

繊維シート材料を用いた接合部の補強に関する検討

電気化学工業(株) 正会員 高橋 順      電気化学工業(株) 正会員 ○藤間 誠司  
 北海道大学大学院 正会員 上田 多門      北海道大学大学院 正会員 古内 仁

1. 諸言

近年、社会基盤施設の維持補修が注目されているが、その健全度を保持するためには適切な補修・補強対策が必要と考えられる。主要な補強対策の一つに既設部に補強材を接着する接着工法があるが<sup>1)</sup>、既設部と補強体の接着面(付着面)での剥離による脆性的な破壊が課題となる。特に、補強の対象構造物が交通振動を主とする繰返し負荷が作用するような橋梁の場合、接着接合部について静的な特性や疲労特性を十分に評価して適用する必要がある<sup>2),3)</sup>。そこで、接着工法における接合部の挙動評価<sup>4),5)</sup>および接合部の補強<sup>6)</sup>を目的に検討を行った。本報告では、UFC パネルと鋼材との接着において、接着部に繊維シートを併用した場合の接合部の静的な特性評価を検討した結果について述べる。

2. 検討方法

2.1 評価方法：本検討では図1に示すような二重重ね合せ継手の引張試験により接合部の評価を行った。ここで、引張速度は1mm/min.とした。

2.2 接着接合部の構成：試験体は、図2に示す3種類の接着接合構成とし、接合部の構成は、Type A が鋼材と UFC の接着剤による接合(図2(a))、Type B が鋼材に対する UFC が無い繊維シートのみの付着による接合(図2(b))、Type C が鋼材と UFC パネルの接着層に繊維シートを用いた接合(図2(c))である。また、各タイプとも接着長さは120mm一定で行った。

2.3 試験体の構成材料：試験体の構成材料の仕様と特性を表1に示す。本検討では接着剤として最大伸び量30%のアクリル系接着剤を用い、Type A の場合だけ無機フィラー入りのものとした。

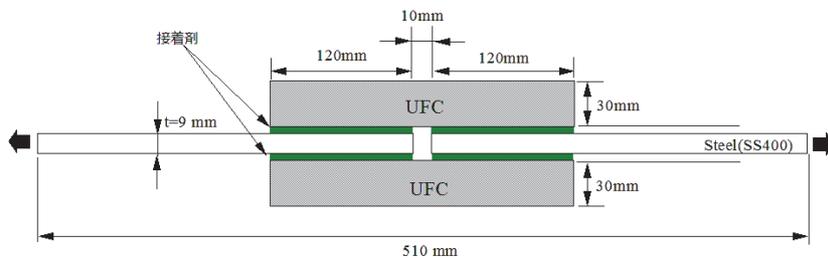


図1 二重重ね合せ継手の構成

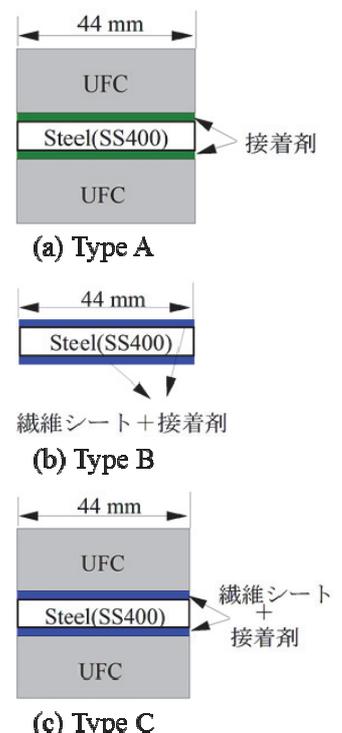


図2 接合部の構成(断面図)

表1 試験体の構成材料の仕様と特性

接合タイプ	接合部の構成	試験体	接着		鋼材	UFC		FRP				
			厚さ(mm)	長さ(mm)		厚さ(mm)	E(kN/mm <sup>2</sup> )	引張強度(N/mm <sup>2</sup> )	繊維の種類	目付量(g/m <sup>2</sup> )	設計厚さ(mm)	E(kN/mm <sup>2</sup> )
Type A	SS400/接着剤/UFC	A-1	2.0	120	9	46	11	-	-	-	-	-
Type B	SS400/(接着剤)/FRP	B-1	-			-	-	炭素繊維シート	300	0.167	235	568
		B-2				PET繊維シート	1,250	0.906	10	600		
Type C	SS400/(接着剤)/FRP/(接着剤)/UFC	C-1				46	11	炭素繊維シート	300	0.167	235	568
		C-2				PET繊維シート	1,250	0.906	10	600		

キーワード：接着接合, UFC パネル, アクリル系接着剤, せん断力, 凝集破壊, 接着厚さ, 接着長さ

連絡先：電気化学工業株式会社 インフラソリューション開発研究所 〒194-8560 町田市旭町 3-5-1

3. 検討結果

3.1 継手強度：図3に表1の各試験体の変位荷重の関係を示す。①繊維シートを併用した Type C の接着の場合、接着剤だけの Type A の場合より最大荷重が大きくなった。②繊維シートのみの付着の場合、接着剤だけの Type A とほとんど同じ最大強度になった。③Type C で炭素繊維シートを併用した場合は最大荷重が Type A より大きくなり、PET 繊維シートを併用した場合は最大変位が Type A より大きくなることがわかった。④繊維シートのみの付着による Type B よりも、繊維シートを併用して UFC パネルを接合した Type C の方が最大変位は大きくなった。

