

III-413 盛土の補強に用いる不織布の強度について

日本道路公団 正 長尾 哲

日本工営（株）正 爲光美樹 柚木裕二

1. はじめに

関東ロームの様な軟弱な粘性土による盛土に対して、適当な間隔で不織布を配置すると、盛土内の間隙水の排水と盛土の補強の両方の効果が期待でき、盛土の安定に有効である。しかし、実際に不織布で補強した盛土を設計する際には、まだ多くの不明な点があり、各方面で研究が進められている。筆者らは今回、盛土補強材として不織布を用いる際、設計値としてどの程度の引張強度を期待できるかという目安の値を得るために、比較的容易に入手できた数種類の不織布を用いて引張試験を実施した。

2. 試験方法

一般に不織布の引張試験は細長い試験片を用いることが多いが、この様な試験では試験片の側方が湾曲し、実際の盛り土中の不織布の変形状態と異なってしまうので、側方への湾曲を防ぐために龍岡橋本らが開発した円筒形試験機および長方形試験機を用いた。

a) 円筒形試験機（図-1）

縦15cm、横32～35cm（不織布の厚さによって異なる）の長方形の試験片を円筒形に縫い、試験機にセットする。その上からペダスタルの2重の溝にそって番線を巻き付け、さらにその上を金属性のベルトで締め付けて固定する。この状態で試験片の初期高さは4cmとなる。

b) 長方形試験機（図-2）

円筒形試験機の載荷能力に限界があるため、引張強度が大きいと予想された試験片については長方形試験機を用いた。この試験機では側方の湾曲の影響を完全に取り除くことはできないが、幅30cm、初期高さ10cmの幅広の試験片を用いることによってその影響を小さくしている。試験片の上下端は固定部分のすべりを防ぐためテーパー材によって固定した。

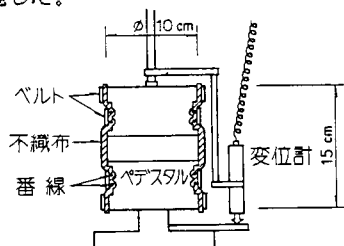


図-1 円筒形試験機概念図

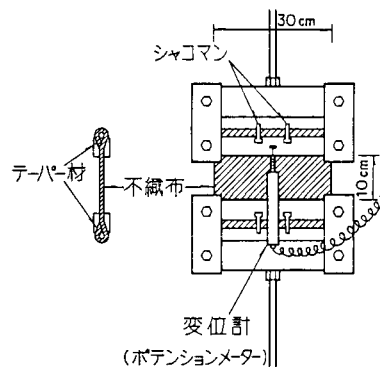


図-2 長方形試験機概念図

表-1 試験材料及び試験結果

材料名	素材名	製造法	厚さ (mm)	重量 (kgf/m ²)	最大荷重 (kgf/cm)		e=15%の時の割線変形係数 (kgf/cm)			
					円筒形型 乾燥	円筒形型 湿潤	円筒形型 乾燥	円筒形型 湿潤	長方形型 乾燥	長方形型 湿潤
A	ポリエステル	接着剤型	3	0.26	5.47	3.23	32.2	18.0		
B	ポリオレフィン	機械接合型	10	0.70	13.49	12.57	31.9	32.9		
C	植物繊維	接着剤型	10	0.55	5.51	2.67	33.9	14.0		
D	ポリエステル	機械接合型	10	1.00	3.03	3.63	12.7	13.1		
E	ポリエステル	接着剤型	10	0.41	4.47	3.99	15.3	9.3		
F	ポリエステル	直接紡糸型	3.5	0.40	注2	—	40.00	38.27	56.1	49.4
G	ポリプロピレン	機械接合型	4	0.42	—	—	24.39	26.24	47.2	41.9
注1 H	ポリプロピレン	機械接合型	3	0.26			20.19	20.93		103.5
I	ポリプロピレン	機械接合型	4	0.40			24.40	23.59		102.6

注1: H, I材は不織布と引っ張り補強材とのサンドイッチ構造

注2: F, G材は円筒型試験機ではピークが得られていない

3. 試験内容

一般に入手が容易な材料を用いて引張強度試験を実施した。試験に用いた材料は表-1に示すようなものであり、乾燥状態と実際の盛土内の状態を考慮して24時間水浸した状態とで比較した。このうちA～G材は円筒型試験機で、F～I材は長方形型試験機で実施した。また、H材についてはクリープ試験も実施した。

