

丸太筋工を用いたのり面緑化工の丸太腐朽と根系成長を考慮した安定性の試算

ハザマ 正会員 今井 久, ○池田 穰
長野県林業総合センター 正会員 柴田直明

1. はじめに

のり面の緑化では、従来、草本類による緑化がなされていたが最近では木本類による緑化が採用され、新しい事例としては建設中の圏央道や北関東道の盛土のり面(写真-1)に見られる。木本類による緑化は景観・環境保全の観点と共に大気中の二酸化炭素が吸収・貯蔵され、温暖化対策としての効果も期待される。一方、木本類による緑化は草本類に比べ成長が遅く、のり面の施工初期において法面侵食の懸念がある。これに対して、施工の初期においては丸太にてのり面を安定化し、丸太腐朽後は木本根系にて安定化を図る方法が考えられる。本報では治山に用いられる丸太筋工を利用した木本類によるのり面緑化を想定し、使用される丸太の腐朽と木本類根系の成長を考慮したのり面表層部安定の経過年数に伴う変遷に関する試算検討結果について報告する。

2. 丸太筋工

丸太筋工¹⁾は、治山工事で崩壊した山腹に間伐材等の丸太や円柱加工材を柵状に配置し、斜面表土の流出防止を図り、早期に植生回復をはかる工法(図-1, 写真-2)である。時間の経過と共に自然に還元されるため環境にも優しい工法とされる。丸太筋工には図-1 左: 断面の三角形で示す客土部分の荷重を保持する機能が求められ、杭木はその地際におけるせん断抵抗力、横木は梁(スパン L) としての曲げ強度が要求される。

3. 仮想した丸太筋工と計算条件

のり面(勾配 1:1.5)に径 120mm の丸太を使用した丸太筋工の安定性を検討する。図-2～図-4 に丸太筋工の断面、客土に作用する力、横木のモデル化と荷重設定、表-1 に仮想した斜面と丸太筋工の基本諸元を示す。

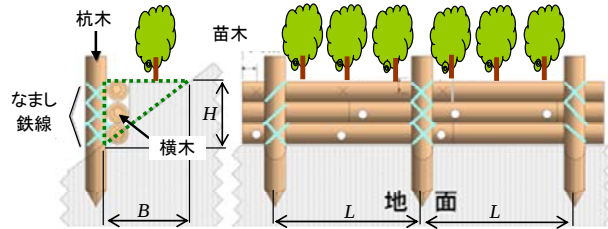


写真-1 道路盛土のり面の木本類 写真-2 丸太筋工の施工状況

図-1 丸太筋工のイメージ (左: 断面, 右: 正面)²⁾

表-1 斜面, 丸太筋工の基本諸元 (許容応力度は平成 20 年度森林土木構造物施工マニュアルによる)

項目	斜面勾配	小段高さ	小段奥行き	客土密度	杭間隔	横木本数	丸太径	曲げ許容応力度	せん断許容応力
記号	θ	H	B	ρ	L	n	D	σ_b	σ_s
単位	DEG	m	m	Mg/m ³	m	本	mm	MPa	MPa
値	34	0.48	0.72	1.5	1.8	4	120	5.7	0.5

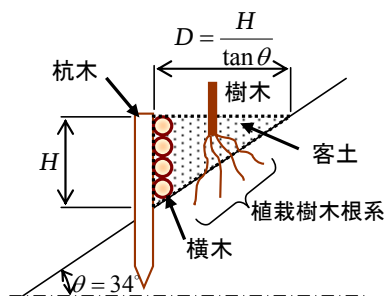


図-2 丸太筋工断面

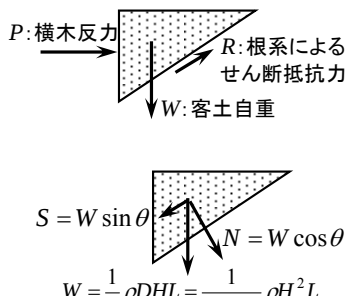


図-3 客土に作用する力

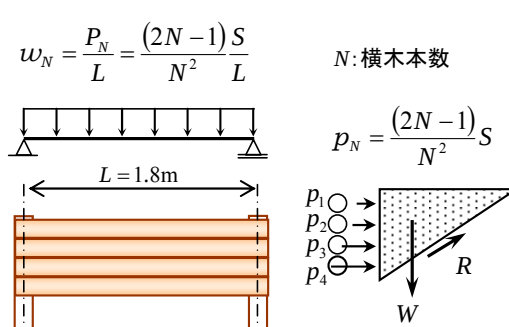


図-4 横木の単純梁へのモデルと荷重設定

キーワード: のり面緑化, 木材利用, 温暖化対策, 斜面安定

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 株式会社間組 技術・環境本部 TEL 029-858-8810

○安定性の検討：杭木の地際におけるせん断力と横木最下部材（上から4本目）の曲げモーメントに関して実施した。丸太は表面より腐朽し有効断面は時間の経過と共に減少，応力度は増加する。一方，植えられた木本根系はのり面深部へと伸張，根径は増大して滑動に対するせん断抵抗力が増して丸太筋工への負担を軽減する。したがって，丸太の腐朽速度と根系の成長速度の評価により丸太筋工の安定性が推定できる。

