

一点載荷試験による路盤の調査と検証

岩手南部森林管理署 業務グループ 一般職員 畑田 宏

1. はじめに

森林・林業再生プランでは、路網の整備を重点課題の一つと位置づけており、特に林業専用道の整備が必要とされています。

路網の作設には、経済性と耐久性の両立が求められており、現在、東北森林管理局では、コスト削減の観点から、上層路盤を転圧することで路盤材の縮減を図りつつ、耐久性のある路体を作る試みがなされています。

路盤材を縮減した場合でも、これまでの林道と同等の耐久性があるのかを検証するために、一点載荷試験による路盤の支持力および沈下量の調査を行いました。



写真1. 20cm 敷均し路盤



写真2. 10cm 転圧路盤

2. 調査方法

(1) 耐久性に関する指標の検討

路網の耐久性に関する指標について検討をしました。車両の荷重や衝撃で道路が変形したり破壊されないことが重要と考え、現地で簡易に測定でき、分かりやすい指標として支持力と沈下量を用いることにしました。

(2) 支持力と沈下量の調査方法

車両の重量は図1のように輪荷重として路盤にかかり、路床の支持力が反力として作用します。それによって、道路に沈下が生じます。

支持力簡易測定装置は、地盤工学会基準の平板載荷試験 (JGS 1521) をもとに、任意の一点の荷重とその時の沈下量を計測 (一点載荷試験方法) することにより、許容支持力を推

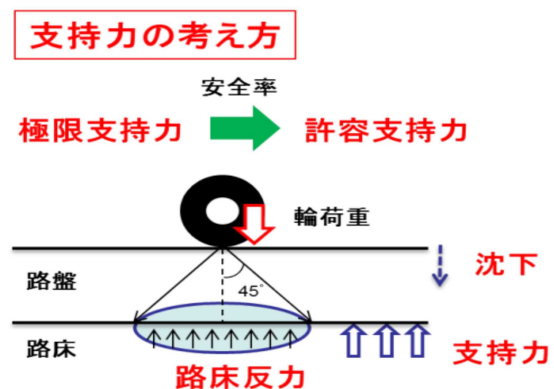


図1. 支持力と沈下量の模式図

定するものです。

本調査では、土力計（財団法人 林業土木コンサルタンツ技術研究所 JFEC-99.2）を用いました。土力計による計測は、軟弱な土質地盤および古い堆積地盤等の地山状態の地盤を対象としており、舗装を行わない林業専用道の路盤の調査に適していると考えました。

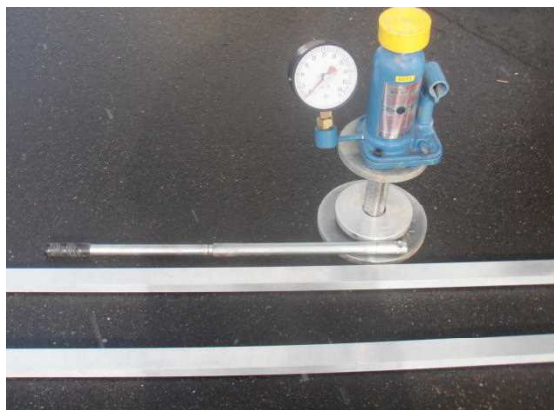


写真3. 調査に用いた土力計



写真4. 測定の様子

(3) 調査箇所の概要

調査は、当署管内で平成25年度に新設した餅転林道で行いました。路盤材を縮減した新工法の路盤で、盛土箇所と切土箇所のそれぞれ2箇所、計4箇所計測しました。切土箇所は傾斜の急な箇所と緩やかな箇所、それぞれ2回ずつ計測を行い、盛土箇所は1箇所につき1回の計測を行いました。

