

ポリウレア樹脂を用いた炭素繊維ストランドシートの付着特性

京都大学 学生会員 ○徳納新也
 北海道大学 正会員 佐藤靖彦
 日鉄コンポジット社 正会員 小林 朗
 日鉄コンポジット社 正会員 荒添正棋

1. はじめに

炭素繊維シート接着工法の施工品質の向上を目的に、あらかじめ炭素繊維ストランドに樹脂を含浸させ、硬化させた後に、シート状に成形した炭素繊維ストランドシートが開発された。また、既往の研究により、炭素繊維ストランドシートとコンクリートの間に、ポリウレア樹脂パテを挿入することで、部材の耐力が向上することがわかっている。しかしながら、ポリウレア樹脂は、温度の影響を受け弾性係数が変化する。そこで、本研究では、常温・低温環境下で、静的引張試験を行うことで、ポリウレア樹脂パテを用いた場合の付着耐力および付着特性の温度依存性について検討を行った。

2. 実験概要

実験供試体は、寸法 300mm×300mm×600mm のコンクリートブロックに、幅 100mm のストランドシートを、エポキシ樹脂接着剤を用いて、付着長が 500mm となるように貼り付けた(図 1 参照)。また、ポリウレア樹脂パテを用いる場合、コンクリート表面にプライマーを塗布した後、厚さが均等になるようパテを塗布し、その上から同様にストランドシートの貼り付けを行った。供試体は、コンクリートブロック四隅に設けた穴に挿入されたネジ付き鋼棒により、土台と固定された。シート上部に設置した鋼板を引張試験機に接続することで、シートに直接引張り荷重を加え、シート・コンクリート間に剥離を発生させた。

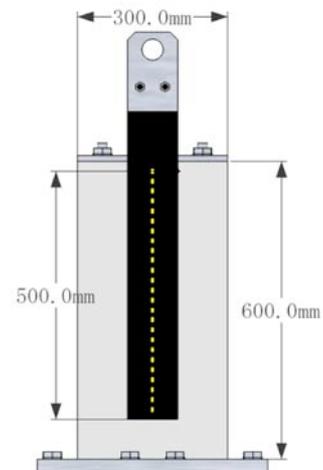


図 1 実験供試体

3. 実験結果と考察

実験結果を表 1 に示す。

3.1 付着耐力の比較

ポリウレア樹脂パテを用いていない場合、常温・低温に大きな違いはなく、付着耐力は、概ね 30kN であった。また、ポリウレア樹脂パテを用いた場合、付着耐力は大幅に増加し、2 倍～2.3 倍となった。SSU-N-S2(20℃)と SSU-L-S1・SSU-L-S1(-20℃)は、ほぼ同じ最大荷重であった。

表 1 実験結果

供試体	ポリウレア樹脂パテ	温度(℃)	付着耐力(kN)	破壊形式	
				上部	下部
SS-N-S1	無	20	30.7	コンクリート表層破壊	
SS-L-S1	無	-20	29.6	コンクリート表層破壊	
SS-L-S2	無	-20	33.0	コンクリート表層破壊	
SSU-N-S1	有	20	58.6	ポリウレア樹脂内部破壊	コンクリート内部破壊
SSU-N-S2*	有	20	70.0	(試験中止)	
SSU-L-S1*	有	-20	67.4	(試験中止)	
SSU-L-S2	有	-20	69.3	コンクリート表層破壊	

*SSU-N-S2、SSU-L-S1 の 2 体は、シートと鋼板間にすべりが生じ、実験を中止した供試体である。付着耐力はシートと鋼板間にすべりが生じた時点の荷重を表している。

3.2 有効付着長の比較

ひずみゲージより得られたひずみからひずみ分布を図 2 に示す。これにより、各供試体で荷重の分担領域であるキーワード：炭素繊維ストランドシート、緩衝材、ポリウレア樹脂、有効付着長、付着応力-すべり関係

る有効付着長に差があることがわかった。付着応力を算出し、各荷重における付着応力の最大値の3%以上の範囲を有効付着長と定義した。有効付着長と荷重との関係を図3に示す。ポリウレタ樹脂パテを用いていない場合、常温と低温で有効付着長に大きな差は見られず、また、荷重によらずほぼ一定となっている。しかし、ポリウレタ樹脂パテを用いた場合、有効付着長が荷重の増加とともに大幅に増加した。また、低温では常温に比べ有効付着長が明らかに短くなった。

