

# 第 23 回

## 日本緑化工学会研究発表会

### 研究発表要旨集

日 時 1992年5月18日(月)

場 所 東京農業大学

東京都世田谷区桜丘1-1-1

日本緑化工学会

## 2.4. 有機質系厚層基材吹付工に対する連続長繊維の補強効果 (II)

### 一 原位置試験による連続長繊維の補強効果の確認について 一

○中野裕司・星 清夫・高橋 徳・金森泰憲 (ライト工業株)

#### 1. はじめに

有機質系厚層基材吹付工による植物生育基盤に対する連続長繊維の補強効果について、大型一面せん断試験器による試験結果を先に報告した。連続長繊維による補強効果は主として内部摩擦角 ( $\phi$ ) に現れ、生育基盤に含まれる植物短繊維との摩擦抵抗によるものと考えられる。しかし、荷重をかけ試験を行う一面せん断試験は、比較的深い位置の物性の確認とも考えられ、比較的薄い植物生育基盤を造成する厚層基材吹付工に対する資料として適当であるか問題が残る。このために、大型一面せん断試験と同様に吹付けによって作製した供試体を用いて各種原位置試験を実施したので報告する。

#### 2. 試験方法

原位置における連続長繊維の補強効果を総合的に把握するために、小型貫入試験器による貫入試験、ペーン式根系強度計によるせん断試験、及びプレート引抜試験を実施した。

##### 2-1. 供試体の作製

コンパネの上に、厚層基材吹付工の一つであるキャトルバン工法を用い、厚さ10cmの有機質系厚層基材による植物生育基盤 (以下基盤と称す) をモルタル吹付機により吹付け作製した。連続長繊維の基盤に対する混入は給糸装置 (オートマッハフィーダー) を使用し、エアにより中空管内を強制的に搬送し、吹付ノズル先端で混入した。連続長繊維混入量は基盤重量に対し、0.03、0.07、0.1% の3水準とし、対照として無混入区を設けた。試験に使用した連続長繊維 (ジオローブ) は、産業資材用として製造されている高強度タイプのポリプロピレンマルチフィラメント無燃糸200デニール (200D/40F) を用いた。

##### 2-2. 小型貫入計による貫入試験

貫入試験は、小型貫入試験器 (円錐: 頂角 $25^\circ$ 、低面積  $3\text{cm}^2$ 、落錘:  $0.521\text{kg}$ 、 $20\text{cm}$ 自由落下) を用いて、連続長繊維による基盤拘束力を  $N1$  値として測定を行った。小型貫入試験器の落錘は  $1.171\text{kg}$  が標準であるが、供試体は比較的膨軟なために、 $1/2$  の重量の落錘を用いた。当試験は、吹付け直後の含水率が高く膨軟な状態に対する連続長繊維の補強効果を確認することを目的とするために、吹付け直後の供試体 (土壌硬度指数 $15\text{mm}$ 、含水比 $230\%$ ) について試験を実施した。

##### 2-3. ペーン式根系強度計によるせん断試験

連続長繊維による基盤の補強効果は、植物根系による土壌緊迫力と同様な作用と考えられる。この点について確認するために、根系を含む土の強度を直接的に測定するペーン式根系強度計 ( $\phi 20\text{cm}$ 、厚 $8\text{mm}$ ・ $l=3\text{cm}$   $\wedge$  - $\gamma$ 4枚、 $\wedge$  - $\gamma$ 挿入深 $5\text{cm}$ 、 $1800\text{kgf}/\text{cm}^2$ トルクレンチ) を用い試験を実施した。試験は、吹付け当初 (土壌硬度指数 $15\text{mm}$ 、含水比 $230\%$ ) と基盤表面が乾燥した後の基盤 (土壌硬度指数 $20\text{mm}$ 、含水比 $200\%$ ) について実施し、比較を行った。

##### 2-4. プレート引抜試験

地山からの押し出し変形 (小崩落) に対する連続長繊維の補強効果を確認するためにプレート引抜試験を実施した。プレート ( $\phi 10\text{cm}$ ) をコンパネ上に設置し、連続長繊維混入量を変化させた基盤を $10\text{cm}$ 吹付けた後、表面が乾燥 (土壌硬度指数 $20\text{mm}$ 、含水比 $200\%$ ) した状

