

III-414 ジオテキスタイルのクリープ特性とその適用法

関西大学工学部 ○西形 達明

関西大学工学部 山岡 一三

1. はしがき ジオテキスタイルを用いた補強土工法の有用性が確かめられつつあるが、反面各試験法によって得られたジオテキスタイルの強度特性を現実の設計にどのように適用するかという点については不明な点が多い。これはジオテキスタイルの強度特性が従来からの土木材料のそれと大きく異なっていることが第1の原因であると考えられる。なかでもクリープ挙動についてはその変形量もかなり大きいものと推測されるが、これらの実験結果の適用法については明確にされていない。そこで本報告ではジオテキスタイルのクリープ試験を行った結果から、各ジオテキスタイルのクリープ特性を明らかにするとともに、その結果の適用法について若干の考察を加える。

2. 実験方法および試料 実験装置の詳細については紙面の都合上省略するが、実験方法は20cm×20cmの正方形のジオテキスタイル試料に一定荷重を載荷し、経時的な伸び変形量を測定するものとした。なお実験に使用する荷重の決定方法であるが、これについては現実の補強盛土への適用時におけるジオテキスタイルの伸びひずみ量は大きいものでも5%前後（不織布を使用した場合）であり、グリッド等を使用したときには1%以下であると報告されている。そこで各ジオテキスタイル試料の引張試験結果から2~8%ひずみに相当する引張応力を求め、これを実験荷重とした。ただし一部、変形係数の低い不織布については上記の方法によると実験荷重が非常に小さくなるため、最大20%ひずみに相当する荷重を使用した。次に使用したジオテキスタイル試料の諸性質が表-1に示されているが、大別すると不織布はヒートボンド製のものとニードルパンチ製のものに分けられ、織布では試料数は多くはないがマルチフィラメント製とモノフィラメント製に分けられる。また材質はポリエステルとポリプロピレンが主である。

3. 実験結果 図-1と2に全試料のクリープ試験結果の一例を示す。図中の数字(%)は使用した荷重(σ)が相当するひずみ量を示しており、またその試料の引張強度との比(σ/σ_t)も示されている。これより不織布ではヒートボンド不織布のクリープ変形が大きいことがわかる。またヒートボンド不織布ではそれぞれの挙動に差が見られるが、これは繊維密度や溶着法の違いによるものと考えられる。また不織布Aの変形が著しいのは、材質がポリエチレンであることも原因の一つであろう。一方ニードルパンチ不織布では実験

表-1 ジオテキスタイル試料の諸性質

試料名	材 質	製 造 法	厚さ mm	重 量 gf/cm	引張強度 kgf/cm	変形係数 kgf/cm
不織布A	ポリエチレン	ヒートボンド	0.74	213	7.2	41.5
不織布B	ポリエステル	ヒートボンド	0.43	128	9.4	63.4
不織布C	ポリエステル	ヒートボンド	0.58	113	7.8	47.4
不織布D	ポリエステル	ヒートボンド	0.87	129	7.9	11.5
不織布E	ポリエステル	ニードルパンチ	1.86	220	10.2	7.8
不織布F	ポリエステル	ニードルパンチ	2.64	337	17.7	9.8
不織布G	ポリエステル	ニードルパンチ	1.28	150	7.3	5.2
不織布H	ポリエステル	ニードルパンチ	2.46	322	16.7	25.8
織布A	ポリエステル	マルチフィラメント	0.31	181	29.1	161.0
織布B	ポリプロピレン	モノフィラメント	0.77	134	36.8	118.0
織布C	ポリプロピレン	モノフィラメント	0.40	154	30.7	151.0

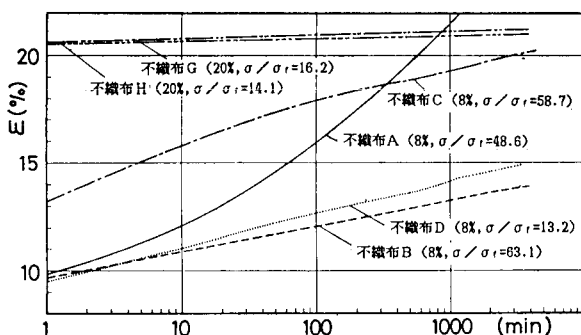


図-1 クリープ試験結果

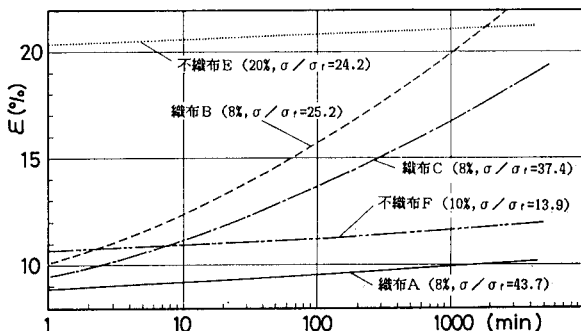


図-2 クリープ試験結果

荷重に20%ひずみに相当する応力（不織布Hは10%）を使用した場合の結果が示されているが、いずれもクリープ変形は非常に小さいことがわかる。織布ではモノフィラメント織布のクリープ変形が大きい、これは材質がポリプロピレン製であることが影響しているものと考えられるが、とくに織布Bの変形量が大きいのはこの試料がメッシュタイプであることから、経時的な布構造の変化が卓越したためであると思われる。

