

立命館大学大学院	学生員	○築山 彰	立命館大学理工学部	正会員	野阪 克義
大阪市立大学大学院	正会員	松村 政秀	明石工業高等専門学校	正会員	越智 内士
京都大学大学院	正会員	石川 敏之	三菱樹脂(株)	非会員	久部 修弘

1. はじめに

鋼桁のフランジなどを CFRP 板やシートなどを用いて補強する際、連結継ぎ手があるために連続した接着が不可能となる。その対策のひとつとして、連結板上に CFRP ロッドを通す補強方法が考えられる。この場合、CFRP ロッドをなんらかの方法で鋼桁に定着させる必要があるが、定着体の構造、強度が問題となる。特に、定着体として接着剤を用いる場合には、ロッドの引き抜けや、定着体が鋼桁からはく離する強度などが重要である。本研究は、ロッドを用いた補強工法に使用される定着体について、ロッドの引き抜け強度、定着部のはく離強度、およびはく離挙動について実験的に確認することを目的としている。

2. 実験概要

2. 1 実験装置

図-1 に実験装置を示す。実験は、CFRP ロッドを両端に定着体を取り付け、片方の定着体は床に固定し、もう片方の定着体はガイドレール上に設置し、アクチュエーターを用いて強制変位を与え、ロッドに引張力を導入した。ひずみゲージは定着体上部 5 箇所とロッドのアクチュエーター側と固定側、中央の上下左右に貼り付けた。ゲージの位置、番号、記号を図-1 に示す。ゲージの計測値を比較す

る際には、アクチュエーター側は **a**、固定側は **fix**、ロッド中央は **center** と表記する。

2. 2 供試体概要

ロッド，定着体は CFRP 製の物を使用し，ロッドの直径は 12mm とした．定着体断面は図-2 のようであり，接着剤を CFRP 板で覆う形状をしている．接着面からロッドの高さが 37mm と 49mm とする 2 種類を用いて，ロッドの高さの変化による影響を比較した．これらは接着剤層が 3mm であり，ロッドの高さが低いものを low3，高いものを high3 と表記する．また，実際に使用する時は定着体下側に CFRP 板が敷かれることを想定し，接着剤層が 13mm になる供試体 low13 を作製した．材料特性は表-1 に示す．

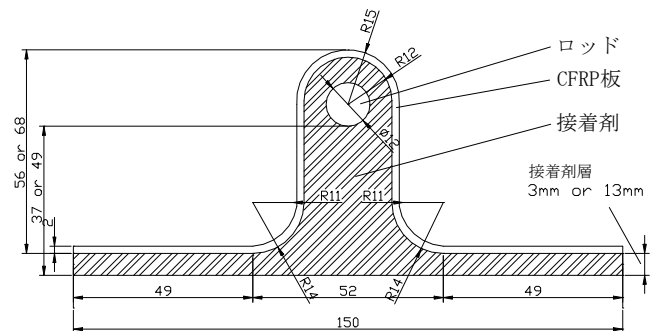
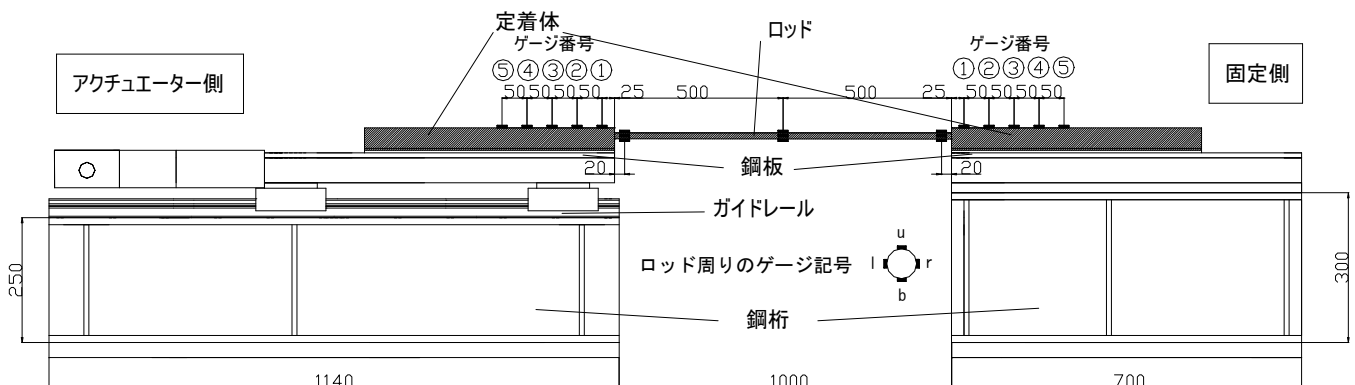