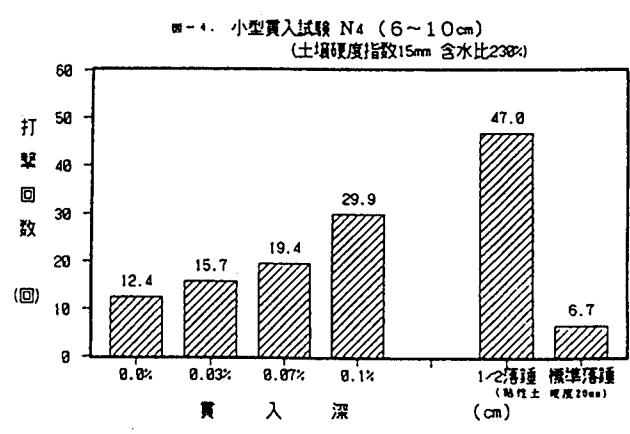
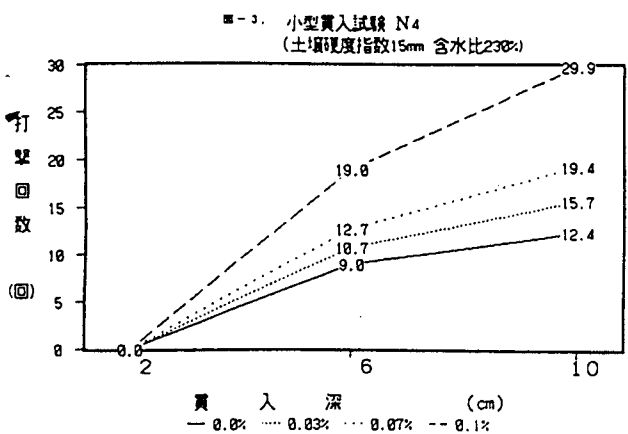
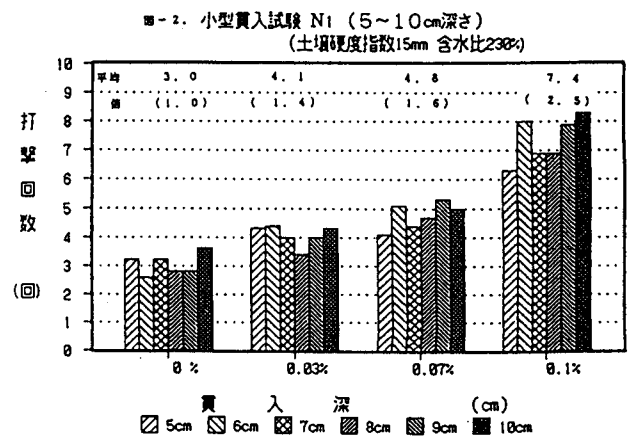
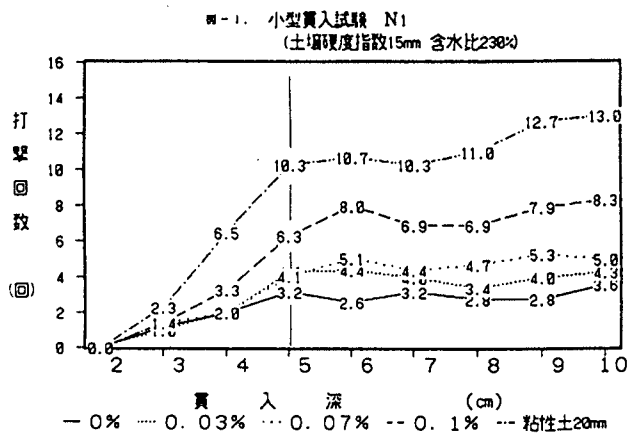
態で引抜試験を実施した。いずれも緑化基礎工として、アンカーピン（ $\phi 9\text{mm}$ 、1本/1.8 $\text{m}^2$ ）を用いた。また、菱形金網、有刺鉄線を用いアンカーピンとの比較を行った。

### 3. 試験結果及び考察

#### 3-1. 小型貫入試験器による貫入試験

吹付け直後の供試体は含水率が高く膨軟（土壌硬度指数15mm、含水比230%）なために、貫入力は供試体に吸収、または表面に逃げ、N1値は5cm深迄は安定しない(図-1)。N1値の安定する、5~10cm深の平均は、連続長繊維無混入区と比較すると、連続長繊維混入量が0.03、0.07、0.1%と増すごとに増加し1.4、1.6、2.5倍となり、連続長繊維による貫入抵抗の増加が認められた(図-2)。

山中式土壌硬度計による土壌硬度指数18~20mmの粘性土の貫入抵抗と、連続長繊維による貫入抵抗の比較をN4値によって行なった。各供試体の6~10cm深のN4値は、12.4、15.7、19.4、29.9と連続長繊維混入量が増すにつれ増加する(図-3)。1/2落錘による粘性土のN4値は47、標準落錘によるN4値は6.7であった。供試体は空隙が多く土壌硬度指数は15mmと膨軟な状態であるが、連続長繊維混入量の増加につれ基盤の拘束力が増加し、比較的締まった粘性土の値に近づくものといえる(図-4)。

