

新路体林道工法の改良施工について

秋田営林局 森林整備課
石戸谷 洋

1. はじめに

近年、森林に対する役割が多様化・高度化する中で、特に公益的機能の高度発揮に対して国民的要請が高まっています。

このため、国有林においては、天然林施業及び人工林施業の適切な実施と複層林施業の積極的な推進等に取り組み多様な森林の整備に努めているところです。

また、国有林林道の開設に当たっても、地形に即した路線の選定、切土・盛土の均衡、間伐材の積極的な利用等自然環境に配慮した設計・施工を推進していくことが重要であります。

このため、秋田営林局では、従来の林道路体構造を根本的に見直し、林地保全・自然環境維持の観点に立って、路体の恒久的な安定強化を図るため、側溝を省き、路盤碎石の間隙の透水性を活用し、雨水を林道沿線沿いの、横断方向へ分散排水させる新路体林道工法を、昭和62年度から導入し、繰り返し試験施工を実施してきました。

そして、平成元年度には、それまでの成果を本席で発表しましたが、この工法には、なお改善すべき未解決の問題が残されており、特に、路盤の恒久的な安定化、すなわち碎石留めの改善は、重要な懸案事項になっていました。

その後、この問題は、これまでのように、既製の市販フトン籠（普通フトン籠）に依存していたのでは、根本的な解決が難しく、新路体構造林道専用の独特な形状のフトン籠を試作、導入すべきとの結論に達した次第です。

今回、それを実行に移し、秋田営林局・能代営林署管内・曲谷沢林道新設工事箇所を使用して、一定の成果を得ましたので、その他の改善事項と併せて、ここに報告します。

2. 「新路体林道工法」の構造

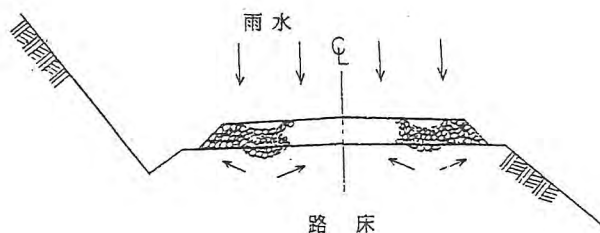
従来工法（図-1）では、林道に降った雨水等は路床内に浸透し、含水量が増加するため土のせん断破壊が起こり、車両の通行に伴い路盤材が路床内にめりこみ、路床土が浮き上がってきます。

このような現象は、路床の含水量と深い関連があり、これを排除するため新路体林道工法では図-2のような構造にしています。

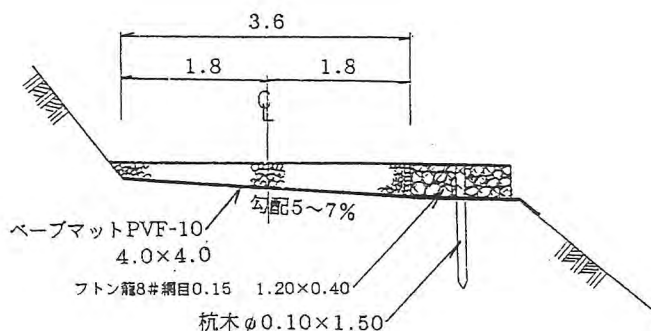
（図-1）

（図-2）

従来工法



新路体工法



新路体林道工法の施工方法は

- (1) 路床は、山側から谷側へ5～7%の勾配を付けて施工します。
- (2) 路床の上に、ペーブマットPVF-10を（ペーブマットとは、厚めのビニールの上に毛布等の繊維をプレスし張り合わせたもの）図-2のようにフェルト面を上にして、路肩から20～30cmほど垂れ下がるよう横断方向に敷きます。
なお、縦断方向の継手部分は、接着剤を用い張り合わせします。
- (3) 路肩部分の路盤材留工は、普通フトン籠で図-2のように設置し、フトン籠の移動を防止するため、杭木を打ち込み補強します。
（施工当初において、路肩部分の路盤材留工は、丸太・杭木（小径間伐材）で行っていましたが、木材の耐久性の関連から、その後、普通フトン籠及び杭木を使用するなどの改良を行っています）
- (4) 路盤材を敷き均し・転圧し、路面は水平に仕上げします。

