

# 補強鋼材の接着合成効果に関する実験的研究

構造研究室 岩山周平

## 1. はじめに

近年、腐食劣化した鋼橋が増加しており、橋梁としての機能を健全レベル相当まで回復させる補修・補強方法の確立が求められている。本研究では補修方法の回復効果を検討して、剛性、強度特性の異なる補強材料を鋼板に接着合成させ、その剛性向上効果及び強度特性について調べた。

表1に使用する補強材を示す。本研究では強度、弾性、係数、耐腐食性・耐塩害性に着目して、既存補修材の鋼板の他に、超高強度繊維コンクリート（ダクトアル）、炭素繊維材を用いた。

本稿では、鋼と補強材の接着合成挙動の基本性能を確認する目的で、無補強時と比べての剛性効果の確認と強度向上の確認を行う。

## 2. 試験体および試験方法

図1に引張試験体を示す。鋼材はJIS Z2201の1号試験片に準拠した。表2に使用する補強材のパラメータを示す。実橋で行われる補強材は、母板を介して補強板に応力が伝達するメカニズムである。よって、母板に作用した力が、接着剤を介し、補強材に伝達することを確認する必要がある。よって、試験体はつかみ部には補強板を設置していない。

図1より着目ゲージ位置は、鋼材側面および補強板表面とした。図2は各補強材パラメータであり、ダクトアル厚さを10mm, 20mm, 20mm(幅50mm)、鋼板厚さを2.3mm, 9mm, 16mm、炭素繊維厚さを高強度、高弾性共に1層、3層、6層とした。

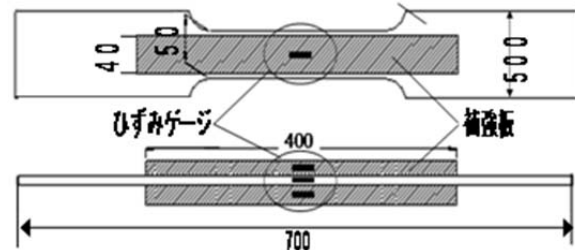


図1. 試験体ゲージ位置

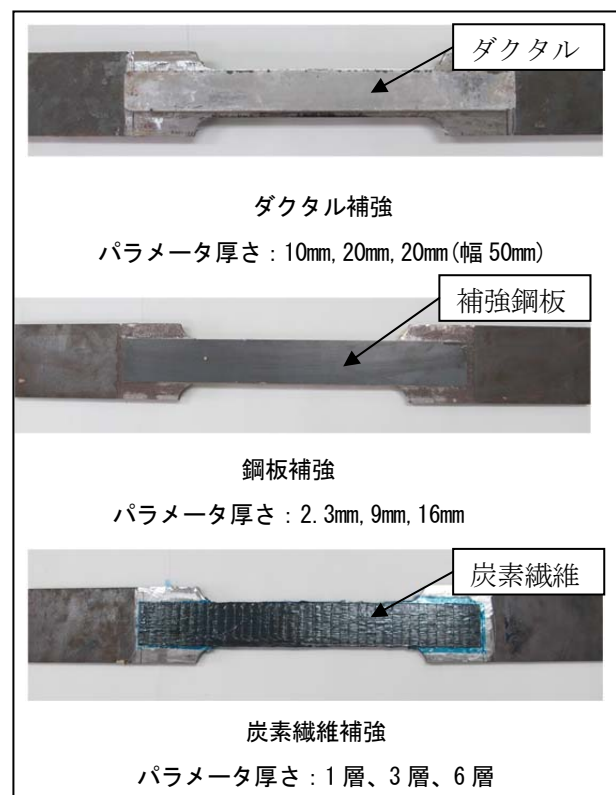


図2. 各補強板パラメータ

	密度( $g/mm^3$ )	ヤング係数( $N/mm^2$ )	引張強度( $N/mm^2$ )
鋼板(SM490)	7.85	$2.0 \times 10^5$	490
ダクトアル	2.55	$5.4 \times 10^4$	8.8
高強度炭素繊維	$300(g/m^2)$	$2.45 \times 10^5$	3400
高弾性炭素繊維	$300(g/m^2)$	$6.4 \times 10^5$	1900

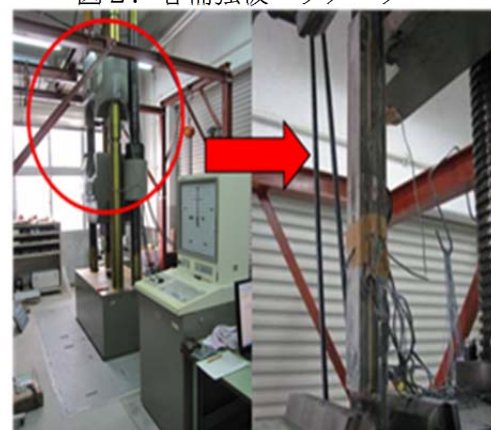


写真1. 引張試験

### 3. 実験結果

#### 3.1 ダクタル補強

図3に荷重-ひずみ曲線を示す。縦軸を荷重、横軸をひずみとした。また、比較として無補強試験体の結果も示す。図より、ダクタル合成鋼板の初期剛性の向上が確認できる。30kN近傍でダクタルに引張ひび割れの発生後は、無補強鋼板と同等な剛性となるが、初期剛性向上の分高い剛性を保持している。これは、ダクタルに含まれる鋼繊維のひびわれ抵抗特性の為である。また最大荷重は無補強鋼板より増加する。