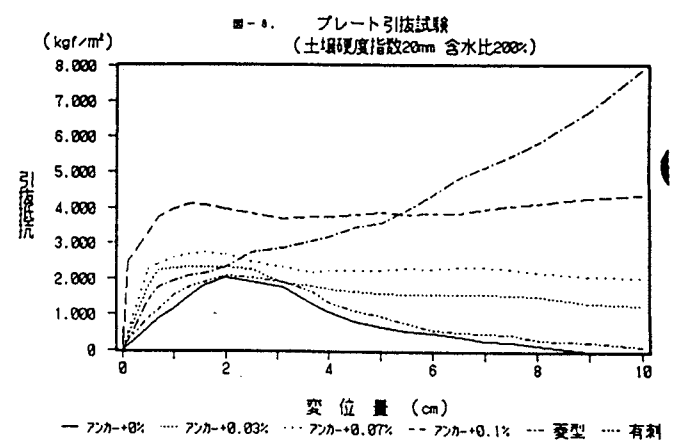
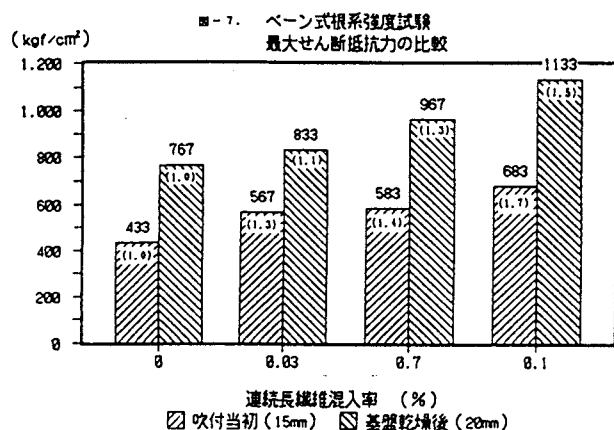
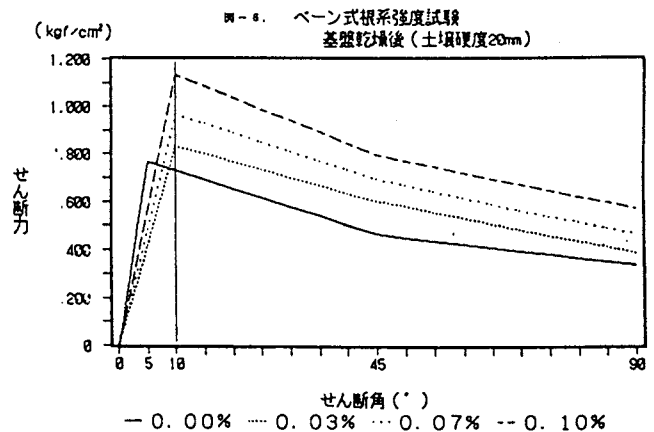
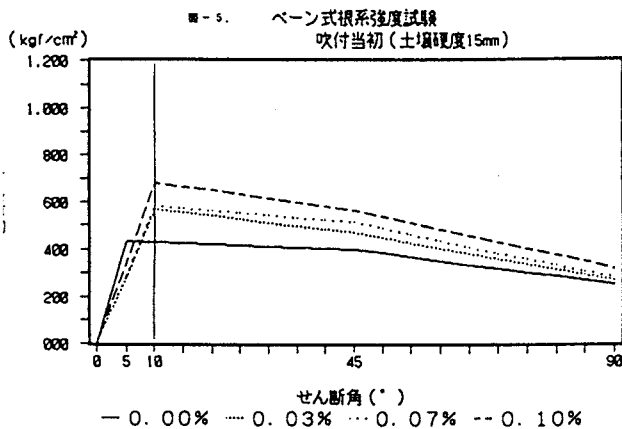


#### 3-2. ベーン式根系強度計によるせん断試験

せん断のピークは、連続長繊維無混入区が早く現れ、せん断角 5° 連続長繊維混入区はせん断角 10° であり、連続長繊維の混入により最大せん断抵抗の出現位置は変位量の大きい方へ移動した。このことは、連続長繊維による基盤拘束力が増加したことを示している。

また、連続長繊維混入量の増加によりせん断力は増加している(図-5.6)。ピーク時のせん断力の増加割合を連続長繊維無混入区を基準とし比較すると、吹付け当初は1.3、1.4、1.7倍、乾燥後は1.1、1.3、1.5倍と増加した(図-7)。これによると、有機質系厚層基材による基盤は、含水率が高く膨軟な場合に連続長繊維混入量による補強効果の変化が明瞭に現れ、乾燥により基盤硬度が高くなると連続長繊維による補強効果が基盤硬度によって相殺されたものと推定できる。。