3. 透水性

従来工法では、一般的に図-3のように、雨が降った場合林道の中心線を境にして右側は路面を流れて谷側に排水されます。

また、左側の路面と切取法面及び上方斜面から流れる水は、素掘側溝によって縦断方向に排水されます。

一方、新路体林道工法では、図-4のように雨水は、ペーブマットにより遮断されて、路床内には浸透せず、ペーブマットのフェルト部分を伝わって谷側方向に排水されます。

図-3

従来工法

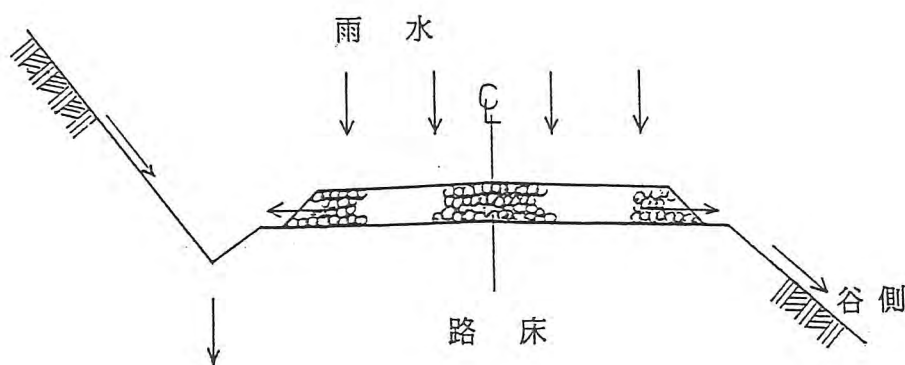
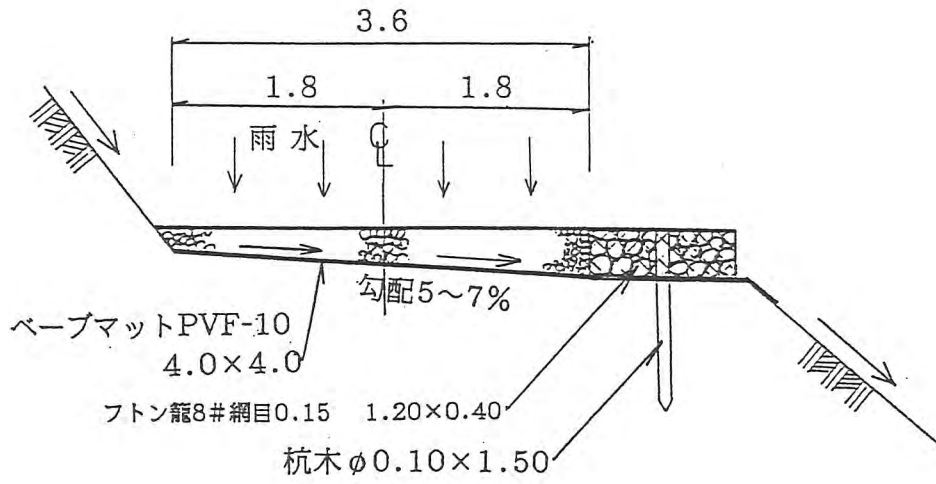


図-4

新路体工法

(普通フトン籠による路盤材留工)



これまでの「新路体林道工法」については、昭和62年度から今まで数署で繰り返し試験施工してきましたが、その施工後の路床及び路盤等を観測してきた結果、次の問題点が生じたことから、その対応策を考え改良型の新路体林道工法を実施しました。

表-1 新路体林道工法の問題点とその対応策

問 題 点	そ の 対 応 策
1. 切取法面からの小崩落により、路盤材（敷砂利）の間隙が目詰まりする。	1. 切取法面の凍結・融解による法面の小崩落を防止するため、早期に緑化工等法面安定工法を行うこと。
2. 通行車両に付着した土砂等が、路盤材に混入し、透水性を阻害する。	2. 透水性を確保し、締め固めのできる路盤材を使用することとし、敷均し・転圧を十分行うこと。
3. 路盤材留工のフトン籠に使用する杭木について、次のような欠点がある。 (1) 盛土区間では、杭木の効果が余り期待できない。 (2) 杭木が耐久性に乏しい。 (3) 転石が混入している箇所及び軟岩地帯では、杭打ちが困難である (4) 杭打ちに時間がかかる。	3. 杭木を使用しなくてもよい、特殊な形状のフトン籠（パネル式）を試作し、路肩部分の路盤材留工に使用することとした。

