

39. テクソル工法施工システムと専用機開発

(株)熊谷組：滝川 勉・*北原 成郎

1. はじめに

ジオテキスタイル技術は、近年その経済性と施工の容易性により目覚ましい発展をとげている。

これらの技術のほとんどは、テキスタイルを平面的に使用する方法であるため、その効果を発揮させるためには、テキスタイルの定着長を長く確保しなければならない。またその施工においては、テキスタイルの性質上、機械施工が困難である。補強の効果の点から見ると、これらは2次元的補強であるため補強方向が限定される。テクソル工法は、連続した長繊維を均一に3次元的に土質材料中に混入したものであり、上記のジオテキスタイル技術の欠点を補うことが出来る特異な性質を持っている。日本国内への導入後3年を経ているが、その間にテクソル工法のより効率的な施工を目指して、大型、小型の2種類の施工専用機を開発したのでここに報告する。



写真-1 砂と繊維の三次元混合物『テクソル』

2. 施工システム

テクソル工法では、従来の建設材料（コンクリート、アスファルト等）とは異なり、その製造された『テクソル』自体に流動性がない。またテクソルは、ブロック状にして輸送することは困難であるので、施工場所において土質材料と繊維を噴射混合しながら直接施工箇所に打設しなければならない。このために施工専用機が必要となっている。

テクソル工法に使用する材料は、主構成材料である粒状土（砂）と補強材料である連続長繊維の2種類である。粒状土は施工システムにより異なり、輸送方式がエヤー搬送方式であればシルト分5%以下の洗い砂等を選定しなければならないが、ベルトコンベヤ方式であれば山砂などのシルト分10%程度を含む材料も選定できる。連続長繊維はポリエステル100%の無燃糸であり、これは経済性と耐久性を考慮したものである。繊維の太さは室内実験結果から選定されており、通常は150デニール（繊維の単位：9000mで150g）を使用する。大型小型機械を問わずシステムの基本的な流れは同じであるため、最も簡単な構造をもつ手動式テクソレットのシステム図により解説する（図-1）。

粒状土吹付系統：粒状土はホッパーから計量器に移され、その湿潤重量が定量計量される。これを吹付機により一定時間内に吐出させ、その定量性を確保する。圧縮空気により運ばれた粒状土はそのまま施工面に吹付けられる。（大型機械ではベルトフィーダーとホッパーゲートにより容積計量され、ジェットコンベヤにより吹付けられる。）

繊維吐出系統：繊維は通常一巻約9kgであり、連続した1本の無撚糸である。

エジェクター先端の繊維吐出ノズルより繊維を吐出させれば、連続して引っ張り出すことが可能である。

ノズルだけでは一定量の繊維しか吐出させることはできないが、機械化されたシステムではキャプスタンのローラの回転数を制御して任意の繊維の吐出速度を保つことができる。

手動式テクソレットでは均一な混合になるように粒状土吐出流にエジェクターを人力により振動させて繊維を混入する。

テクソル工法の施工システムは現在3種類あり、施工状況に応じて選択している(表-1)。

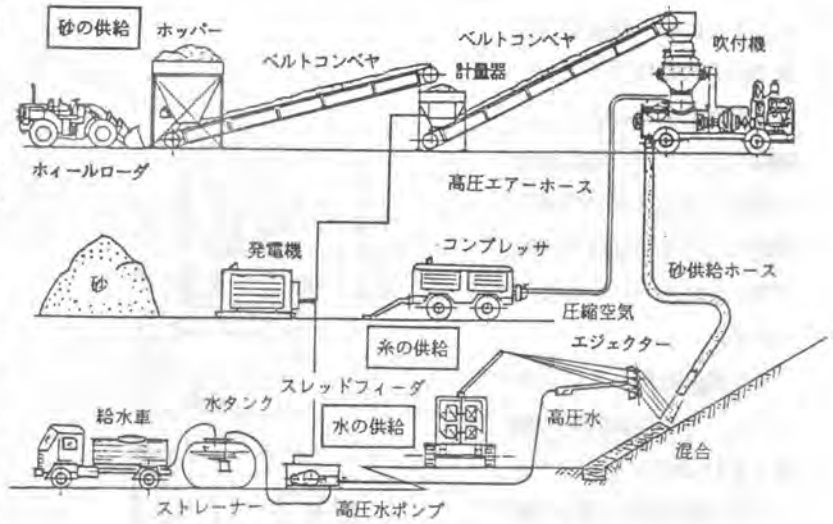


図-1 テクソレットシステム図

表-1 各施工システムの仕様

システム名	テクソルーズ	機械式 テクソレット	手動式 テクソレット
施工能力	25 m ³ /h	5 m ³ /h	3 m ³ /h
走行方式	自走ホイール型	自走クローラ型	人力
搭載ポピン数	48本	16本	16本
繊維ノズル数	12本	8本	4本
スレッドフィーダ	本体搭載	本体搭載	可搬式
粒状土搬送方式	ベルトコンベヤ	エヤー搬送	エヤー搬送
吹付方式	ジェットコンベヤ	吹付	吹付
施工対象	擁壁	擁壁・法面保護 地盤改良	擁壁・法面保護 地盤改良