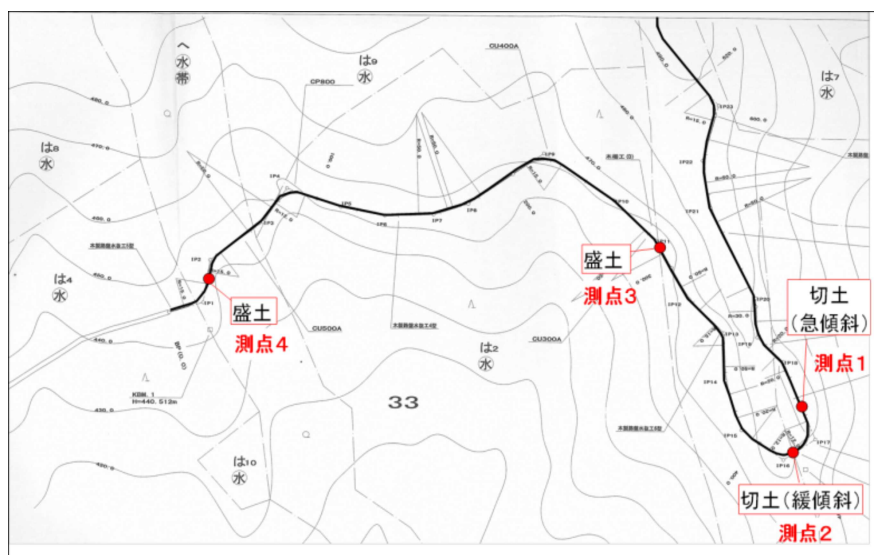


図2. 調査箇所（餅転林道）

3. 調査結果

調査の結果、新設箇所の沈下量は、最小値3.0mm、最大値9.0mmであり、許容支持力は最小値139kN/m²、最大値363kN/m²でした。また切土箇所と盛土箇所では、支持力が2倍以上異なる結果となりました。

切土箇所における沈下量の平均値は3.25mm、許容支持力の平均値は349.5kN/m²であり、砂利層の支持力(300kN/m²~600kN/m²)の範囲でした。傾斜による違いは、盛土箇所ほど見られませんでした。

盛土箇所における沈下量の平均値は8.00mm、許容支持力の平均値は155.0kN/m²となり、普通砂質層の支持力(100kN/m²~400kN/m²)の範囲でした。

盛土箇所における2箇所の沈下量の違いは、測定箇所の盛土高や盛土材料によるものと思われます。

表1. 沈下量および支持力の結果

土工種	測点	荷重 [kN]	沈下量 S [mm]	許容支持力 [kN/m ²]
切土 (急傾斜)	測点1	15	3	345
		15	3	345
切土 (緩傾斜)	測点2	15	3	345
		20	4	363
盛土	測点3	15	7	171
	測点4	15	9	139

表2. 土工種ごとの沈下量及び支持力

土工種	平均沈下量 [mm]	平均許容支持力 [kN/m ²]
切土箇所	3.25	349.5
盛土箇所	8.00	155.0

餅転林道 沈下量調査結果

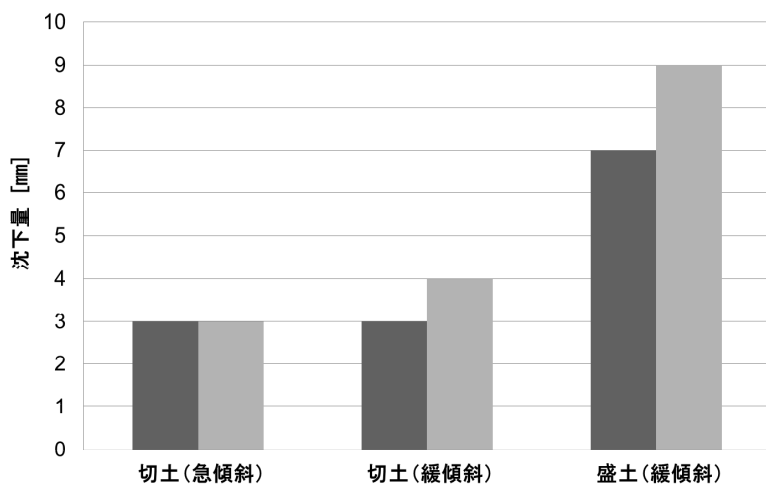


図3. 沈下量の調査結果

4. 考察

今回の支持力の調査結果と道路橋の設計におけるトラックの輪荷重¹⁾を比較検討しました。

道路橋の設計におけるトラックの輪荷重等は表3のとおりです。25 tトラックの単位面積当たりの輪荷重は、前輪および後輪ともに980kN/m²になります。

表3. 道路橋の設計におけるタイヤ荷重

橋の等級	荷重	総荷重W [kN]	前輪荷重 0.1W [kN]	前輪接地面積 [m ²]	後輪荷重 0.4W [kN]	後輪接地面積 [m ²]	m ² 当たりの荷重 [kN/m ²]
1等林道橋	T-25	245	24.5	0.025	98	0.1	980
2等林道橋	T-14	137	13.7	0.025	54.9	0.1	550