4. 特殊な形状のフトン籠（パネル式）

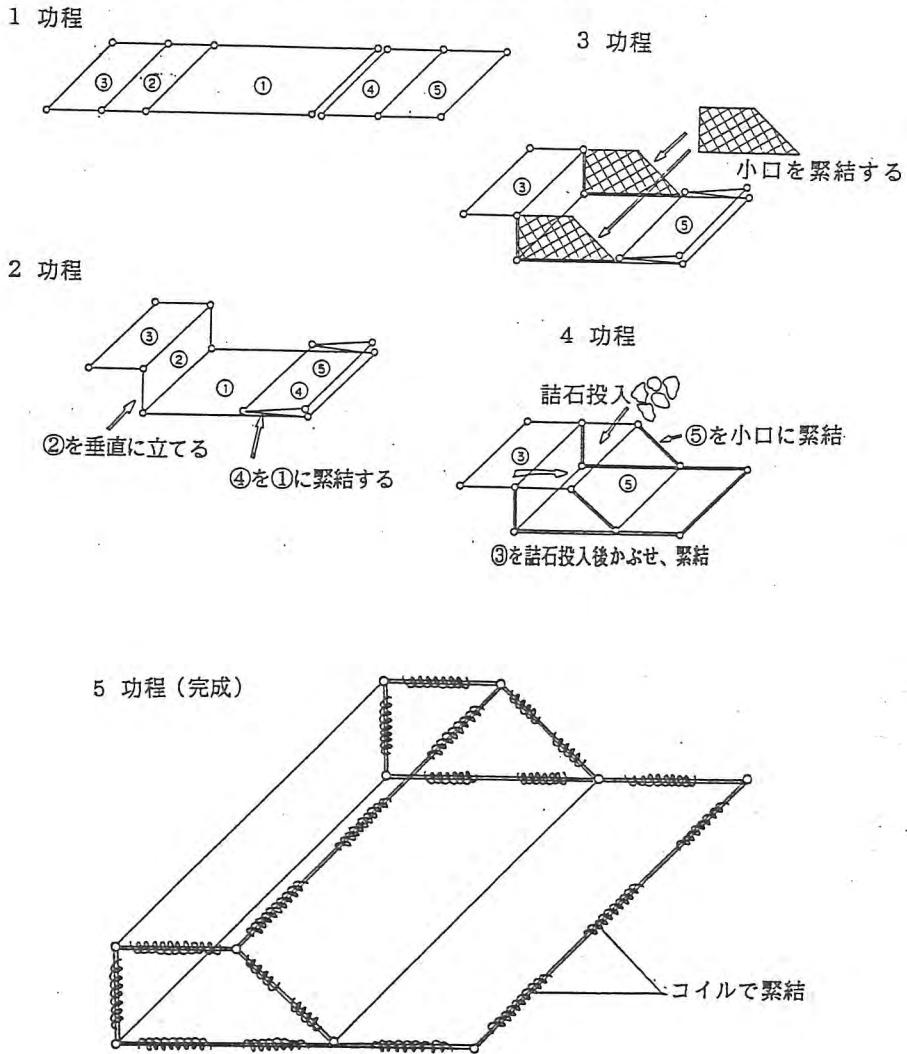
図-5のように、フトン籠の各々一辺が一枚のパネルとなっており、角部分を折ることができる構造になっています。

また、パネルとパネルの連結には、図のように結合コイルを使用しています。

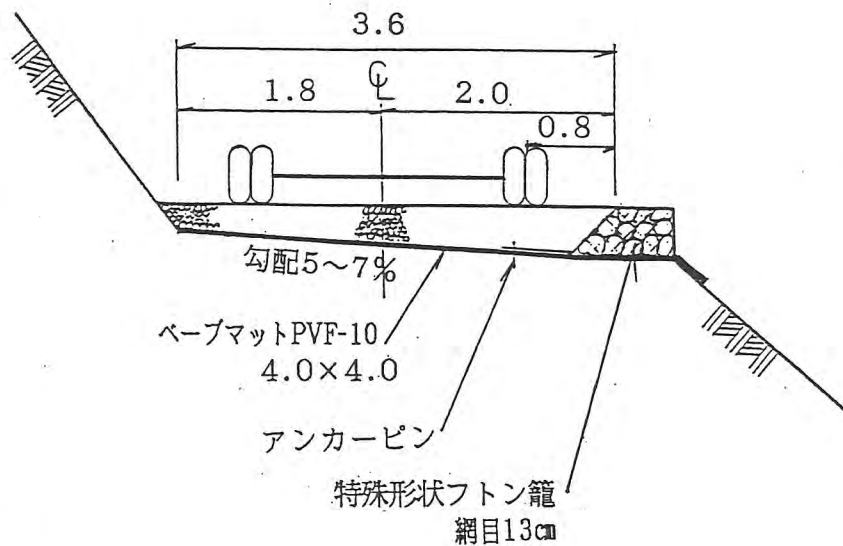
この特殊な形状のフトン籠は、図-5のように通行車両の片側車輪の重量圧を受けることから、安定を図るためフトン籠に控え部分を設け、更に、アンカーピンを打ち込み、フトン籠の移動及び変形を防止する構造となっています。