3. 小型施工専用機

小型機械化施工システムは、機械式テクソレットと呼ばれている。この施工システムは施工専用機と後方の吹付プラントからなっている。施工専用機はバックホウをベースマシンとしたタイプであり、後方の吹付プラントは手動式テクソレットの設備とほぼ同じものである。

このシステムは、手動式テクソレットの施工能力を増大させ、外部環境(風雨等)にもタフな機構を目指したものである。また作業員の負担を軽減し、高所作業での危険性の低下を目的としている。

施工専用機にはヤーンボックスとキャプスタン、ブーム先端部の砂・繊維混合装置があり、ヤーンボックスとキャプスタン間には繊維の防護のためヤーンダクトがブームに沿って設置されている。施工機後部のヤーンボックスには16本のポピンがあり、ここから繊維はヤーンダクト内の8本のパイプを通

り、キャプスタンに送られる。さらに砂・繊維混合装置で後方の吹付プラントから定量供給される砂とともに繊維吐出ノズルの揺動運動と粒状土吐出ノズルの旋回運動により十分な混合状態で施工面に均一に吹き付けられる。

施工範囲は図-2に示すように7分程度の勾配の擁壁であれば高さ4mまで施工可能であるが、勾配の緩い法面保護工の場合には法面の上下両方向から同程度の施工範囲が確保できる。

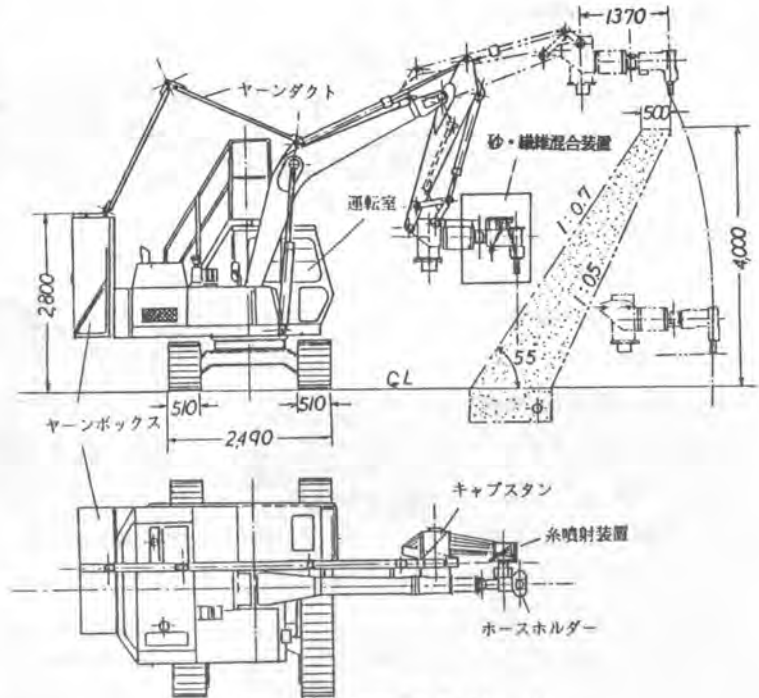


図-2 機械式テクソレット

4. 大型施工専用機 (テクソルーズ)

手動式テクソレットの施工能力は $3 \text{ m}^3/\text{hr}$ 程度であり、導入当初からその能力の拡大は大きな目標であった。フランスでは高速道路の拡幅工事などの擁壁施工で大型機械が威力を発揮しており、国内でも大規模な擁壁工事に備えて大型施工専用機を開発した。

施工機械のベースマシンにはラフテレーンクレーンを選定した。これは現場間的高速移動性と悪路における作業性の良さ、施工専用機への改造が容易な点を考慮し選定している。この専用機の特徴は、2系統のシステムをベースマシン上に搭載していることと、操作はすべて施工地点にいる運転者によるリモートコントロールにより行われることにある。

