

熱可塑性 CFRP 緊張材のくさび式定着具の開発

金沢工業大学 学生会員 ○吉越 大賀
金沢工業大学 正会員 田中 泰司

1. はじめに

熱可塑性 CFRP は通常の PC 鋼棒に比べて軽量であり、耐久性に優れるなどの利点があり、次世代の緊張材として期待されている。しかし、実用化のためには様々な問題点がある。その1つが定着具の腐食であり、従来の金属製の定着具では、熱可塑性 CFRP が持つ高い腐食性を十分に発揮させることができない。そこで本研究では、樹脂を用いた耐腐食性の高い定着具の設計製作と引張試験を行い、その結果をもとに定着具の改善を繰り返し行うことで、十分な定着力を有する定着具の開発を目指した。

2. 定着具の開発手順

図-1 に示したように、まず 3D CAD を用いて定着具の 3D モデルを作成した。次にそのモデルを 3D プリンターを用いて印刷した。熱可塑性 CFRP ロッドに定着具を装着し引張試験を行った。試験結果を評価、分析して改良を行った。試験に使用した熱可塑性 CFRP ロッドの最大引張荷重が約 100kN であることから、この値を目標として上記の手順を繰り返し、改善をはかった。最初に作成した定着具を第 1 世代、改善を行ったものを第 2 世代と改善を行うたびに、世代を分け区別することとする。

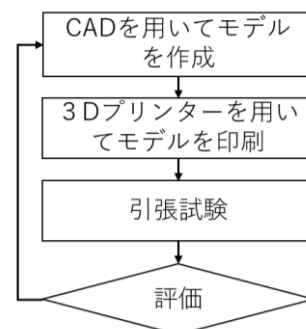


図-1 実験手順

3. 実験結果

3.1 第 1 世代

本研究では熱可塑性 CFRP の 7 本より線を対象としたが、第 1 世代では、その前段階としてくさび式定着具の基本的な性質を理解するため、熱可塑性 CFRP の単線を用いて実験を行った。また、第 1 世代ではウェッジの最適な分割数を判断することを目的とした。作成したモデルを図-2 に、引張試験結果を図-3 に示す。最大荷重の比較から分割数には大きな違いが無いことが分かったので、今後は作成がより容易な 2 分割のウェッジを用いることとした。



図-2 供試体 (ウェッジ 4 分割)

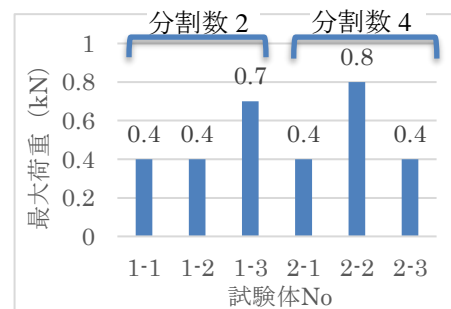


図-3 実験結果 (第 1 世代)

3.2 第 2 世代

第 2 世代から、7 本より線を用いて実験を行った。また、第 1 世代の試験結果の改善点として、ウェッジ-熱可塑性 CFRP 間の滑りを低減させるため、ウェッジ内部に凹凸をつけ、熱可塑性 CFRP に珪砂を付着させ摩擦力の向上を図った。第 2 世代の試験体の一覧を表-1 に示す。引張試験結果を図-4 に示す。珪砂を使用し凹凸を付けた試験体が最も最大荷重が大きかったため、これ以降は珪砂と凹凸のどちらも供試体に採用した。

表-1 試験体概要 (第 2 世代)

NO	珪砂	凹凸
1	○	○
2	○	×
3	×	○
4	×	×

3.3 第 3 世代

第 3 世代では、より摩擦を向上させるため定着具の縦方向の長さを 20 mm 延長し、珪砂を熱可塑性 CFRP に付着させるための接着剤をより強力なものに変更した。また、珪砂の径について、最適な大きさを確認するために第 2 世代で使用した、4 号珪砂に加えて 3 号、5 号珪砂での実験を行った。作成したモデルを図-5 に、試験結果を図-6 に示す。4 号珪砂を用いた供試体が最大荷重 23.5kN と最も大きかったため、

これ以降は4号珪砂を採用することとした。

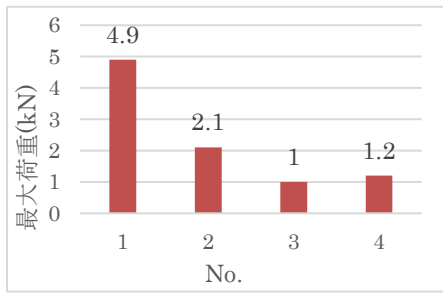


図-4 試験結果 (第2世代)

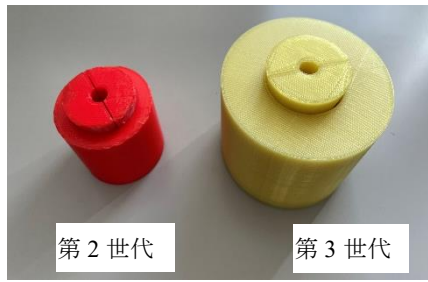


図-5 供試体 (第3世代)