このフトン籠は、従来のフトン籠より、組立が簡単でしかもフトン籠の上部が広いことから、詰石作業が容易な構造となっています。

(図-5) 特殊な形状のフトン籠 (パネル式) の構造



改良型の新路体林道工法



5. 改良型の新路体林道工法の施工条件

施工条件は、次の表（表-2）のとおりです。

表-2

項 目	A 区 間
施 工 延 長	50m
縦 断 勾 配	7.4%
切 取 部 分 の 土 質	砂, 砂質土
切 取 法 面 勾 配	8分
盛 土 法 面 勾 配	1割2分

6. 試験調査結果

(1) 路盤材の粒径調整

路盤材の粒径調整については、試験区間以外において透水性を確保し、締め固めの可能な混合割合を求めるための試験施工を数回行った結果、JIS規格の道路用砕石S-60(2号)を20%、S-40(3号)を40%、S-20(5号)を10%、S-5(7号)を30%の割合で混合することにより、路盤材の締め具合が、ほぼ良い結果を得たので、この割合で撒布することとした。

(2) 路盤材のふるい分け試験（調査箇所：3）

(1)の混合割合で路盤材を撒布しましたが、施工の結果と、今後、外部から侵入する土砂等による粒土分布の変化を経過観察するため、路盤材のふるい分け試験を実施しました。

試験結果については、次の表（表-3）のとおりです。

表-3

単位：g

砕石のJIS規格	試 験 箇 所			計	混合割合
	A-2	A-4	A-6		
S-80(2号)	1,157	1,320	1,280	3,757	21%
S-40(3号)	2,366	2,150	2,270	6,786	39%
S-20(5号)	820	780	810	2,410	14%
S-5(7号)	1,367	1,640	1,610	4,617	26%
計	5,710	5,890	5,970	17,570	100%

路盤材のふるい分け試験の実施結果、路盤材の混合割合は、当初計画の割合とほぼ一致しています。

(3) 特殊フトン籠の移動及び変形 (調査箇所: 6)