3.3 付着応力-すべり関係の比較

シート上の各点のひずみを積分することにより、すべりを求め、付着応力-すべり関係を求めた(図4から6)。ポリウレタ樹脂パテを用いていない場合、ピーク前後において大きな違いは見られない。ポリウレタ樹脂パテを用いた場合、常温では最大付着応力点に達するすべりが大きく、軟化域の勾配が緩やかである一方、低温では、付着応力の最大値が劇的に増加している。

3.4 付着耐力の差異に関する検討

ポリウレタ樹脂パテを用いた場合の付着耐力は常温と低温でほぼ等しかったが、有効付着長と付着強度は両者で大きく異なっていた。すなわち、低温時にはポリウレタ樹脂の弾性係数が増加することにより有効付着長が短くなるが、付着強度が大きくなるために、結果的に常温の付着耐力と低温の付着耐力が等しかったものと考えられる。

4 まとめ

- ① シート・コンクリート間にポリウレタ樹脂パテを挿入することで、常温・低温時ともに付着耐力が大幅に増加した。特にポリウレタ樹脂パテを用いて常温で試験を行った供試体では、付着応力が小さいが、有効付着長が大幅に増加したため付着耐力が増加したと考えられる。
- ② ポリウレタ樹脂パテを用いた場合、常温と低温で、付着耐力がほぼ同じであった。低温時には、有効付着長が短くなるが、局部付着強度が大きくなるために、常温の耐力とほぼ同じ結果になったと考えられる。

謝辞：本研究における実験は、北海道大学修士2年 天羽健さんの多大な協力を得て行いました。ここに謝意を表します。

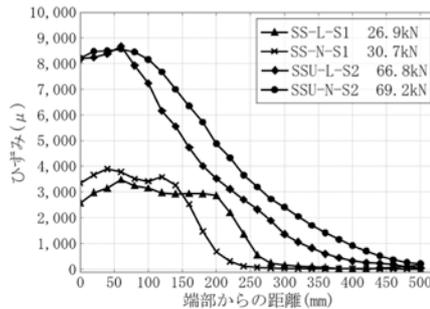


図2 ひずみ分布

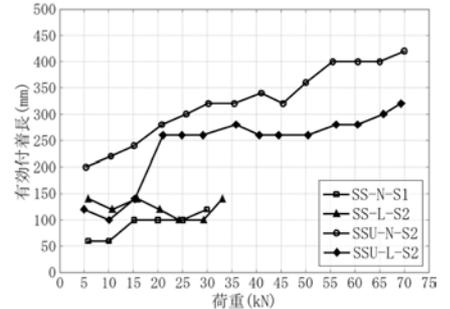


図3 有効付着長の変化

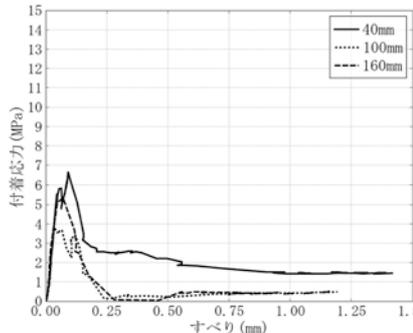


図4 τ-s 関係(SS-N-S1)

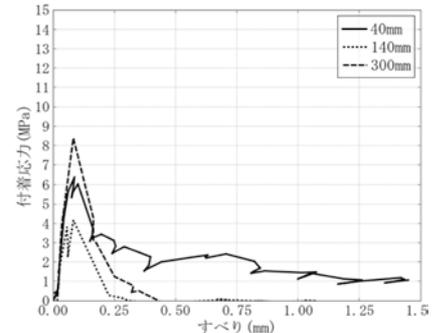


図5 τ-s 関係(SS-L-S2)

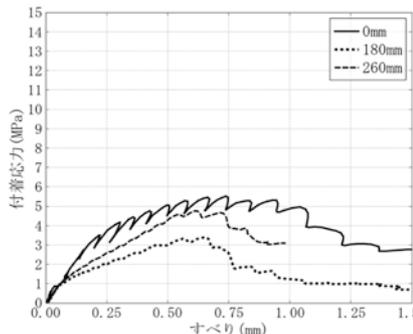


図6 τ-s 関係(SSU-N-S1)

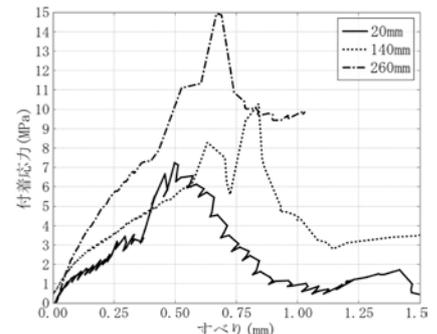


図7 τ-s 関係(SSU-L-S2)