硬度指数15~20mmの粘性土の場合、ベーン式根系強度計による牧草の根系強度(最大抵抗値)は、土壌硬度の影響を考慮する必要はないとされているが<sup>2)</sup>、今回の試験結果によるとこれとは異なった傾向を示し、表面が乾燥した土壌硬度の高い供試体が、高いせん断抵抗を示した。比較的土壌硬度の低い粘性土のベーン抵抗は無視できることと、牧草の根系は、比較的柔らかな土壌では引抜きによる移動を起こしやすいために、150~350kgf/cm<sup>2</sup>の範囲で最大抵抗を示したものと考えられるが、硬度が高く変形の少ない基盤の場合は連続長繊維に対する拘束力が強く作用し最大抵抗値が高まったものと考えられる。



### 3-3. プレート引抜試験

連続長繊維無混入区の引抜抵抗の増加は緩慢で、2cmをピークにプレートの形状のまま円筒状に基盤が持ち上げられ破壊した。有刺鉄線区は、連続長繊維無混入区とほぼ同様の結果となり、有刺鉄線の針の長さが短い(約1cm)ために変位初期に連続長繊維が持ち上げられ外れることにより、連続長繊維による引抜抵抗が地山に伝達できず破壊されるものと考えられる。これによって有刺鉄線の効果は、重力方向の滑落変位に対してのみ有効である

ことが確認できた。菱形金網区は、緩慢な引抜抵抗の増加が連続して続きピークが認められない。基盤の変位の状態はプレートを頂上とする末広りの円錐状となる。連続長繊維区は、混入量の多いものほど高い引抜抵抗を示した。いずれも変位初期の1cm程度でピークに達するが、その後も引抜抵抗は横ばいとなり、0.1%区では若干ではあるが再び上昇傾向が認められた。(図-8)

連続長繊維と菱形金網の引抜抵抗はまったく異なった傾向を示した。菱形金網は緩慢な増加傾向を示し、アンカーピンが引抜けるまで、または金網が破断するまで引抜抵抗の増加が続くものと考えられる。これに対して、連続長繊維とアンカーピンの組み合わせは、基盤を密に拘束し、引抜変位の小さな時期に引抜抵抗力を地山伝達するために比較的早い時点でピークに達するものと推定できる。連続長繊維混入量0.1%区の場合、変位初期の引抜抵抗は菱形金網よりも高く約4,000kg/m<sup>2</sup>であり、金網がこの値に達するのは変位量が5cmに達した後である。

以上により、わずかな変位(地山からの押しだし)に対しては、連続長繊維による補強効果のみで対応することが可能であり、変位量の大きい場合に菱形金網が有効であることが判明した。しかし、一般に金網張工は基盤保持のための基礎工として用いられるもので、のり面の変位にまで対応することは求められていない。のり面の変状に対しては根本的な対応が必要とされるからである。これによって、従来より基盤の保持のために用いられてきた菱形金網の代替として、連続長繊維を緑化基礎工として用いることの可能性が確認できた。

#### 4. おわりに

有機質系厚層基材吹付工に対する連続長繊維の補強効果を、小型貫入試験器、ベーン式根系強度計、プレート引抜試験による原位置試験により確認を行った。連続長繊維を厚層基材吹付工に用いる目的は、菱形金網張工を省略し、省力化施工を実現し、深刻化している労働力不足に対応しようとする試みの一つである。従来より緑化基礎工として用いられている金網張工は、吹付け当初の基盤の滑落防止を行うことを主目的として用いられてきた。これは、モルタル・コンクリート吹付工に用いられてきたスタイルをそのまま踏襲したものである。金網張工を厚層基材吹付工にそのまま転用することは過大の感があるが、これに代わる適当な資材が見つからないために変更できずにいるのが現状といえる。今回行ったプレート引抜試験では、連続長繊維による基盤補強効果と、菱形金網による基盤の保持効果は異なった作用であることが実証でき、基盤保持のみを考慮する場合は連続長繊維による補強効果のみで十分だということが確認できた。小型貫入試験では連続長繊維による補強効果は、吹付け当初の比較的膨軟な基盤を、比較的締まった粘性土に近い状態の物性へ改良でき、またベーン式根系強度試験では牧草の根系による土壌緊迫力以上の緊迫力を連続長繊維により吹付け当初に付与できることが確認できた。これにより、いわゆる“ノンラス”化への一步を踏み出す裏付けを得られたものと考えられる。今後は、実際の現場においてその適用性の確認を行いデータの蓄積を行いたい。

(参考文献)

1. 森本幸裕(1985) 緑地における樹木生育基盤に関する研究 緑化研究別冊1号
2. 建設省河川局砂防部監修(1982) 斜面崩壊防止工事の設計と事例 (社)全国治水砂防協会