調査の方法は、盛土法面に不動点 (杭) を設け、ダンプトラックを5往復毎に、フトン籠の上下2点と不動点との距離を測定し、フトン籠の安定性を調べました。

また、路盤材を満載した10トダンプトラックを、籠内側80cmの箇所を通過させ、片側車輪の重量圧を受けた場合、どのように移動・変形するものか調査しました。

その結果は、次の表 (表-4) 及び図 (図-6, 7, 8) のとおりです。

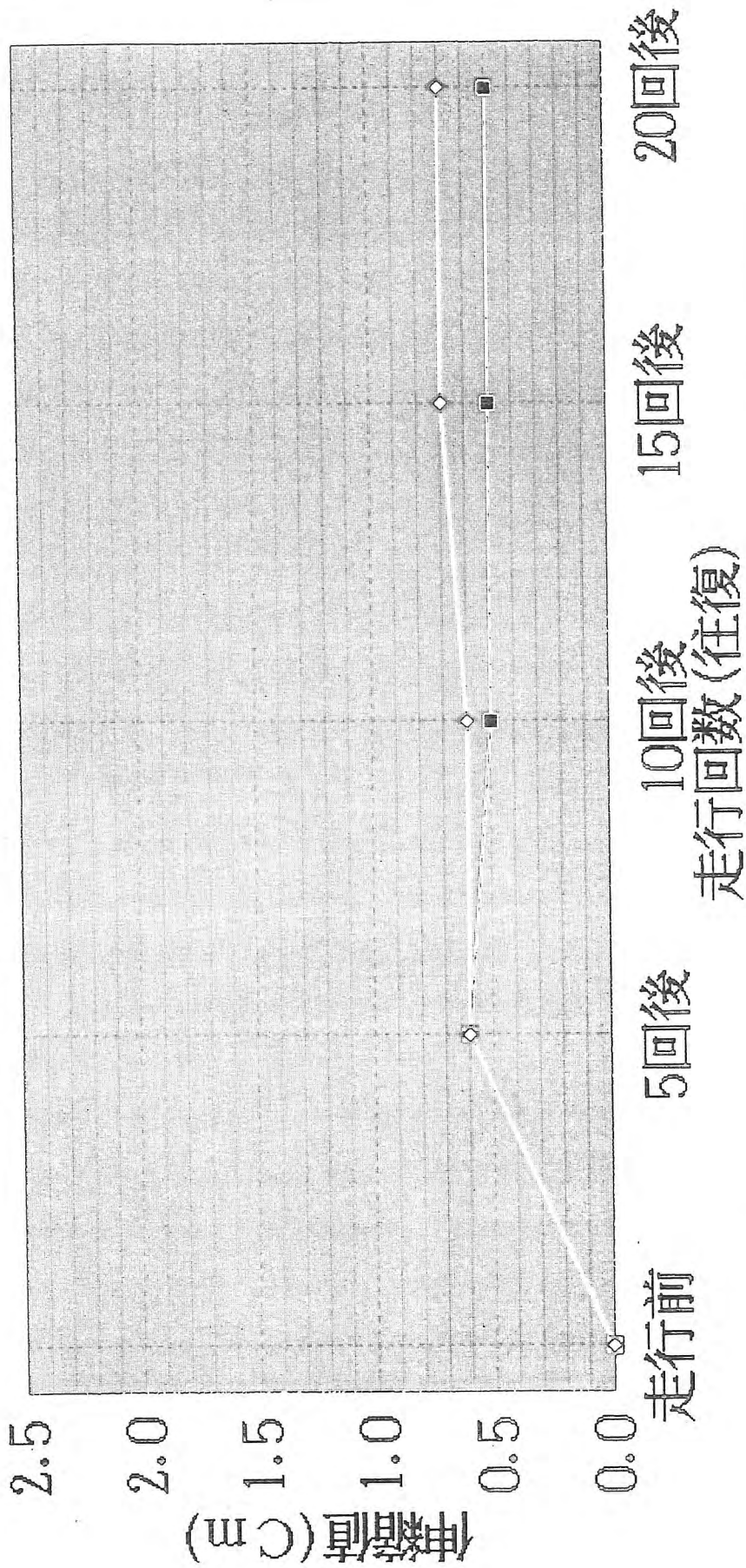
特殊フトン籠移動・変形データ

単位: Cm

実測数値	測定箇所	A-1		A-2		A-3		A-4		A-5		A-6		平均値								
		実測	差	累計差	実測	差	累計差	実測	差	累計差	実測	差	累計差	実測	差	累計差						
走行前	上部	51.6		0.0	51.8		54.5		56.3		49.2		72.6		56.0							
	下部	56.5		0.0	51.5		55.7		54.7		52.0		69.3		56.6							
5回往復 走行後	上部	51.0	0.6	0.6	50.7	1.1	1.1	54.2	0.3	0.3	55.3	1.0	1.0	48.3	0.9	0.9	55.1	0.9	0.9			
	下部	55.9	0.6	0.6	50.7	0.8	0.8	55.5	0.2	0.2	54.2	0.5	0.5	51.5	0.5	0.5	68.5	0.8	0.8	56.1	0.5	0.5
10回往復 走行後	上部	51.0	0.0	0.6	50.5	0.2	1.3	54.0	0.2	0.5	55.2	0.1	1.1	48.1	0.2	1.1	70.7	0.1	1.9	54.9	0.2	1.1
	下部	56.0	-0.1	0.5	50.7	0.0	0.8	55.3	0.2	0.4	54.0	0.2	0.7	51.3	0.2	0.7	68.7	-0.2	0.6	56.0	0.1	0.6
15回往復 走行後	上部	50.9	0.1	0.7	50.3	0.2	1.5	54.0	0.0	0.5	55.2	0.0	1.1	48.2	-0.1	1.0	70.6	0.1	2.0	54.9	0.0	1.1
	下部	56.0	0.0	0.5	50.6	0.1	0.9	55.3	0.0	0.4	54.0	0.0	0.7	51.3	0.0	0.7	68.7	0.0	0.6	56.0	0.0	0.6
20回往復 走行後	上部	50.9	0.0	0.7	50.2	0.1	1.6	53.9	0.1	0.6	55.1	0.1	1.2	48.1	0.1	1.1	70.6	0.0	2.0	54.8	0.1	1.2
	下部	56.0	0.0	0.5	50.7	-0.1	0.8	55.3	0.0	0.4	54.1	-0.1	0.6	51.3	0.0	0.7	68.7	0.0	0.6	56.0	0.0	0.6

