緊張・除荷して定着に具Cに荷重を移し最終的に定着具Cで定着する。

③定着具Bを除去し、定着具A側から緊張することにより、引張試験を行う。スリーブ表面のひずみの挙動から定着効率、必要定着長を検討するために、スリーブには鋼管（外径φ40mm、内径φ24mm）を用い、ナット定着とした。図-2に示すようにナットの定着位置

により（1）口元ナット定着、（2）後部ナット定着の2通りあり、ノンメタリック定着体の場合には、前者に相当する定着方式となる。鋼管表面にひずみゲージを軸方向に2cm間隔に貼付し、定着時、緊張時のひずみ挙動を調べる。緊張材には、CFRPストランド（φ12.5）と組紐状AFRP（φ12.7）を用い、定着具C定着時の緊張荷重をそれぞれ12tf、10tfとした。（Ⅰ）法による定着機構を検討するための実験は、上記と同じ反力

フレームを用い、定着具A、Cに膨張材を充填後、所定の膨張圧が発生した段階で引張試験（定着具A側から緊張）を行い、上記と同様、鋼管表面のひずみ挙動を調べた。鋼管長は200および300mmとした。以後、CF-200（CFRPストランド、鋼管長200mm）のように略記する。

3. 実験結果および考察

図-3には、AF-300の場合の（Ⅱ）法における口元ナット定着時のスリーブ表面のひずみ分布を示す。この場合、プレテンション方式のプレストレス導入と同様に、定着体内部でひずみが一定となるまでに必要な伝達長 L_b が存在することがわかる。この伝達長に相当する部分が（Ⅱ）法における必要定着長と考えられる。

図-4は、CF-200、後部ナット定着の場合で、（Ⅰ）法、（Ⅱ）法それぞれにおいて引張試験を行った場

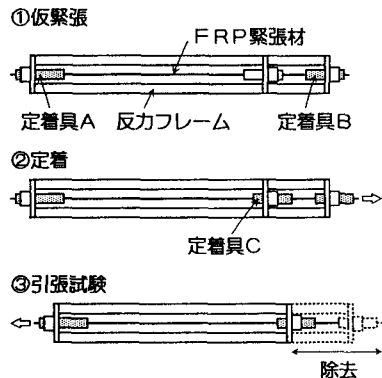


図-1 緊張定着方式

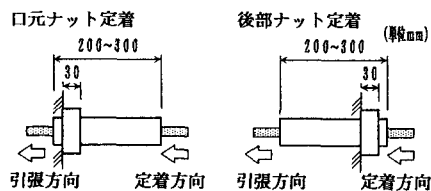


図-2 ナット定着位置の違い

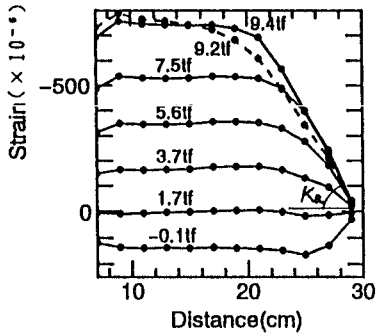


図-3 (II)法口元ナット
定着の場合の鋼管
ひずみ分布

合のスリーブ表面各点のひずみと緊張力の関係である。

(I)法では、緊張荷重が増加するにつれて、緊張端に近い位置からひずみは次第に直線部分からはずれ、いずれもピークひずみを示して次第に降下している。

これらの点では、緊張材と

の付着が弱まり、抜け始めた点とみなすことができる。このピーク時の荷重とそのゲージ位置の関係を図-5に示すが、勾配 K_b の直線となっている。(II)法では、初期緊張力に相当する荷重 T_0 までひずみの変動はなく、その後の挙動は緊張力 T 、分、(I)法のひずみをシフトした状態の挙動を示している。以上の実験結果に基づき、以下では定着機構についての考察を行いながら、必要定着長の求め方について述べる。