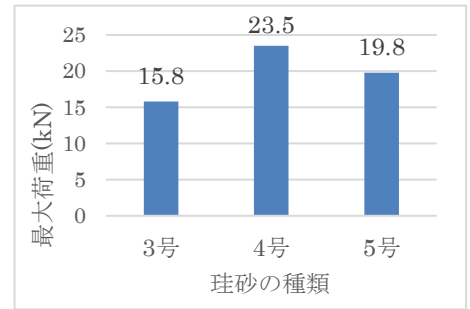


図-6 試験結果 (第3世代)

3.4 第4世代

第4世代では、第3世代の結果から1つの定着具のみで目標の100kNに到達するのは難しいと考え、図-7に示したように定着具を連結する方法を考案し実験を行った。図-8に試験結果を示す。最大荷重は44kNとなり、連結を行うことで定着力を大幅に増加できることが分かった。

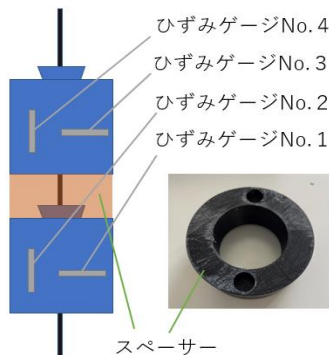


図-7 供試体概要 (第4世代)

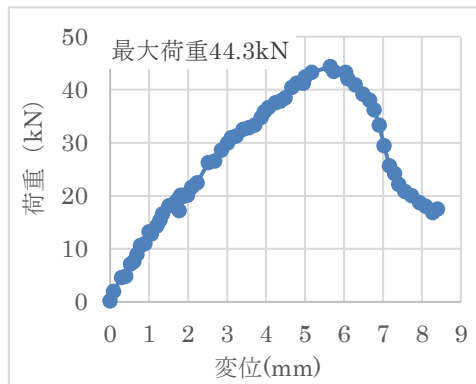
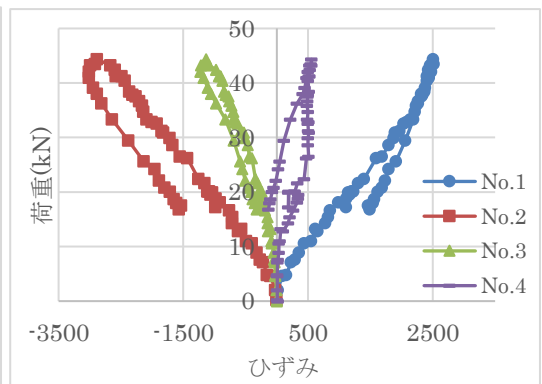


図-8 試験結果 (第4世代)



3.5 第5世代

第5世代では、第4世代の結果を受け、更に連結数を増やすことで最大荷重が増加すると考え、連結数を2から4に増やし実験を行った所、最大荷重は約73kNとなった。実験の様子を図-9に示す。

4. まとめ

各世代の最大荷重を比較したグラフを図-10に示す。第1世代から見て、世代を重ねるごとに大幅な改善はなされているが、目標である100kNには到達できていない。連結数に応じた最大荷重を図-11に示す。このグラフから近似曲線を算出し、100kNに到達するための連結数を求めた結果、6連結必要であることが分かった。しかし、連結数を増やすほど定着長が長くなるため、6連結は現実的ではない。この値はあくまでも参考ではあるが、単純に連結数を増やすだけでは100kNに到達することは難しく、定着長の単体の性能向上が求められる。



図-9 実験の様子 (第5世代)

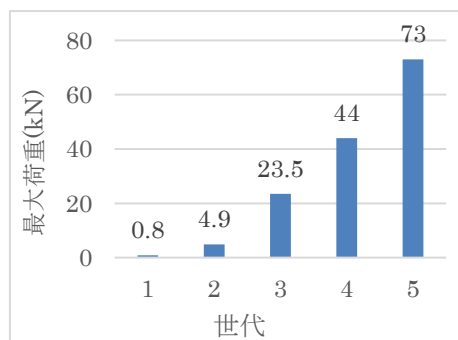


図-10 各世代の最大荷重

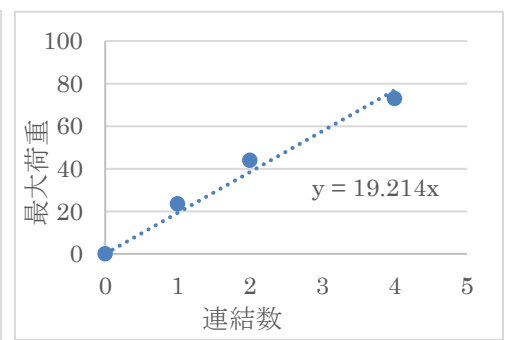


図-11 連結数に応じた最大荷重