常温･低温下におけるポリウレア樹脂層を有する炭素繊維ストランドシートの付着耐力

北海道大学　学生会員　小川　泰成
北海道大学　正会員　佐藤　靖彦
新日鉄住金マテリアルズ(株)　正会員　小林　朗
新日鉄住金マテリアルズ(株)　正会員　荒添　正棋

1. はじめに

現在，既設コンクリート構造物の補強工法のひとつとしてシート状の炭素繊維を樹脂によって FRP 化させ，既設構造物と一体化させる接着工法が普及している．著者らは，近年開発された炭素繊維ストランドシートの付着耐力向上のため，シートとコンクリートの間にポリウレア樹脂を挿入する方法を検討している[1)]．本研究では，ポリウレア樹脂層を有する炭素繊維シートとコンクリート間の静的付着耐力と疲労付着特性を実験的に検討するものである．その際，ポリウレア樹脂は温度変化の影響を受けやすいため，常温・低温環境下における付着特性の変化についても検討を行った．

2. 実験概要

本供試体は図-1 に示す高さ 600㎜, 断面 300㎜×300㎜のコンクリートブロックに，鋼板を含めた長さ 860㎜, 幅 100㎜ のストランドシートを接着長 500㎜ で張り付けたものである．供試体上部のストランドシートを挟んだ鋼板部分を試験機とつなげて引張試験を行った．なお，ストランドシートには下端から 20mm 間隔でひずみゲージを貼付した．

本研究では，常温・低温試験のどちらも，上限荷重を静的最大荷重の約 25%の 25kN に，下限荷重を 1kN に設定し，載荷速度 2Hz で 200 万回の試験を行った．

3. 実験結果と考察

静的および疲労実験の結果が表-1 に示されている．以下に，静的試験と疲労試験に分けて実験結果を示す．

3. 1　静的試験結果

ウレタンを有する供試体は無いものに比べ静的付着耐力が 3 倍以上に増加することが確認された。また，温度ごとの違いも見られない．なお，破壊形式はいずれの場合もコンクリート表面の破壊であった。

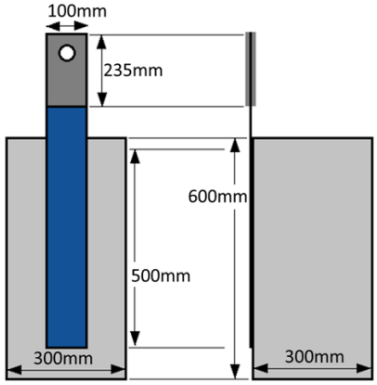

図-1 実験供試体

表-1 供試体の最大荷重・ひずみ一覧

	供試体名	ウレタン	温度 (℃)	静的耐力 (kN)
静的試験	N-S	×	20	30.7
	L-S	×	-20	29.6
	U-N-S	○	20	99.0
	U-L-S	○	-20	104.0
疲労試験	U-N-F	○	20	104.0
	U-L-F	○	-20	130.0

3. 2　疲労試験結果

(1)疲労寿命

本研究では，常温・低温試験のどちらも， 200 万回では疲労破壊しなかったので疲労寿命を得ることができなかった．疲労試験終了後に静的試験を行ったところ，表-1 に示すように静的付着耐力と同等かそれ以上の耐力を保持している．現時点では，低温下での大幅な耐力増加の理由を明らかにできない．

(2)疲労寿命

ひずみの変化を図-2 に示す。測定に不備があり，100 万回以降のデータを測定することができていない．なお，ひずみ分布の値は隣り合うひずみゲージとの平均値を用いて表した。

キーワード　炭素繊維ストランドシート、疲労試験、静的試験、付着特性、ポリウレア樹脂
連絡先　〒060-0814　北海道札幌市北区北 13 西 8　Email:ysnrrrr888@gmail.com