図-2 供試体断面図



図一1 実験装置概略図

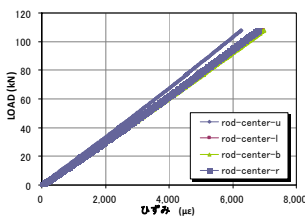
表－1 材料特性

	弾性率(N/mm ²)	強度(N/mm ²)	
ロッド	159400	引張強度	2431
定着体	156000	――	――
接着剤	3770	圧縮強度	55
		せん断強度	17

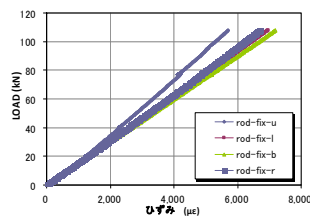
3. 実験結果および考察

low3 のロッド中央のひずみ、固定側のひずみを図－3、図－4 に示し、定着体のアクチュエーター側、固定側のひずみを図－5、図－6 に示す。ロッド引き抜け、またははく離が生じる最大耐荷力を表－2 に示す。

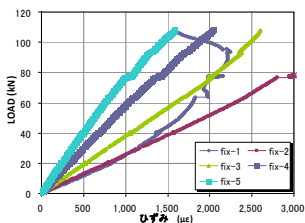
定着体のひずみでは非線形の挙動が見られた。ひずみがロッド付け根から順に非線形となり、ひずみ増加が小さくなっていくことがわかる。これはロッド周りの接着剤に亀裂が発生することや、接着界面のはく離がロッド付け根から発生したためであると考えられる。



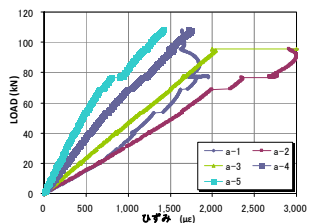
図－3 ロッド中央のひずみ



図－4 ロッド固定側のひずみ



図－5 固定側定着体のひずみ



図－6 アクチュエーター側定着体のひずみ

表－2 最大耐荷力

供試体	最大耐荷力(kN)
low3	107.9
high3	98.9
low13	103.9

実験では、ゲージ番号⑤のひずみ変化が小さくなった後にロッドの引き抜けが確認できた。また、载荷途中での接着剤層のひび割れを観察した結果、はじめにロッド付け根の接着界面、または接着剤に亀裂が生じていることが確認できた。また、引き抜け後に定着体の凸部分の下部からのせん断による亀裂が確認できたが、これは载荷中に確認す

ることができず、ロッド引き抜け後の衝撃によって亀裂が生じ、剥離した可能性も考えられる。

ロッドのひずみに関しては、low3 の供試体はロッドの長さ方向中央と固定側、アクチュエーター側ともロッド断面の上下左右の値がほぼ一致した。low13 と high3 に関してはロッド付け根部分のひずみに上下左右でばらつきがあり、左右でばらつきがあるものはロッドが変位方向に平行でなかった可能性が考えられる。また上下のひずみにばらつきがあるものはロッド中央が下向きに変形するような曲げが生じることが原因と考えられる。これらから、今回の3つの供試体の最大耐荷力の違いは、ロッドの固定高さに依存しているのではないかと考えられる。固定高さが低い方が曲げ変形を小さくすることができ、ロッド付け根の接着剤やロッドとの接着界面に与える影響を小さくすることができる。

定着体と鋼材との固定部分に関しては、すべての供試体において、平面部分は定着体との接着界面の剥離が確認されたことから、使用した接着剤は鋼材との接着力よりもCFRP との接着力の方が弱いと考えられる。



図－7 ロッド付け根の亀裂の様子



図－8 ロッド引き抜け後の様子

4. おわりに

本実験結果より、早い段階から定着体のひずみが非線形になり、CFRP ロッド周りのはく離などが生じていること、ロッドの固定高さが高いほどロッドの曲げ変形が生じ、引き抜けが早くなる可能性があること、などがわかった。