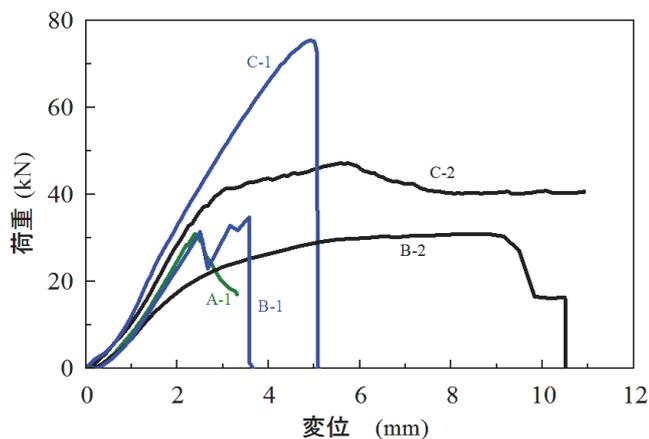


図3 引張試験における変位荷重関係

3.2 破壊形態の分類：図4に Type A における破壊の分類を示す。これをもとに表1の各試験体の破壊の様子を調べた。その結果、Type A, Type C では、①はじめに継手中央側の UFC 接着端部付近にき裂が発生した(図4(a)), ②UFC に発生したき裂の進展により UFC パネルの破断(図4(b)), あるいは UFC の接着面の破壊が起こり(図4(c)), 最終破壊に至った<sup>4)</sup>。Type-B は、①接着面での凝集破壊であった(図4(c)), ②B-1 は接着面の破壊が始まると、一気に最終破壊に至った, ③B-2 は継手中央の接着端部から少しずつ破壊が進展し、最終破壊に至った。

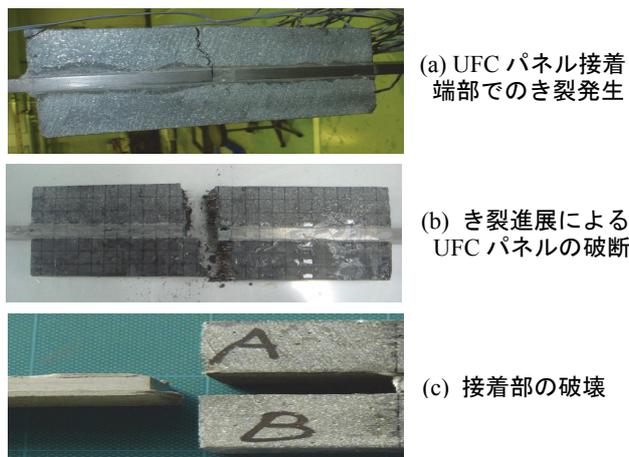


図4 Type A を例にした破壊の分類

3.3 破壊時の接着強度：表2に各継手の最大荷重と接合部材の強度、最大強度になったときに要求される接着剤の接着強度を示す。炭素繊維シートを併用した接着の場合(C-1), 要求接着強度が 7.2MPa と最も大きかった。

表2 継手強度と接合部材の強度

接合タイプ	試験体	試験結果	UFC	FRP	接着
		最大荷重 (kN)	引張耐力 (kN)	引張耐力 (kN)	要求接着強度 (N/mm <sup>2</sup> )
Type A	A-1	31.0	29	-	2.9
Type B	B-1	34.9	-	50.0	3.3
	B-2	31.0		52.8	2.9
Type C	C-1	75.5	29	50.0	7.2
	C-2	47.3		52.8	4.5

4. まとめ

接着工法による補強を対象として、UFC パネルと鋼材の接着に繊維シートを併用した場合の効果に

ついて検討した。その結果、接着剤だけの接合に比べ、繊維シート(炭素繊維,あるいは PET 繊維)を併用した場合は最大荷重が大きくなり、PET 繊維シートを併用した場合は最大変位が大きくなった。これより、繊維シートを併用すると接合部の補強効果が大きくなり、その効果は繊維シートにより異なることがわかった。

参考文献：1)コンクリート構造物の補強技術研究委員会報告書,(社)日本コンクリート工学協会,2003.7. 2)長谷川昌平,上田多門,古内仁,高橋順,藤間誠司:UFC パネルと鋼板の接着接合部の疲労評価に関する検討,土木学会第68回年次学術講演会,V-116,pp231-232,2013.9. 3)三木千壽,加納隆史,片桐誠,菅沼久忠:UFC パネル貼付による鋼床版の疲労補強,鋼構造論文集,Vol.15, No.58, pp.79-87, 2008.6. 4)高橋順,藤間誠司,上田多門,古内仁:UFC パネルによる補強での接着接合部の強度評価に関する検討,コンクリート工学年次論文集,Vol.35, No.2, pp505-510, 2013.7. 5)高橋順,藤間誠司,上田多門,古内仁:UFC パネルで補強する際の接着接合部の評価に関する検討,土木学会第68回年次学術講演会,V-115,pp.229-230,2013.9. 6)高橋順,藤間誠司,上田多門,古内仁:繊維シート材料を補強部材の接着に用いた接合強度の評価,第57回日本学術会議材料工学連合講演会,Vol.57, 305, pp,71-72, 2013.11.