

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

電気化学工業株式会社 正会員 高橋 順
北海道大学大学院 正会員 上田 多門

電気化学工業株式会社 正会員 ○藤間 誠司
北海道大学大学院 正会員 古内 仁

1. 諸言

社会基盤構造物の健全度を保持するためには適切な補強対策を効果的に行うことが必要と考えられる。そういった補強対策の中で既設部に補強材を付加する方法として、増厚工法、巻立て工法、接着工法などがあげられる¹⁾。これらの補強対策では既設部と補強材との接合部の挙動を十分に把握して補強効果を十分に発揮する設計を行う必要がある。ここで補強対策として接着工法に着目し、補強対象として橋梁を想定すると、接着接合部には静的な荷重負荷の他に交通振動を主とする繰返し負荷が作用するので、接着接合部の評価としては静的な特性と疲労特性が必要になる²⁾。本研究では、補強材として UFC パネルを用いた場合を想定し、UFC パネルと鋼材との接着による接合部の静的な特性評価を検討したもので、その結果を疲労特性の評価条件に活用することも目的とした。

2. 検討方法

2.1 考え方：本検討では接着長さや接着厚さなどの接合条件と接合強度の関係に着目して、特に接着剤の静的なせん断強度について考える。供用時の耐久性に関わる特性の考慮は別途行う³⁾。

2.2 評価方法：UFC パネルの接着接合性を UFC パネル接着面での凝集破壊としたせん断力で評価するために、図 1 のような鋼材と UFC パネルの接着による二重重ね合せ継手⁴⁾の構成により静的引張試験を行った。接着長さ L は 30, 50, 80, 120mm の 4 水準、接着厚さ t は 0.2, 2.0, 5.0mm の 3 水準とした。

2.3 接合材料：鋼材と UFC パネルの接着には無機フィラー入りのアクリル系接着剤を用いた。表 1 に本接着剤の接着強度を示す。表 1 より鋼材 (SPCC) の接着におけるせん断強度⁵⁾は UFC パネルの接着におけるせん断強度より大きいことから、図 1 の試験で接着接合部が破壊する場合は UFC パネル側の接着面が破壊することが予想される。また、接着剤の最大伸びは 30%であった。

3. 検討結果

3.1 接着接合部による荷重伝達の確認：継手長さ 120mm のときの鋼材と UFC パネルの接合部付近のひずみ分布を調べた結果を図 2 に示す。これより、接合部を介した荷重伝達が行われていること、接着厚さが 0.2～5.0mm の範囲では荷重伝達への接着厚さの影響はあまりみられないこと、がわかった。

表 1 鋼材及び UFC パネルでの接着強度

試験条件	-10℃	20℃	50℃
鋼材と鋼材の引張せん断強度 (N/mm ²)		9.5	—
UFC パネルと UFC パネルの圧縮せん断強度 (N/mm ²)	11.1	5.5	1.5

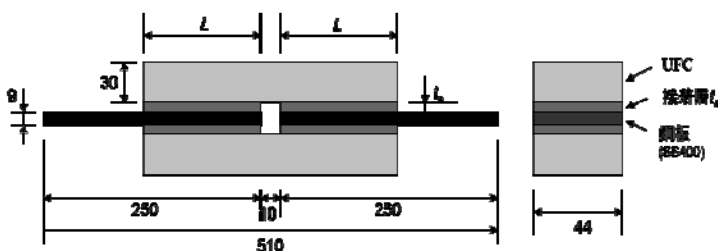


図 1 試験に用いた二重重ね合せ継手の構成

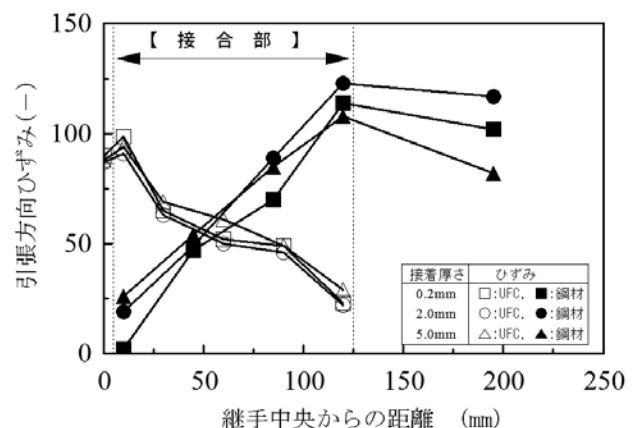
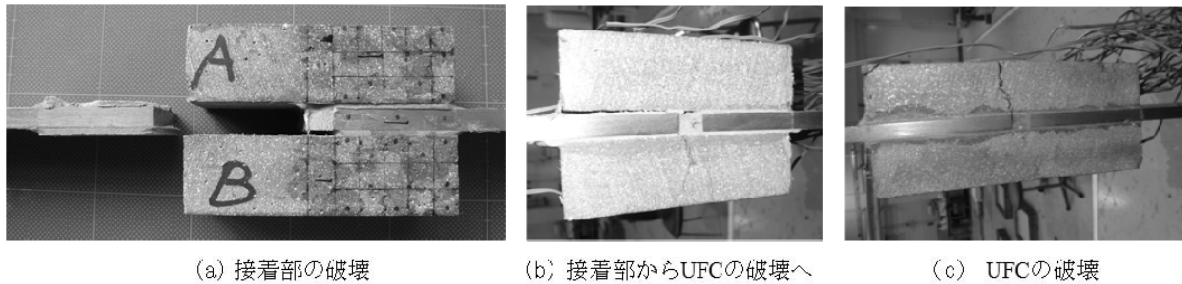