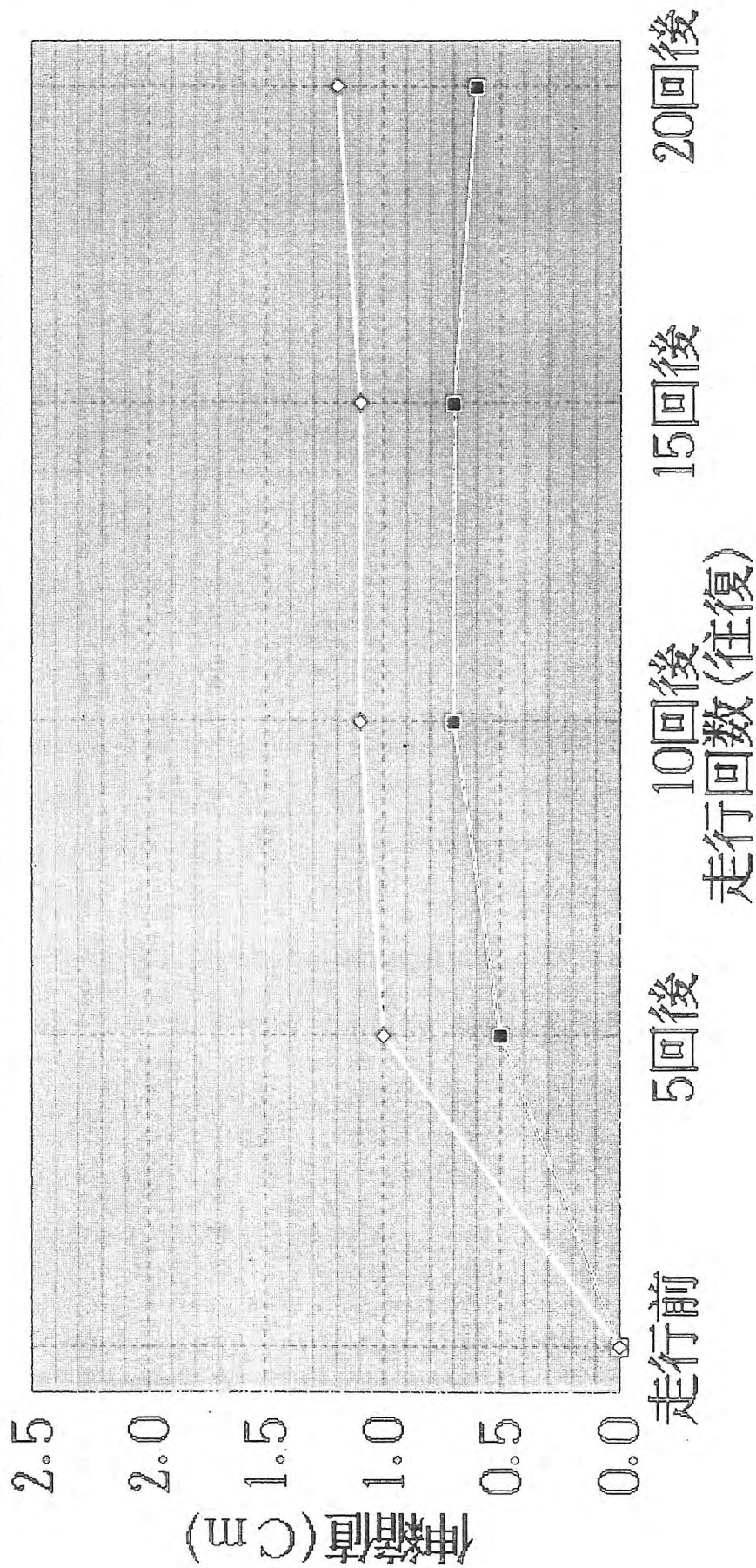
図-6

特殊フロン管移動・変形データ
A-1



■ 特殊フロン管下部 ◇ 特殊フロン管上部

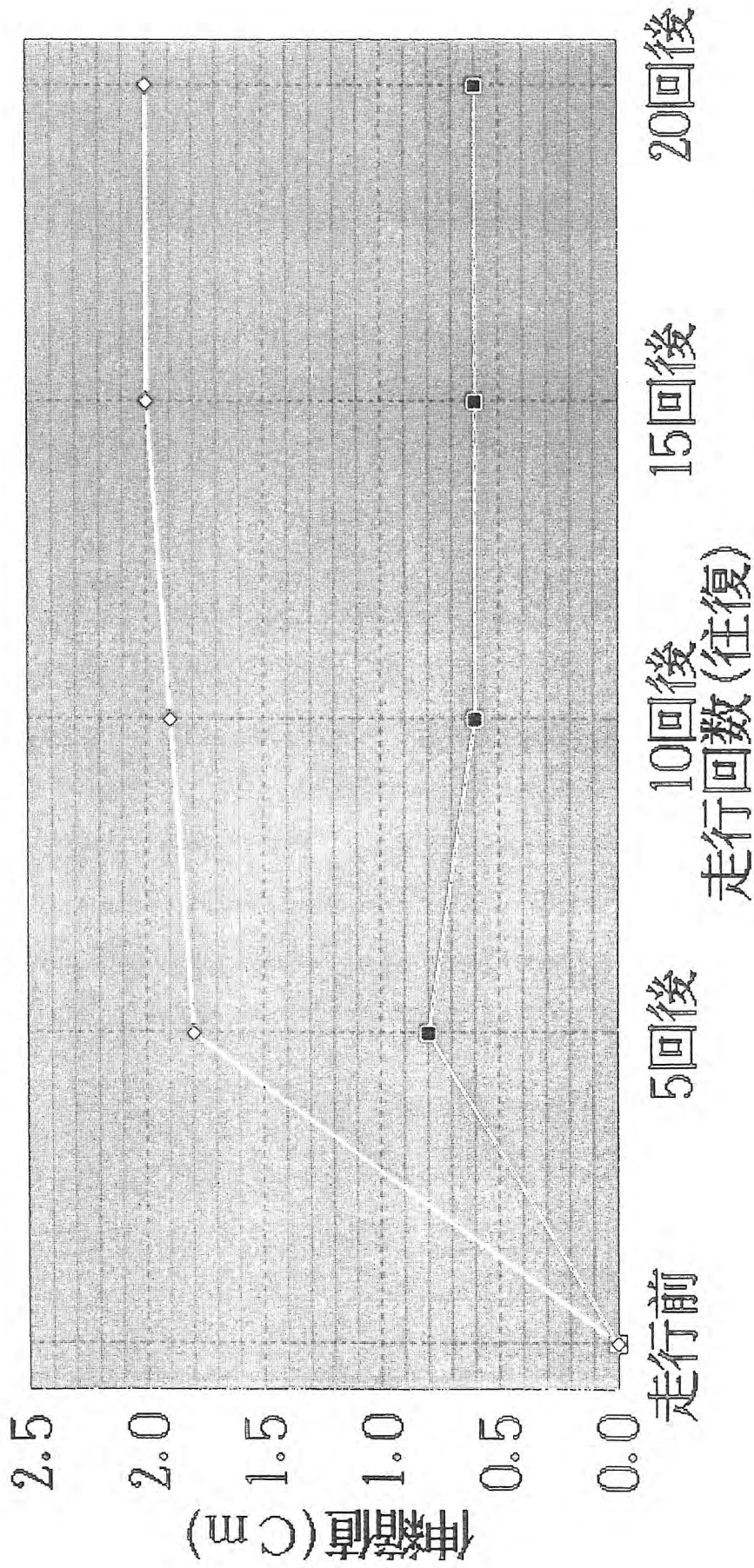
特殊フトン管移動・変形データ
A-4



■ 特殊フトン管下部 ◇ 特殊フトン管上部

図-8

特殊フトン管移動・変形データ
A-6



■ 特殊フトン管下部 ◇ 特殊フトン管上部

○ 試験調査結果の集約

① 5回往復後の調査で、移動は、特殊フトン籠の上部で最高1.7mm、下部では最高1.3mmでした。

また、変形については、最高1.2mmでした。

② 10回往復後の調査で、移動及び変形は、グラフでも解るように水平方向に移動していることから、ほとんど変化がなく良好な状態でありました。

(4) 球体落下試験 (CBR値)

