

III-365

F R P系ジオテキスタイルの引張クリープ強さ

清水建設(株)

正会員 ○ 川崎 廣貴

正会員 平井 孝典

同上

正会員 宮田 和

大日本硝子工業(株)

正会員 林 耕四郎

1. はじめに

盛土等の補強土構造物の長期的な安定性を考える上で、ジオテキスタイルの長時間後の引張クリープ強さの推定は極めて重要なことであり、土構造物に要求される耐用年数に応じて適切で合理的なクリープ強さを求め、それを考慮したクリープ強さの材料安全率を設定する必要がある。

筆者らは、のり面の変形を積極的に抑えることを目的に開発した高引張剛性・高引張強さという力学特性を持つF R P系ジオテキスタイル^{1) 2) 3) 4)}について、その長期的な特性を把握するため種々の試験を行っている⁵⁾。ここでは、F R P系ジオテキスタイルの空気中と水中における引張クリープ強さを求めることを目的として、クリープ試験を行い長期的なクリープ強さを予測したので、その結果について報告する。

2. F R P系ジオテキスタイルの力学特性の特徴

試験に使用したF R P系ジオテキスタイルは、引張強度の高いガラス繊維の連続繊維束をビニルエステル樹脂に含浸させて格子状に一体成形した地盤補強材である。これは、既存のジオテキスタイルに比べ引張剛性が高く、引張力・ひずみ関係が直線的となっているため、地盤の変形を抑えるのに有利であるというのが特徴である。一方、F R P自体の力学特性は使用する強化材としての繊維・樹脂および繊維と樹脂の界面の3者の複合挙動となっている。したがって、その組合せによりF R Pの力学特性が左右されるので、F R Pの利用に際して用途に応じた適切な試験を行い、材料安全率を設定する必要があると考える。

3. 空気中の引張クリープ強さ

補強土構造物が十分な耐久性を持って長期的に安定であるためには、設計時においてそれを評価する各種のデータが把握されている必要がある。特に、長時間の試験による引張クリープ強さのデータは重要であると共に、それ以後のクリープ強さの予測をどのように行うのかも実用設計の観点から重要な課題となっている。この予測方法の一つには、温度-時間換算則を利用したLarson-Miller法⁶⁾という一種の加速試験による方法がある。Larson-Miller法は応力依存型の速度過程理論から誘導された方法で、クリープ破壊が発生するまでの時間 t_c が負荷応力と温度の関数であるとし、高応力と高温度で短時間にクリープ破壊を起こさせたデータから常温域の低応力下での破壊寿命を推定しようとするものである。すなわち、高負荷応力と高温度における引張クリープ試験を行い、それより得られたクリープ破断データを縦軸に負荷応力、横軸に温度 T (絶対温度)とクリープ破断時間 t_c の積 $T(C+\log t_c)$ を取って整理すると、それが一本の曲線になるというものである。この曲線はクリープのマスターラプチャー曲線と呼ばれている。この方法は一般に金属材料やプラスチック管のクリープ破壊の寿命予測に用いられている。

ここでは、同様にF R P系ジオテキスタイルのLarson-Miller法を用いた長時間後のクリープ強さを推定したので、その結果について説明する。最初に、温度条件を23℃・50℃・80℃・120℃として、空気中の引張クリープ試験を行った。その結果のクリープ強さ比 μ_c ~クリープ破断時間 t_c の関係を図-1に示す。縦軸のクリープ強さ比とはF R P系ジオテキスタイルのストランド1本(幅3cm相当)に対して、クリープ強さ T_c と引張試験(ひずみ速度 $\dot{\epsilon}=1\%/min$)時の引張強さ T_{t_0} の比 $\mu_c=T_c/T_{t_0}$ で表したものである。同図より、破断時間は引張力また

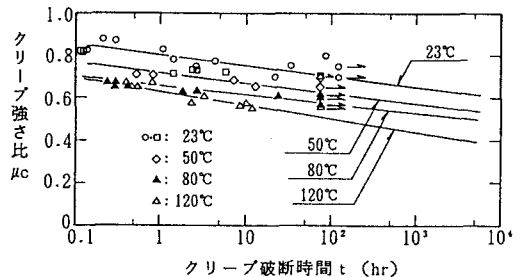


図-1 空気中の各温度でのクリープ強さ比と破断時間の関係

は温度のレベルが低いほど長くなるのがわかる。

図-2には、図-1の結果をLarson-Miller法で整理したクリープのマスタラプチャー曲線を示す。同図より異なる温度におけるクリープ強さが良好に1本の曲線で表されることがわかる。