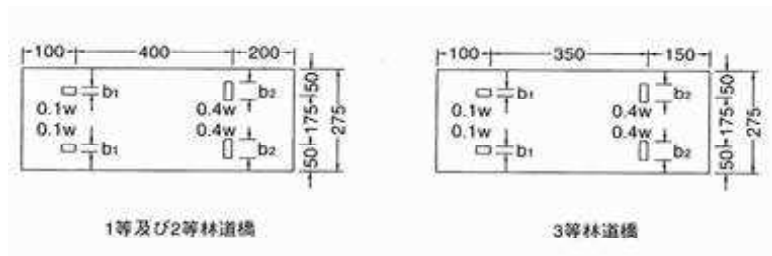


図4. 林道橋の設計におけるタイヤの荷重の考え方

餅転林道の切土箇所における許容支持力の平均値は349.5kN/m²ですが、極限支持力に換算すると1048.5 kN/m²（安全率 3）となります。極限支持力以上になると、土は破壊すると考えられます。餅転林道の切土区間では、25tトラックの単位面積当たりの輪荷重は、極限支持力より小さいので25tトラックは通行可能と考えられます。

盛土区間は極限支持力に換算すると465kN/m²になり、25tトラックの単位面積あたりの輪荷重を下回っています。そのため、路盤の支持力に関する調査事例や基準値についてさらに調べて検討しました。

路盤の支持力に関する基準については、セメントコンクリート舗装道路の路盤における設計基準がありました²⁾。この基準では、大型車交通量が1日100台未満の場合、地盤反力係数K_sは15kg/cm³とされています。

地盤反力係数と支持力については、次のような関係にあります（道路の平板載荷試験 JIS A1215）。

$$K_s = \frac{P}{S}$$

K_s : 地盤反力係数 (MN/m³)
 P : 載荷圧力 (kN/m²)
 S : 沈下量 (mm)

舗装道路の場合、沈下量が1.25mmの場合の載荷圧力を用いて地盤反力係数を算出します。地盤反力係数 15kg/cm³を単位換算し、沈下量1.25mmの場合の載荷圧力を算出すると、184kN/m²となります。これは、餅転林道の盛土区間の許容支持力と同じ程度です。

また、20tトラックを用いた埋設パイプラインの影響調査³⁾でも、平板載荷試験による路盤の支持力は159kN/m²となっています。

餅転林道の盛土区間の支持力は、以上の基準値や調査結果と同じ程度であり、盛土区間も大型トラックが十分通行できると考えられます。

5. 今後の課題

今回、調査を行った餅転林道において、路盤材の敷厚を20cmから10cmにすることで、工事価格で43万7000円のコスト縮減をします。

切土箇所の土質や盛土の高さなどに応じて、適切な転圧回数や路盤材の敷厚を検討することで、さらに経済性と耐久性を実現した林業専用道を作ることができると考えます。また、耐久性が高まることにより、維持修繕費も低減できると思われれます。

具体的には図5のように、盛土の高さや切土の土質区分に応じた施工基準を設けることをイメージしています。

盛土については、盛土の高さが高くなるほど転圧回数を増やし、碎石の敷厚も増やします。切土については、砂質土、粘性土、礫質土、岩塊・玉石の土質区分に応じて、転圧回数と碎石の敷厚を決定します。

このような路盤材の敷厚および転圧回数の施工基準を確立するためには、今後、より多くの箇所でデータを継続して収集する必要があります。

また、路盤材を縮減した林業専用道を、素材を積載したトラックがまだ走行しておらず、車両の走行による検証も必要です。

イメージ図

		1.0m 未満	2.0 ~3.0m	3.0 ~4.0m	4.0 ~5.0m
盛土	盛土高	1.0m 未満	2.0 ~3.0m	3.0 ~4.0m	4.0 ~5.0m
	転圧回数	2~3回	5~6回		なし
	碎石敷厚	10cm		15cm	20cm
切土	土質区分	S1	S2	S3	S4
	転圧回数	5~6回		2~3回	
	碎石敷厚	15cm		10cm	

図5. 土工種に応じた施工方法のイメージ

しかも、支持力簡易測定装置による調査には、バックホウが必要で時間もかかります。今後、複数の林道で調査を行いデータを収集するには、さらに簡易な調査方法も必要になると考えられます。

以上の課題に対して調査を進め、これまで積み上げてきた施工の実績や経験を、土質試験等によりデータ化して比較検討できるようになれば、現場に役立つものになると考えます。

参考文献

- 1) 日本道路協会：平成23年林道必携（技術編）
- 2) 鹿島出版会：語り継ぐ舗装技術
- 3) 濱中 亮：車両輪荷重が舗装道路下の埋設管に及ぼす土圧の評価手法に関する実験的検討 土木学会舗装工学論文集 第14巻(2009)