

FRPロッドの純引張試験における定着方法について

九州大学工学部 学生員 上原康之

九州大学工学部 正会員 牧角龍憲

九州大学大学院 学生員 袴着正隆

九州大学工学部 正会員 鶴田浩章

1. はじめに

弾性状態のまま破断する連続繊維補強材においては作用応力の的確な把握が不可欠であるが、そのためには引張試験方法の早急な確立が必要である。その方法においては出来るだけ一般性の高い装置や器具が用いられることが望ましいが、連続繊維補強材の引張試験装置への定着は従来の鉄筋に比べて容易ではなく、特別なくさびあるいは定着用膨張材を用いる方法などその定着端処理には特別な器具や方法が用いられているのが現状である。

そこで、筆者らは鉄筋の引張試験はその取付けが簡便であることに着目し、そのメカニズムを連続繊維補強材の引張試験に応用することを試みている。ここでは連続繊維補強材の表面補強の可能性を検討対象として、熱収縮ゴムを端部に巻き付けて行った試験について報告する。

2. 定着方法の要点

連続繊維補強材を引張試験する際、定着方法において具備すべき要件として以下の4点が考えられる。

- ①出来るだけ均等な側圧：摩擦抵抗の維持、偏圧に対する断面変形の抑制、応力集中の緩和
- ②補強材表面の保護：断面内での均等な引張力分担、局所的な破断防止
- ③ねじれや絞り込みに対する追随：摩擦抵抗の維持、応力集中の緩和
- ④機械的抵抗の確保：側圧および摩擦抵抗の維持

3. くさび型チャックおよび熱収縮ゴムを用いた試験

3.1 試験方法

本試験では、偏心の除去を容易にし、かつ収縮するロッドに追随するような側圧を加えるために、定着端にはくさび型チャックを用い、また緩衝材にはチャックの刃からロッド表面を保護し、ロッドの凹凸に液圧的な側圧をかけることを目的として熱収縮ゴムを用いることとした。さらに、ロッドと熱収縮ゴムの摩擦を高め、ロッドの凹凸部を平滑化するためにエポキシ樹脂を塗布した。

本試験に用いたFRPロッドの繊維の種類、成形方法、及びメーカーの試験による力学的特性を表-1に示す。

試験は、つかみ部にくさび型チャックを用いて、圧縮摩擦によりロッドを固定し引張する方法をとった(図-1参照)。

表-1 連続繊維補強材の一覧
メーカー保証値 ()内は参考値

繊維種類	形状	径 (mm)	破断荷重 (kgf)	ヤング係数 (kgf/mm ²)	伸び (%)
炭素繊維	より線状	10.20	8000	11900	(1.3)

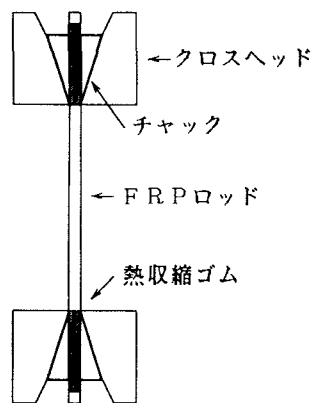


図-1 載荷装置

供試体作製の手順としては、エポキシ樹脂を塗布したロッドに、工業用ドライヤーを用いて熱収縮ゴムを密着させた後、乾燥炉（80℃）に3時間放置する方法をとった。

熱収縮ゴムの主な特性を表-2に示す。

表-2 熱収縮ゴムの特性

材質	収縮前	加熱収縮後		収縮特性		
	内径(mm)	内径(mm)	厚さ(mm)	収縮温度(℃)	収縮率(径)(%)	収縮率(軸)(%)
エチレンプロピレンゴム	15	7.5	1, 2	130	50	3~12

3.2 試験結果および考察

試験結果を表-3に示す。

表-3 引張試験結果

	ゴム厚(mm)	破断荷重(tf)
CASE 1	なし	2.81
CASE 2	1	5.15
CASE 3-1	2	5.92
CASE 3-2	2	5.60

CASE 1ではロッドを直接つかんだが、2.81tfでロッドとチャックに滑りが生じ、引き抜けた。その原因として、ロッドと金属の摩擦が低いことが従来から知られているが、加えてロッドの絞り込みによる断面の減少がロッドの滑りを助長したことが考えられる。

CASE 2では肉厚1mmの熱収縮ゴムで保護したことにより、CASE 1に比べてチャックの刃のかみこみが改善

されたため、摩擦力が増大し、5.15tfの破断荷重を示した。しかしながら、保証破断荷重は8.00tfであり、それには遠く及ばない結果となった。その理由として、破断地点がロッド中央部ではなくチャック先端部であることから、その部分における応力集中が予測できるが、応力集中の原因としては、①チャックの影響、つまりくさびの移動メカニズムやくさび先端部の形状によるロッドの損傷、②ロッドの絞り込みの影響、つまりつかみ部と試験部の断面積の相違やねじれによる境界部での応力の乱れ、などが考えられる。ただし、試験後定着部の熱収縮ゴムを除去してロッド表面を観察した結果、鋭利な傷の存在はなく、またチャックのかみこみによる表層部の繊維の破断も認められなかった。したがって、破断まで滑りを生じずに表面を保護する方法として熱収縮ゴムの使用は有効であると考えられる。

CASE 3では応力集中を生じる要因のうち上記①を緩和するために熱収縮ゴムの肉厚を2mmにして試験を行った。その結果として、破断荷重は5.92tf、5.60tfを示し、CASE 2の肉厚1mmの場合に比べて多少の増加が見られたが、応力集中の原因を完全に除去できたとは言えない。

以上、熱収縮ゴムによる応力集中緩和の結果6tf前後までの引張試験が可能となった。しかし、実際の状況下では上記①②の両者が複雑に作用して応力集中を引き起こしているので、今後の実験に際しては個々の要因を確実に除去し得る定着方法を考案していかなければならない。現在、①については、熱収縮ゴムの肉厚を変化させて、ロッドを保護し、かつ機械的抵抗を失わない最適な肉厚を見いだすこと、②については、チェーンによる吊り下げ、あるいは球坐の使用によりくさび型チャックの回転を自由にすることを検討中であり、それによる応力集中の改善については定着方法の確立を目指している。

謝辞：本研究に供した材料は、住友化学（株）、西日本電線（株）から提供していただきました。また、実験に際しては九州大学工学部古賀源象氏の協力を得ました。ここに記して謝意を表します。