

V-249 AFRP異形ロッドの定着機構について

住友建設（株）土木部 正会員 水谷 淳
 住友建設（株）土木部 正会員 則武 邦具
 住友建設（株）土木部 正会員 本間 秀世
 住友建設（株）技術研究所 正会員 浅井 洋

1. はじめに

プレストレストコンクリート用緊張材として腐食の心配がない高分子繊維素材が注目され、実用化に向けての研究が進められている。緊張材としてFRPを用いる場合、定着方法の開発が大きな課題である。ここでは、AFRP異形ロッドの形状及び定着装置を開発するために引抜き試験を行い、定着機構の解明を行った。

2. 実験概要

(1)実験方法：無収縮モルタル中に異形AFRPロッドを埋め込み、ロッドの一方より引張り荷重を与える。引張り荷重はアムスラー試験機により50kgづつ増加させていき、その時のロッドの変位量（荷重端、自由端）及びモルタル中のロッドのひずみを計測した。（図-1参照）

(2)緊張材：緊張材は $\phi 6$ mmのストレートロッドの周囲にアラミド繊維を螺旋状に巻きつけ（ワインディング繊維）樹脂固定したものである。（図-2参照）緊張材の物性値を表-1に示す。

3. 実験結果

モルタル中のロッドのひずみ量の変化は図-3に示すようである。供試体は3.8t~4.0tの荷重で、ワインディング繊維を中に残した状態で滑りだした。ロッドのひずみ量より、計測位置でのロッドの張力が計算できる。

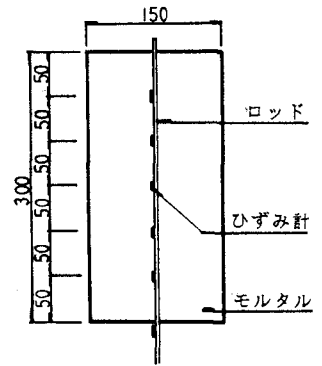
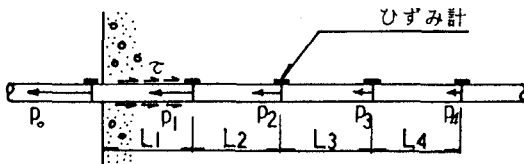


図-1 供試体



張力の差 ($P_i - P_{i-1}$) はその区間 (L_i) にロッドに作用する抵抗力であり即ち定着力である。図-4 は各区間定着力と荷重との関係を示したものである。

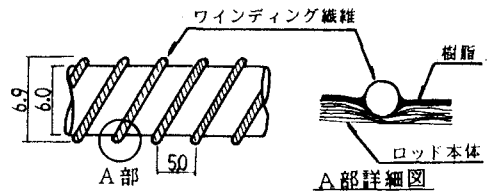


図-2 緊張材の詳細図

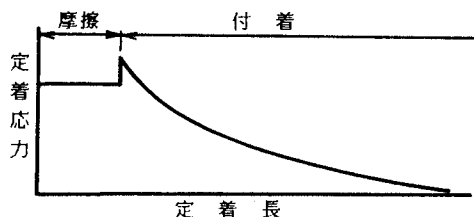
表-1 AFRP異形ロッド物性値

項 目	物 性 値
繊維名	テクノーラ
マトリックス樹脂	ビニールエステル
繊維体積混入率	66 %
公称径	6 mm
理論引張耐力	5780 Kg
弾性係数	5400 Kg/mm

図-3 モルタル中のロッドのひずみ量

4. 定着機構のモデル化

引抜き試験の結果よりAFRP異形ロッドの定着機構を次のようにモデル化した。



引張り荷重が大きくなるに従って定着力も増加するが、一定値（最大付着応力）以上は大きくならない。定着力は自由端に向かうにつれて指数関数的に減少する。最大付着応力が生じた段階で、モルタルとロッドとの付着が切れてロッドには摩擦力が作用する。試験結果より付着応力の分布形状は次のような関数で表される。

$$\tau_a = -0.08P \cdot \exp(-0.15x)$$

ここで、 P ；引張り荷重、 x ；荷重端からの距離

図-5は試験結果より求めた定着応力の分布とモデル化による解析値とを比較した一例である。

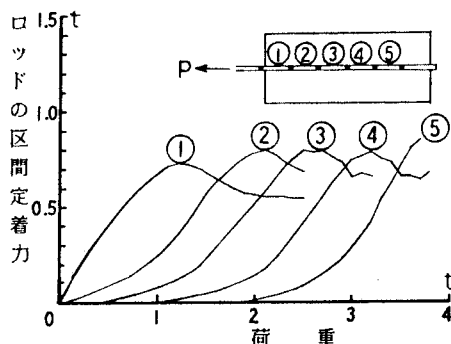


図-4 ロッドの区間定着力

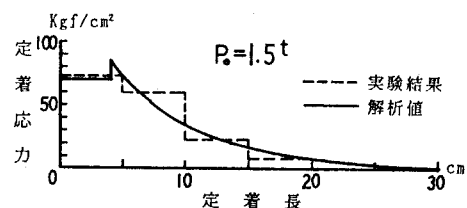


図-5 定着応力の試験結果と解析結果

5. 定着機構の数値解析

数値解析により、効果的なロッド形状の開発や定着装置の開発を行うためにFEMモデルによって試験結果の検証を行った。この種の問題を解く場合、異形ロッドとモルタルとの定着メカニズムを何によってどのように表現するかが問題となる。ここでは次の二通りの方法でおこなった。

①バネによるモデル化…主にミクロ的なロッド形状の問題にする場合。（図-6参照）

②スリップジョイントによるモデル化…主に全体的な付着を問題にする場合。

図-7はそれぞれのモデル化の方法によって計算した場合の解析結果と試験結果とを比較したものである。

6. まとめ

引抜き試験及び解析結果よりAFRP異形ロッドの定着機構が明らかになった。更に、FEMモデルによる数値解析においても試験結果を良くシミュレートすることができた。これによって、ロッド形状の開発及び定着装置の開発が解析的に可能になった。これらの結果を踏まえて、現在AFRPの実用化に向けての研究開発を行っている。試験に使用したAFRPロッドは、東京大学生産技術研究所（小林一輔教授）、帝人（株）と共同開発したものである。



図-6 バネによるモデル化

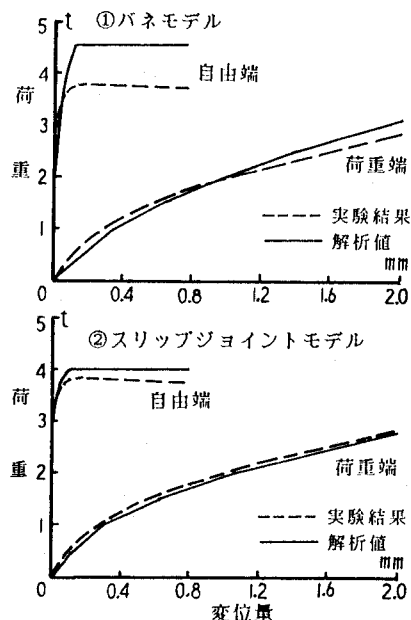


図-7 試験値と数値解析値の比較