一定の路床条件を確保するため、路床の3箇所について、路床を締め固め後、山側・中央・谷側のCBR値を測定しました。

試験の結果は、次の表(表-5)のとおりでした。

表-5

箇所	試験箇所			平均
	A-2	A-4	A-6	
山側	5.7	6.0	5.0	5.7
中央	5.5	6.0	5.0	5.5
谷側	5.0	5.5	4.5	5.0

路床支持力の目安としては、トラックが入れる程度のCBR値5程度以上を確保すべきものであると考えられます。

(5) 透水性

ベープマットの繊維面に予め散水し飽和状態にした後、路体の中央に着色した水を散水し、路肩部分までに到達した時間を測定しました。

試験の結果、次の表(表-6)のとおりです。

表-6

区分	試験箇所			平均
	A-2	A-4	A-6	
測定時間(秒)	26	24	27	25.7
散水した箇所から路肩まで迄の距離(m)	4.0	4.5	4.5	4.3
m当たりの時間(秒)	6.5	5.3	6.0	6.0

透水性については、試験結果、問題ないものと思われれます。

(6) 路床の状況

移動及び変形調査後、敷砂利を掘り起こし調査した結果、ベープマット下の路床状況は施工時と変化は、見受けられませんでした。

7. 新路体林道工法の施工に当たっての留意事項

今回、試験施工した結果と、従来の新路体林道工法の問題点とあわせ、次の点に留意し実行する必要があると考えられます。

- (1) 切取法面からの小崩落を防止するため、速やかに緑化工をするなど切取法面の安定を図る必要があります。
- (2) 通行車両に付着した土砂等の侵入によって路盤材の目詰まりが避けられないことから、締め固めが可能な範囲で、できるだけ細粒径の碎石を使用しないようにする必要があります。
- (3) 今回、特殊フトン籠を使用した場合の試験施工で、透水性を確保し締め固めの可能な碎石の混合割合（粒度分布）についての目安を得ることができましたが、碎石の変質及び路線の縦断勾配等条件の変化に応じ対処する必要があると思われます。
- (4) 路床及び路盤材の締め固めは、振動ローラー等により十分転圧する必要があります。
- (5) 路床が軟弱の場合は、路床土の切り返しなどを行い、一定の条件を確保する必要があります。

8. 新路体林道工法の特徴

新路体林道工法についての試験施工及び経過観察を行ってきたところでありますが、この工法の特徴を集約すると、次のとおりであります。

- ① 側溝を省くことにより、切取土量及び残土処理量の減少等、林道開設の経費節減が図られます。
- ② 林道敷地面積が少なくなり林地保全面からも有利であります。
- ③ 斜面上方及び路体上からの雨水は、林道にしや断されることなく、下方林地に分散排水処理され、下方林地の植生環境を変えることなく、林道を開設することができます。
- ④ 雨水が路盤材に透水されることから、路盤表面上の流下がなくなり、林道の路肩欠壊等の災害を防止することができます。
- ⑤ 路体が安定することから、将来の林道維持修繕の敷砂利補充の軽減が図られます。

(参考)

項目	規格	単位	価格
普通フトン籠	8 # 網目 13 cm D = 1.2 m H = 0.6 m	m 当たり	2,530
特殊フトン籠	8 # 網目 13 cm D = 1.5 m H = 0.4 m	m 当たり	7,240
ベープマット	PVF-10	㎡ 当たり	2,200

9. おわりに

林道の開設に当たっては、これまで以上に自然環境の保全に配慮した施工を求められている中で、新路体工法は、車両の走行性を確保するとともに、路体自体に排水機能を持たせ、雨水を広く林地に拡散還元する工法であり、自然保護を図る上からも、今

後の林道開設のあり方に大きな変革をもたらす工法であると思います。

過去、数年間に亘り行った試験施工及び経過観察で、路盤の透水性・路床の安定については、一定の成果を得ていましたが、これに加え今回の試験施工で、路盤の安定を図ることができたので所期の目的は、ほぼ達成されたものと思われます。

なお、特殊フトン籠については、完成後、間もないことから、籠の移動及び変形等について、今後とも経過観測を行っていきたいと考えております。