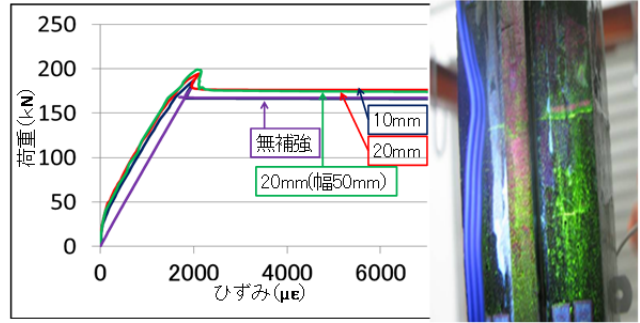


図3. 荷重—ひずみ関係及び破壊状況  
(ダクタル補強)

#### 3.2 薄鋼板補強

図4に荷重-ひずみ曲線を示す。補強鋼材9mm、16mm共に剛性効果が高いが、完全剥離が起きる。この現象は板厚が大きい程早期に発生する。

板厚2.3mm薄鋼板補強は剛性効果も高く、無補強時の最大荷重を大幅に越えても、接着合成が保持される。

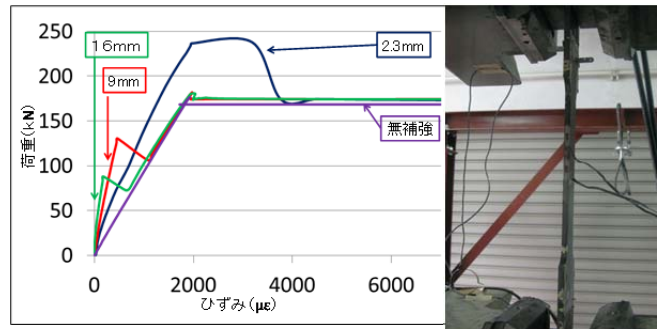


図4. 荷重—ひずみ関係及び破壊状況  
(鋼板補強)

#### 3.3 高強度炭素繊維補強

高強度炭素繊維では鋼板補強と同様に接着剤が剥がれる結果となった。しかし各層で無補強時の最大荷重を大幅に越えても、接着合成が保持されており、1層及び3層では同等の強度が見られ、6層ではより大きい強度が見られる。

#### 3.4 高弾性炭素繊維補強

高強度に比べ引張強度が低い為、補強材にひび割れが発生する。ひび割れ発生後も母材とは剥離が生じない為、剛性の保持、および強度の向上が見られる。

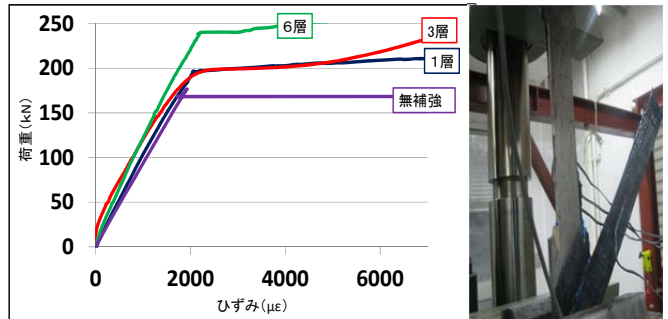


図5. 荷重—ひずみ関係及び破壊状況  
(高強度炭素繊維補強)

### 4. まとめ

各補強材の各パラメータの合成向上効果、強度特性および破壊状況の確認の為の実験結果より、以下の事が得られた。ダクタル補強と高弾性炭素繊維補強はひび割れ発生後も剛性を保持する事。薄鋼板補強は剛性効果が強いが板厚が大きい程、早期に完全剥離が生じる。高強度炭素繊維補強では剛性効果を保ちつつ無補強時の最大荷重を大幅に越えても、接着合成が保持される。

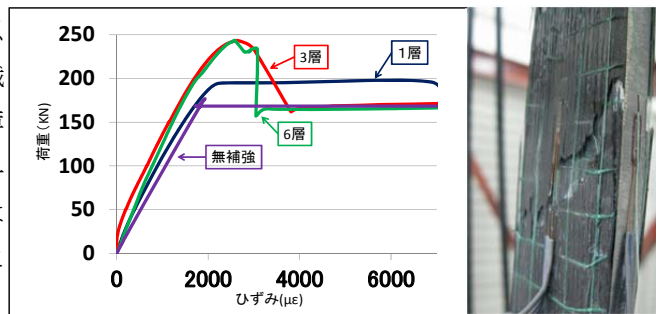


図6. 荷重—ひずみ関係及び破壊状況  
(高弾性炭素繊維補強)