図 2 継手における鋼、UFC パネルのひずみ

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ノベーションセンター特混町田研究センター 〒194-8560 町田市旭町 3-5-1



(a) 接着部の破壊

(b) 接着部からUFCの破壊へ

(c) UFCの破壊

図3 継手の破壊状況

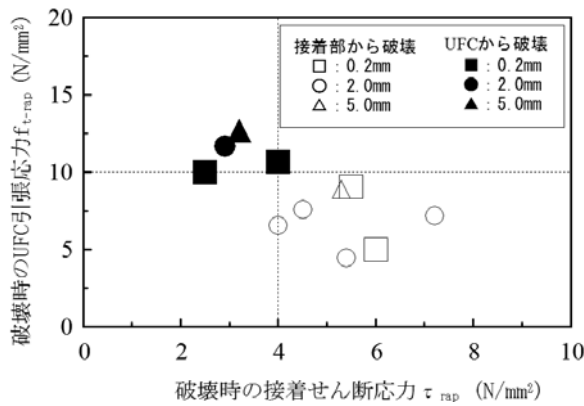


図4 破壊時の接着部応力と補強材引張応力

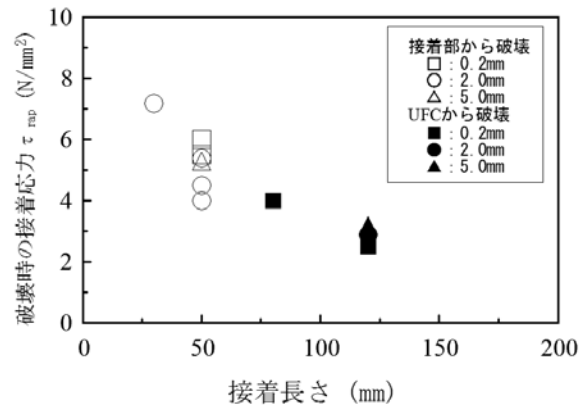


図5 接着長さと破壊時の接着部応力

3.2 継手強度と破壊の起点：図3に試験後の継手の破壊状況を示す。継手強度の破壊パターンは、接着部が破壊して継手強度に至る場合、接着端部の破壊とほぼ同時に UFC パネルの接合端部の破壊が起こる場合、UFC パネルの接合端部から破壊が始まり継手強度に至る場合、の3パターンであった。破壊の起点が接着剤の場合と UFC パネルの場合に分けて、それぞれの破壊時の応力を算出した結果を図4に示す。UFC パネルが破壊の起点となる場合は UFC の継手端部の引張応力 f_t が 10N/mm^2 を越える場合、また接着剤が破壊の起点となる場合は f_t が 10N/mm^2 を越えない範囲で接着剤端部の発生応力が接着強度を越える場合であることがわかる。このとき、接着剤のせん断強度は図4より $4\sim 7\text{N/mm}^2$ であるが、これは表1の UFC パネル同士の圧縮せん断強度の結果とほぼ同等の結果である。

3.3 接着長さと継手強度：継手強度が接着剤のせん断強度で決まる場合の継手長さと UFC パネルの引張強度で決まる場合の継手長さが等しくなるとき、その継手長さ L_B は UFC パネルの厚さ t_c と UFC パネルの引張強度 f_{UFC} 、接着剤のせん断強度 τ により次式で表される。

$$L_B = \frac{f_{UFC} \cdot t_c}{\tau} \quad (\text{式1})$$

図4、図5の結果より、 f_{UFC} の平均値は 11.3N/mm^2 、 τ の平均値は 5.4N/mm^2 なので、 $t_c=30\text{mm}$ の場合は $L_B=62.8\text{mm}$ と求まる。一方、図5は接着長さと継手破壊時の接着剤応力の関係を示したもので、これより L_B は 50mm から 80mm の間であることがわかり、式1の適用が妥当性であることがわかった。また、式1に表1の結果を当てはめると、環境温度が高いときは τ が小さいので L_B は大きくなり、環境温度が低いときは τ が大きいので L_B が小さくなることが推測できる。

4. 結言

UFC パネルと鋼の二重重ね合せ継手の実験により接着接合部の強度評価を行った結果、接合部評価は継手構成の影響を受けるので接着長さの設定が重要であることがわかり、また、その接着長さの算出方法を示した。

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) 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. 3) 高橋順，行澤義弘，成田昌弘，工藤伸司，石橋忠良：土中に5年間埋設した接着接合鋼管の曲げ耐荷特性に関する検討，鋼構造年次論文報告集，第12巻，467-474，2004. 11. 4) 高橋順，向永治郎：二重重ね合わせ継手の強度に及ぼす接着剤の影響，第10回計算力学講演会講演集，No. 97-7，pp. 169-170，1997. 5) (社)日本鋼構造協会：鋼構造物への接着接合の適用，JSSC-No. 26，1993.