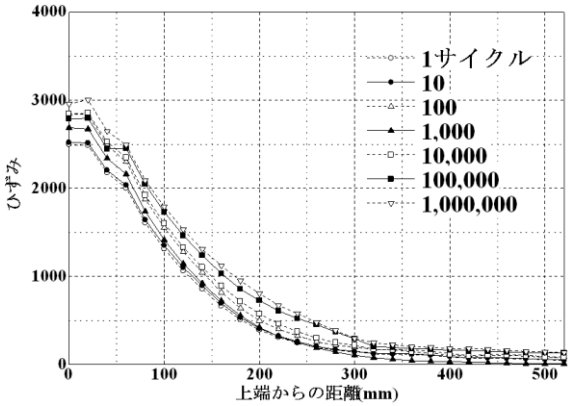

図-2　常温におけるひずみ分布

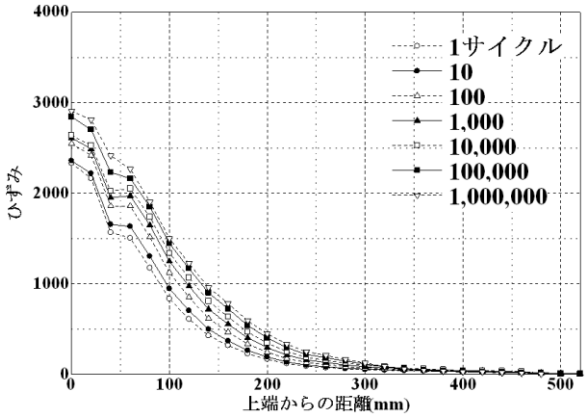

図-3　低温におけるひずみ分布

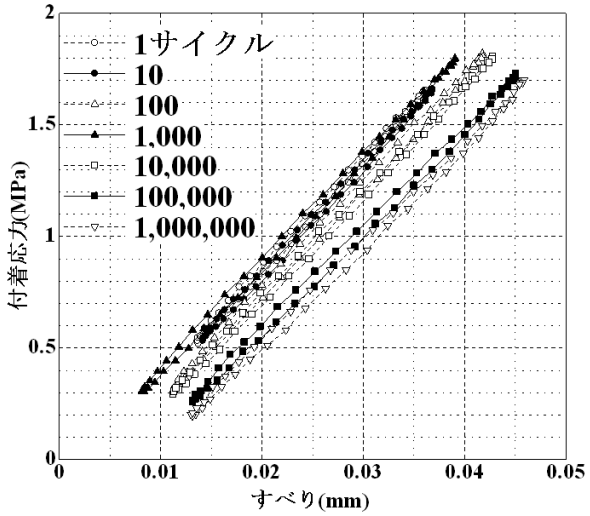

図-4　常温における付着応力−すべり関係

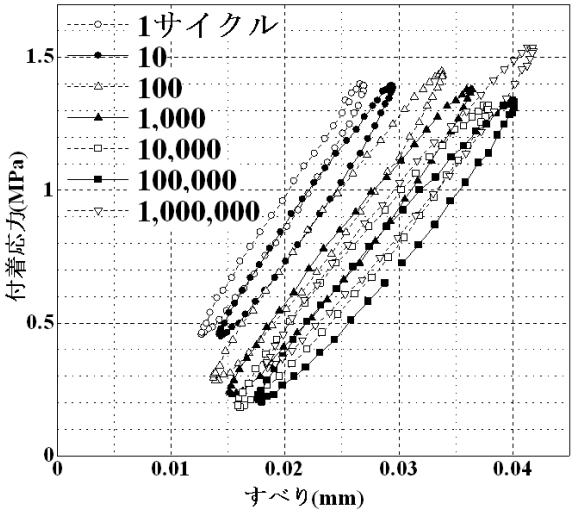

図-5　低温における付着応力−すべり関係

常温と低温のいずれの場合も，サイクルが増えるごとにひずみが徐々に大きくなっている．両者に大きな差異は見られない．なお，荷重端（0mm の位置）でひずみが徐々に大きくなっているが，これは供試体の固定台が繰り返しの載荷で揺れることによる面外方向の影響が現れたものと考えられる．

(3)付着応力―すべり関係

図-4 と-5 に，60mm の位置における各サイクルにおける付着応力とすべりとの関係を示す．

この位置以外においてもそうであるが，低温の方が常温に比べて付着応力とすべり関係の勾配が大きい．これは低温におかれるウレタンの弾性係数が常温よりも大きくなるためであると考えられる．

また，低温においては，除荷曲線と再載荷曲線で囲まれるループの面積が大きい．今後，常温および低温下でのポリウレア樹脂単体の材料試験を行い，その基本特性を確認する予定である．

4. まとめ

(1)ポリウレア樹脂層を有する供試体は無いものに比べて静的付着耐力が 3 倍以上にも増加することが確認された．また，温度による差は見られなかった．

(2)疲労試験における載荷荷重は静的最大荷重の 25%で約 3000μ 近いひずみを起こすものであったが計 200 万回の疲労試験後も温度によらず破壊することはなかった．

なお，疲労試験後の静的試験で静的耐力が減少することはなく多少の増加が見られたが原因は不明であり今後の研究課題である。

5. 参考文献

1) 高橋，佐藤，小林：ウレタン樹脂を有するストランドシート補強RC はりの曲げ挙動，土木学会第66 回年次学術講演会講演概要集，V，pp. 351-352，2011. 9