図-3は、図-2の結果をもとに50℃・80℃・120℃の高温度データを常温(23℃)に換算したものである。同図によれば、FRP系ジオテキスタイルの50年後の空气中クリープ強さ(平均値)は引張強さの約0.6倍程度であると予測される。

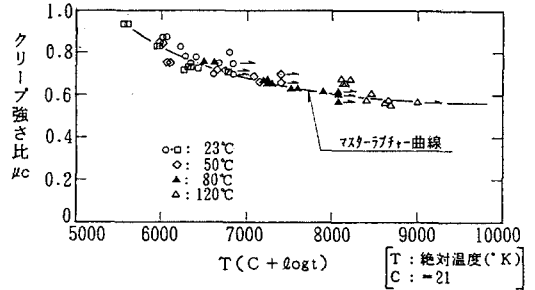


図-2 空气中クリープのマスタラプチャー曲線

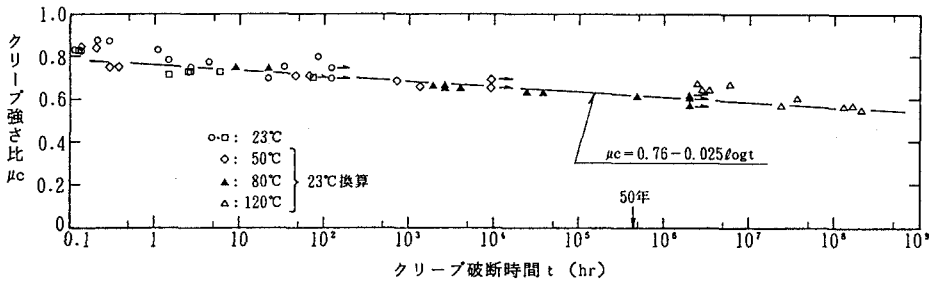


図-3 空气中・常温のクリープ強さ比と破断時間の関係

4. 水中の引張クリープ強さ

一般にプラスチックやFRPに関して溶液中の引張クリープ強さが空気中のもの比べ低下することが指摘されている。一方、補強を目的として盛土内に敷設されたジオテキスタイルは、土中の飽和・不飽和の間隙水による影響を受けながら盛土の安定上必要な自重等の荷重を保持している場合もあり、水中での引張クリープ強さを把握することも重要である。

ここでは、常温(23℃)の水中でクリープ試験を行った結果を図-4に示す。同図により、最急勾配の推定からFRP系ジオテキスタイルの50年後の水中クリープ強さ(平均値)は引張強さの約0.4倍と予測され、空気中に比べて若干低下しているようである。

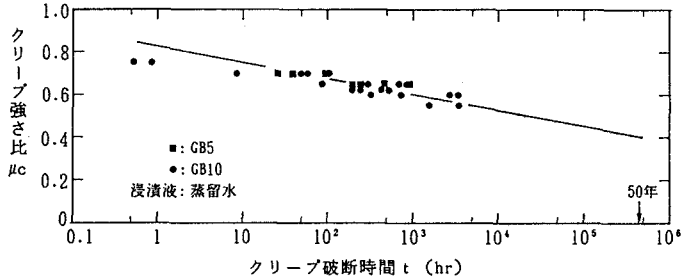


図-4 水中のクリープ強さ比と破断時間の関係

5. あとがき

FRP系ジオテキスタイルのクリープ強さの材料安全率を合理的に設定するため、空気中と水中における引張クリープ試験を実施した結果を報告した。その結果、Larson-Miller法を用いた50年後の空气中クリープ強さは引張試験時の約60%程度と推定できた。今後は、水中クリープ強さについてもLarson-Miller法を用い、より長期間の値を推定できるよう検討して行きたいと考える。

【参考文献】

1. 林、関根、関島、中辻、平井：FRP系ジオテキスタイルの材料特性、土木学会第45回年次学術講演会 第3部、1990
2. 佐藤、川崎、平井、古川、関島、河辺：FRP系ジオテキスタイルによる補強盛土の実大実験 一補強材引張力について、土木学会第45回年次学術講演会 第3部、1990
3. 川崎、平井、佐藤、古川：FRP系ジオテキスタイルによる補強盛土実大実験の解析、一柔なりの面工型(タイプA)の挙動解析について、土木学会第45回年次学術講演会 第3部、1990
4. 久楽、三木、川崎、平井：FRP系ジオテキスタイルによる補強土の三軸圧縮試験、第26回土質工学研究発表会、1991
5. 林、関根、川崎、宮田：FRP系ジオテキスタイルの耐候性・耐薬品性、土木学会第46回年次学術講演会 第3部、1991
6. 早川：統高分子材料の寿命とその予測、アイビーシー、1991