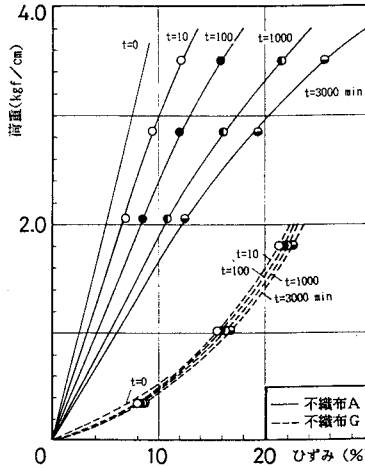


図-3 荷重とクリープひずみの関係（不織布）

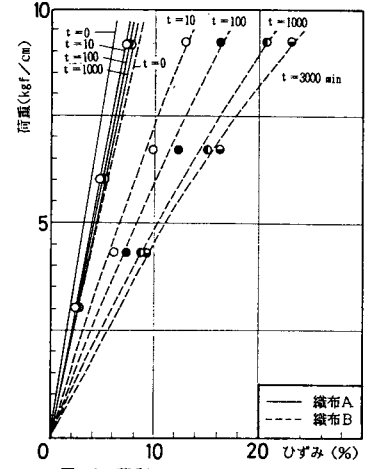


図-4 荷重とクリープひずみの関係（織布）

次に図-3、4は異なる荷重によって実験を行った結果を用いて、荷重とクリープひずみの関係を各経過時間毎に示したものである。これらの曲線は各経過時間におけるジオテキスタイルの見かけの応力-ひずみ曲線と見ることができる。これらは4種類のジオテキスタイル試料の結果について示したものであるが、時間の経過とともに徐々に見かけの変形係数が低下している様子がわかる。また図中には通常の引張試験から得られた変形係数を示す直線（ $t=0$ ）も記されている。以上のようなジオテキスタイルのクリープ特性を現実の設計に適用するためには、変形係数の低下としてとらえる方法も考えられるが、最も簡単な方法としては引張強度の低下として表現する方法が挙げられる。そこで引張強度の低減量の簡便な求め方として図-5に示されるように、図-3および4より得られた各経過時間における見かけの変形係数を持つ直線が通常の引張試験による破壊ひずみに達したときの応力（ σ_{f0} ）を求め、これをクリープ特性を考慮したジオテキスタイルの引張強度とした。以上の方法によって、すべてのジオテキスタイル試料について引張強度の低減率（ σ_{f0}/σ_f ）の経時変化を見たものが図-6～8である。これよりジオテキスタイルの製造法が同じであれば、低減率がほぼ一定の値を示していることがわかる。今、 $t=3000\text{min}$ における低減率を調べてみると、ヒートボンド不織布では0.5～0.8、ニードルパンチ不織布では約0.9となっている。また織布では試料数は少ないが、マルチフィラメント織布で0.9、モノフィラメント織布では0.4～0.5程度である。この低減率を用いることによってクリープ特性を考慮したジオテキスタイルの強度算定が可能になるものと考えられる。

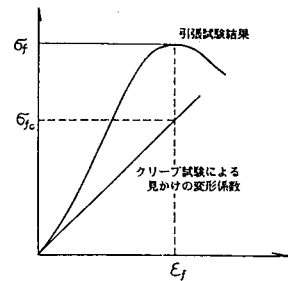


図-5 引張強度低減率の求め方

最も簡単な方法としては引張強度の低下として表現する方法が挙げられる。そこで引張強度の低減量の簡便な求め方として図-5に示されるように、図-3および4より得られた各経過時間における見かけの変形係数を持つ直線が通常の引張試験による破壊ひずみに達したときの応力（ σ_{f0} ）を求め、これをクリープ特性を考慮したジオテキスタイルの引張強度とした。以上の方法によって、すべてのジオテキスタイル試料について引張強度の低減率（ σ_{f0}/σ_f ）の経時変化を見たものが図-6～8である。これよりジオテキスタイルの製造法が同じであれば、低減率がほぼ一定の値を示していることがわかる。今、 $t=3000\text{min}$ における低減率を調べてみると、ヒートボンド不織布では0.5～0.8、ニードルパンチ不織布では約0.9となっている。また織布では試料数は少ないが、マルチフィラメント織布で0.9、モノフィラメント織布では0.4～0.5程度である。この低減率を用いることによってクリープ特性を考慮したジオテキスタイルの強度算定が可能になるものと考えられる。

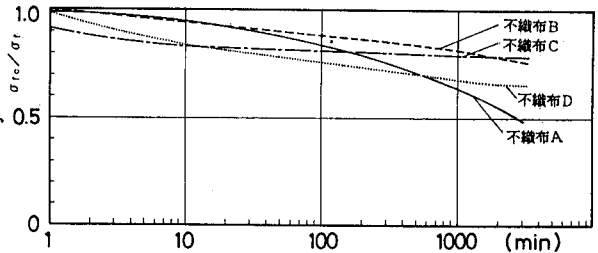


図-6 強度低減率の経時変化（ヒートボンド不織布）

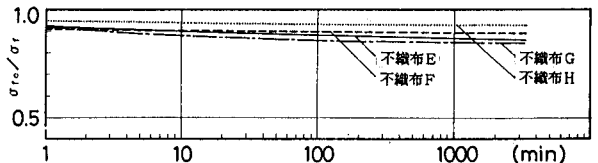


図-7 強度低減率の経時変化（ニードルパンチ不織布）

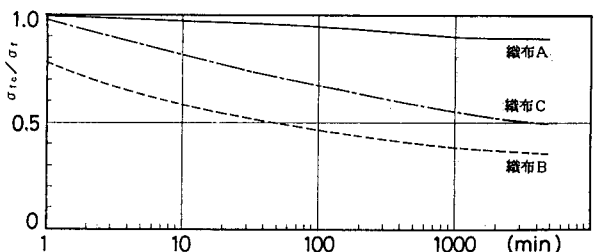


図-8 強度低減率の経時変化（織布）