図-6には、(II)法により定着後に引張試験を行った時の緊張材張力分布の模式図を示した。定着具Cに緊張力を移すと張力は定着長 L_a 部分で後部から口元部に向かって漸増し、 L_b 部分では一定となる。 L_a 部分では、図-7(a)のようにポアソン効果で細くなった緊張材が元にもどろうとてくさびを形成し、その接触圧が増加膨張圧として作用して定着されることになる。図-3で、この伝達長区間のひずみはほぼ直線的に変化していることから、図-5には勾配 K_a の直線として示した。 L_a は、勾配 K_a の直線と T_0 の交点までの長さとなる。さて、 T_0 より大きな引張荷重 T_1 を加えると、口元部から T_1 にみあう定着長 L_1 が発生する。さらに荷重が増加すれば、定着長は口元部から後方へ伸びていく。(I)法では引張荷重が作用すれば、FRP緊張材のポアソン比が大きいことから、図-7(b)のように口元部から細くなって付着も弱まって抜け出しやすくなると考えられる。スリーブ長が短いとき、荷重 T_2 による定着長が L_b 以上となって、ポアソン効果によって細る影響が L_a 部分に及べば、FRP緊張材は一気に抜け出すものと思われる。逆に、FRP緊張材自体の破断荷重時で、 L_b より短ければ、FRP緊張材の破断で終局となる。初期緊張力 T_0 より大きな引張荷重に対する定着長 L_b は、勾配 K_b の直線を T_0 を原点とする位置にシフトして、緊張材の破断荷重との交点までの距離とみなせる。これより、(II)法で定着された状態で、さらに引張荷重を作用させた場合の必要定着長は、 $L = L_a + L_b$ で与えられるものと思われる。図-5は、AF-300の場合で、必要定着長 $L = L_a + L_b$ よりもスリーブ長が短かったために緊張材の抜け出しが起こった。CF-300では、逆に L がスリーブ長より短く、緊張材の破断で終局にいたったことを確認している。

4. まとめ

(II)法での定着長は L_a で、(I)法での定着長 L_b より短く定着効率がよい。また、(II)法で定着された状態で、さらに引張荷重を作用させた場合の必要定着長は、 $L = L_a + L_b$ で与えられることがわかった。

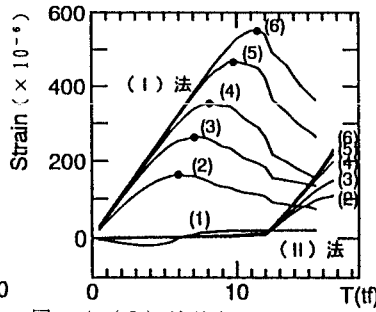


図-4 (I)法後部ナット定着
での引張試験における
鋼管ひずみ分布

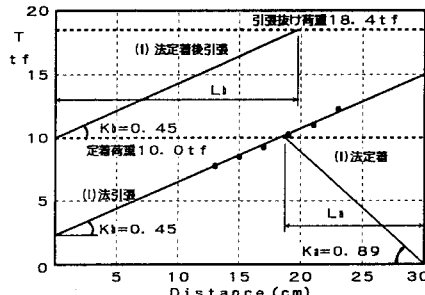


図-5 L_a および L_b の求め方

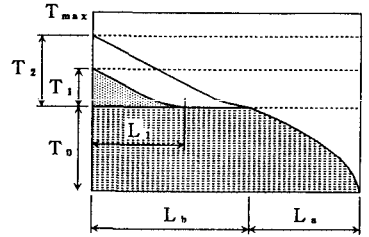


図-6 (II)法定着後の引張試験
時緊張材張力分布模式図

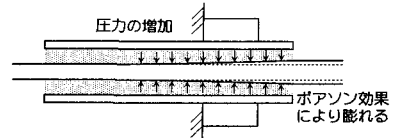


図-7(a) (II)法での定着時

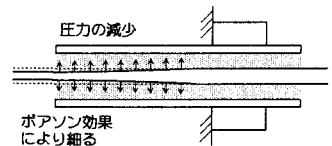


図-7(b) (I)法での引張時