作業手順は、砂を機械後方のホッパーにホイールローダにより供給し、ベルトフィーダとホッパーにより定量



写真-2 テクソルーズ

計量後、フィックスドコンベヤ、テレスココンベヤを経て、先端の繊維混合装置 (テクソルヘッド) に送られる。一方繊維は、ヤーンボックスよりヤーンダクトを中継して混合装置へと導かれる。テクソルヘッドは連続長繊維と砂とを十分に混合させるための装置で、そこに運ばれてきた砂はジェットコンベヤにより高速度を与えられ、揺動板によりその方向を変化させ施工面に叩きつける。繊維はヤーンダクトを通りキャプスタンで一定速度に制御されて、先端の吐出ノズルよりほぼ垂直に施工面に吐出される。

この時砂と繊維が均一に混合されるようになっている。施工範囲は高さ7mまでの擁壁が施工可能で

あり、延長方向には、材料の供給を受けながら低速走行の連続作業が可能である。

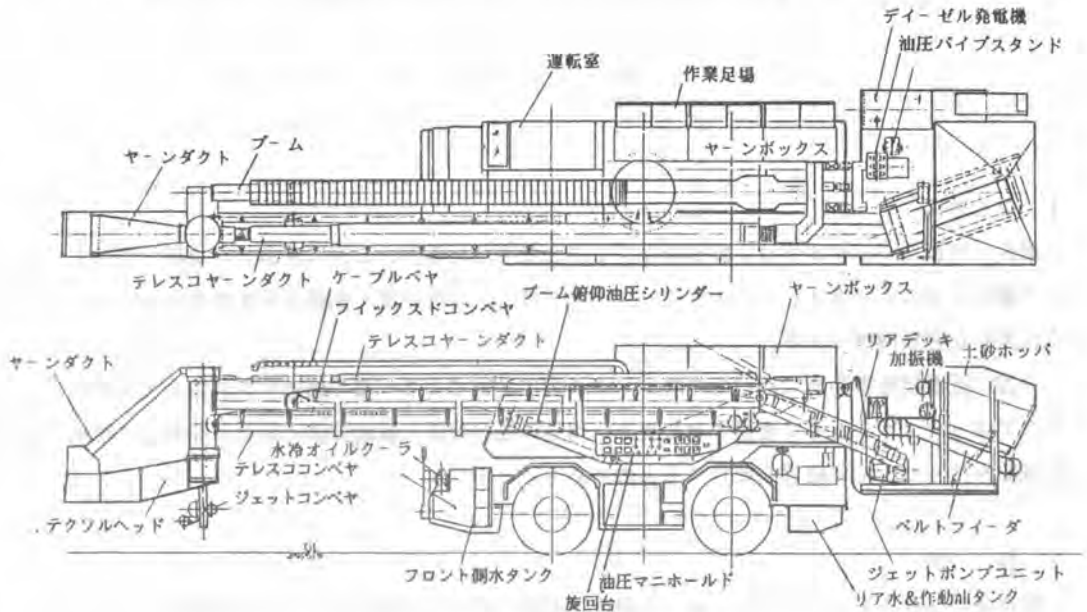


図-3 テクソルーズ

5. 施工実績

テクソル工法は導入後3年が経過し、全国で19現場約12000㎡の実績がある。施工対象は大別すると、法面保護工、擁壁工、地盤改良工に分けられる。機械式テクソレットとテクソルーズそれぞれの実績は3現場約2600㎡、2現場約6100㎡となっている（平成元年10月末現在）。法面保護工は従来のコンクリート枠工や軽量枠工に代わるもので、盛土の沈下や凍上現象にも対応できるものである。擁壁工は、コンクリートブロック積やコンクリート擁壁に代わるものであり、緑化が可能な点で優れている。機械式テクソレットではそのブームの自由度によって3種類の施工が可能である。特に下向きの施工が可能であるため、場合によっては大型機よりも施工範囲が広がっている。テクソルーズは全て擁壁工事に使用されており、大型工事を経済的に施工している。また一部の工事では、未洗浄の山砂を使用して、工事費の低減に寄与した例もある。開発機械による工事費を比較すると1：0.8：0.5〔手動式テクソレット：機械式テクソレット：テクソルーズ〕の割合であった。

6. おわりに

2種類の機械開発により経済性の向上、施工対象の拡大、作業員の負担の低減などの効果上げることができた。しかし繊維の取り扱いの難しさや現場での管理の難しさ等の問題もある。経験のない作業員にも容易に扱え、土木工事の過酷な環境でも故障の無いように改良していきたい。今後の目標としては施工精度の向上と施工管理の簡略化、大型機と小型機の間を埋める専用機の開発である。

参考文献) 堀家茂一：『テクソル工法導入と専用施工機械開発』 1988年4月