4. 試験結果

図-3に円筒型の、図-4に長方形型の試験結果を乾燥と湿潤で比較して示す。A、C、E材は接着剤を用いているため乾燥と湿潤で強度、変形係数とも試験結果に差があるが、他の材料はほとんど差はなく、湿潤状態でも引っ張り特性は変化しないようである。また、F、G材は円筒型試験機と長方形型試験機の両方で試験を実施しているので両者の結果を比較すると図-5の様である。両者はほぼ同様の結果を与えており、長方形の試験片でも高さに比べて幅を広くしておけば側方の湾曲の影響は少ないことが分かる。H、I材は不織布の中に引張補強材が配置されているため初期の引張剛性は大きい、引張補強材が破断した後は強度が大きく低下する。不織布が同一の材料であるG材とI材を比較すると、強度低下後は不織布のみの強度に等しくなっている。

不織布の長期的な安定性を見るためにH材でクリープ試験を実施した。図-6はその結果である。クリープ荷重は不織布内の引張り補強材の破断後の強度 6.0 kgf/cm とし、約2週間載荷した。クリープ指数 $C\alpha$ ($= -\Delta\epsilon / \Delta\log t$) は0.0053と非常に小さなものであった。

5. 考察

従来から言われているように不織布はピーク強度が得られるまでに非常に大きな変形を生ずるが、不織布の設計強度としては、不織布が盛土内で良く定着されており、盛土材料と一体となって挙動していると仮定して、盛土材料がピーク強度に達する時のひずみに対応した不織布の強度を用いるのが合理的であろう。今回の試験結果では、A～E材は強度が小さく、補強材として期待できないので、F～I材を対象に考えると、盛土材の破壊ひずみを15%と仮定するとF、G材で、8～12kgf/cm程度、H、I材は15%以内で不織布内の引っ張り補強材が破断するので破断後の最低強度を用いるのが適当と考えられる。また、クリープ特性は、材料によって異なるであろうが、特に設計に反映させる必要はないと思われる。

6. あとがき

今回の不織布の試験は東大生研龍岡研究室で実施したものである。試験及びデータ解析に多くの御助言を賜りました東大生研龍岡助教授に深く感謝致します。

参考文献：龍岡・安藤・岩崎・中村：不織布による粘性土盛土の補強 土と基礎 vol.33, No.5, 1985

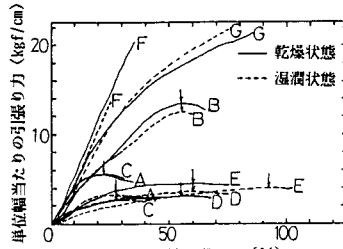


図-3 円筒型試験機による試験結果

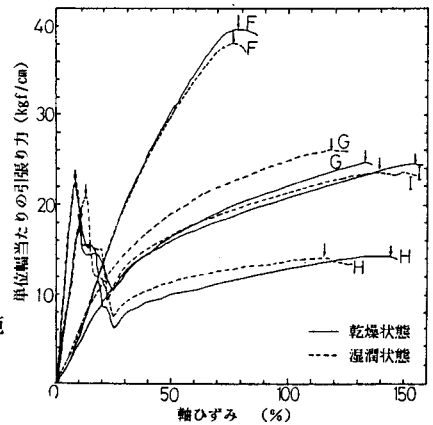


図-4 長方形試験機による試験結果

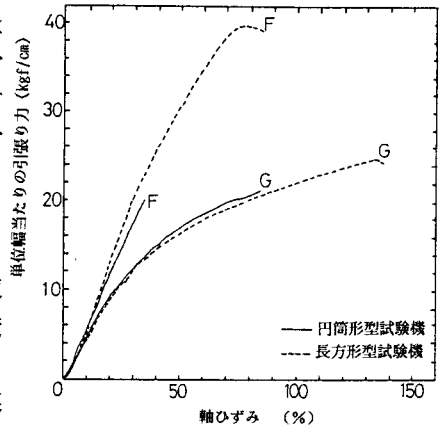


図-5 乾燥状態試験片による
円筒型と長方形の比較

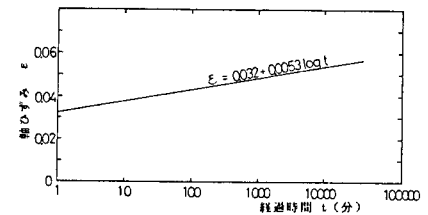


図-6 H材のクリープ試験結果