

立曳工法における転がり抵抗

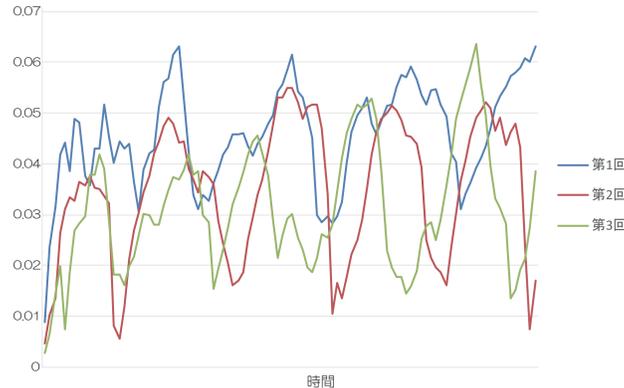
D-10

松本朗、益野洋一、堤剛、加藤岳大、山本幹雄 [以上 5 名株式会社富士植木]

立曳工法における転がり抵抗を実験と現場において計測したので報告する
その結果を踏まえ、伝統的工法の今後の在り方について考察する

■ 実験による計測結果

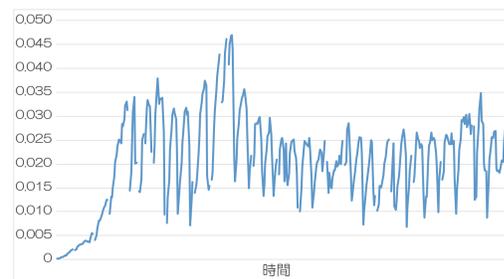
すべて実際の施工と同じような状態で計測を行った。道路路盤と同程度の強度を持った水平な道路にミチイタを敷き、コロ、コシタ、カンザシを組んで曳いた。ただし、荷重は樹木ではなく鉄板（約 20 トン）で代用し、ワイヤーは人力ではなくバックホウで曳いた。コシタは4.5と6Mものを使い、コロ間隔も変えるなどして数種類の計測を行った。施工体制も実際と全く同じ配員で施工した。ワイヤーにテンションメーターを接続して、その数値を 10 秒ごとに読み取った。



上：実験による転がり抵抗の計測
左：バックホウ-メーター-本体
右：テンションメーター

❖ 測定結果

- 転がり抵抗の値は、測定ごとに異なるものの大まかには同じようなパターンを示した
- 転がり抵抗の値は、おおむね 0.01-0.06 であった
- コロがミチイタの継ぎ目を超えるときや向きが曲がった時に最大値を示すことが多かった



有栖川宮記念公園における立曳工事（2018年）

■ 施工現場での計測結果

昨年、都内で行われた立曳き工事において計測を行った。想定重量 78 トンのクスノキで、使用道具は 6M のコシタである。テンションメーターは反力を得るためのアンカー部分に設置し、10 秒ごとの数値を記録した。

❖ 測定結果

- 転がり抵抗の値は、おおむね 0.01-0.04 であった

■ 機械工学における転がり抵抗との比較

転がり抵抗とは、ボールやタイヤなどの球や円盤、円筒状の物が転がる時に、進行方向と逆向きに生じる抵抗力のことをいう。機械工学では、路面を十分に平面上にし車輪を十分に円形にして、いわば工学的に理想化された状態で測定された値（転がり抵抗係数）がすでに知られている。

車輪/路面の種類	転がり抵抗係数
鉄道車輪/レール	0.0002 - 0.001
自転車用タイヤ（内圧約8気圧、50km/h）	0.0022 - 0.005
自動車用タイヤ/SAE J1269計測	0.0062 - 0.015

代表的な転がり抵抗係数（ウィキペディア「転がり抵抗」より作成）

立曳工法における転がり抵抗もこの概念に含まれるが、形状が理想的ではないことによる影響、材料が木であり鉄やゴムではないことによる荷重たわみ特性の違いが強く表れることが想定され、既知の値を使うことはできないと言われている。

立曳を伝統的に実施してきた者の間では、おおまかに樹木重量の 1～2 割と言いつて伝えられてきたが、今回の計測結果はそれよりも小さく、1 割を超えることは無かった。立曳は建築の曳家に大変似ているが、右表からもその値は立曳きよりもかなり小さいと考えられる。

■ 伝統的工法の今後の在り方

社会全体が近代化する中で、さまざまな技術や工法も近代化が促進されてきた。しかし、大径木移植のひとつである立曳工法は、依然として伝統的である。しかも、廃れるどころか最近では需要がやや増えつつあるようにさえ見える。それは、都市化が進んだ都市内では大径木が大変貴重になり、大きな重機が利用できない場所でも施工可能なことや、工法の特徴として樹形を損なうことが少ないことなどに好感が持たれているからだと思われる。

一方、近代化の中では、さらなる安全確保や効率の良い施工が求められるとともに、科学的な説明が求められることが多くなった。たとえば、ワイヤーロープにかかる荷重はいくらかと問われても、一般に伝統工法は数字で答えることが難しい。もちろん、科学的説明が難しいからといって、その工法が一概に不適切だとはいえないし、むしろ長い時間経過の中で多くの経験に基づき洗練されてきた技術も少なくない。立曳工法もそのひとつであると考えられるが、今後はそのような求めに応えられるようにする必要もある。

ここでは立曳工法の荷重について扱ったが、荷重以外にも課題はある。今後とも伝統的な技術をもとに、科学的な手法や表現方法を使用しつつ、社会に求められる形の技術改良を進めていくことが必要と考えている。



谷中霊園における立曳工事（2014年）