○丸太の腐朽速度：石川³⁾は木製護岸工の耐朽性調査により曲げ強度と腐朽速度の評価方法を検討，木材の腐朽速度は2～5mm/yであることを示した。また，吉野⁴⁾らは丸太筋工のピロディン試験により丸太の経年変化を調査しその評価方法を提案している。著者らは吉野らの調査結果と石川による評価方法を参考に丸太筋工の丸太材腐朽速度を算定し，腐朽速度の経時変化を二次関数で近似しモデル曲線とした（図-5）。この結果から腐朽速度は2～4mm/y程度となる。

○根系の成長速度とせん断抵抗力：著者らは12年経過したシラカシ等による緑化工の成長量，根系引抜き調査を実施⁵⁾した。この調査で根径成長速度が0.8mm/y，せん断抵抗に寄与する根系は樹木1本あたり4～6本程度の存在することを確認し，根系引抜き調査結果として根系直径と引抜き抵抗との関係を図-6に示す。

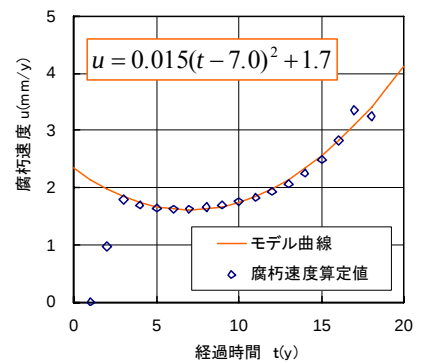


図-5 根系腐朽速度の経時変化

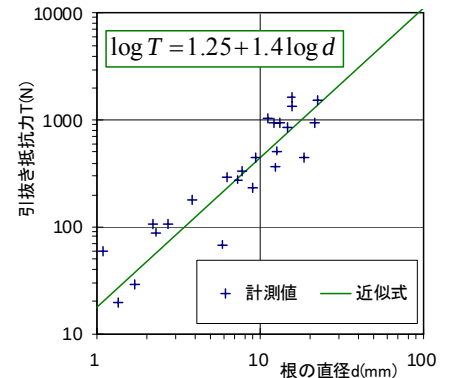


図-6 根の直径と引抜き抵抗力

4. 丸太の腐朽と根系成長を考慮した安定性計算の結果

安定計算は，1)滑動力に対する杭木および根系のせん断力（降雨によるせん断力30%低下を考慮⁶⁾），2)せん断荷重による横木載荷部材の曲げモーメントについて実施した。計算結果として杭木の滑動力に対するせん断抵抗の変遷（図-7）と腐朽速度が異なる場合の合成安全率の変遷（図-8）を示す。また，最下部横木の滑動力による曲げ荷重に対する合成安全率の変遷を図-9に示す。図-7で滑動力は一定，杭木抵抗力は腐食により低下，根系抵抗は成長に伴い根径が太くなり増加，杭木と根系の抵抗力を合わせた抵抗力が合成抵抗力で始めは低下し，9年間で増加する。本試算では腐朽速度が3mm/y以下であれば安定な状態が維持される。

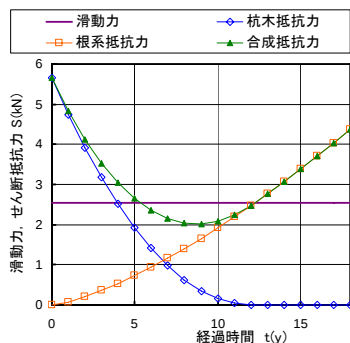


図-7 せん断力の変遷（腐朽速度5mm/y）

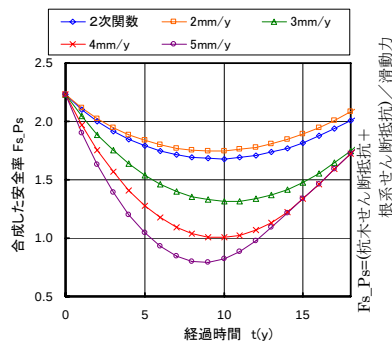


図-8 合成した安全率（せん断力）

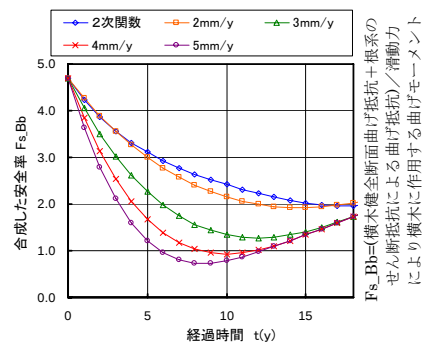


図-9 合成した安全率（曲げモーメント）

5. おわりに

丸太筋工によるのり面緑化を例にて，木材の腐朽と根系成長による緑化工やのり面表層部の安定性についていくつかの仮定と調査データに基づき，定量的な安定性評価手法とその適用事例を提示した。本手法を適用し，安定性を確保した木材利用，緑化の促進により温暖化対策，炭素吸収効果⁷⁾が期待される。

謝辞：本調査の一部は2008年度鹿島学術振興財団研究補助金の支援を受けて「土木構造物における木材腐朽に関する横断的研究」の一環として実施したものです。ここに記し，お礼申し上げます。

【参考文献】1) 林野庁監修：平成20年度森林土木構造物施工マニュアル，pp.18-19，2008，2) 吉野安里，柴田直明ほか：治山丸太筋工における木製構造物の経年変化，第54回日本木材学会研究発表要旨集，p.409，2004，3) 吉野安里，柴田直明ほか：治山丸太筋工における木製構造物の経年変化（Ⅱ），第55回日本木材学会研究発表要旨集，p.139，2005，4) 石川芳久：第114回生存圏シンポジウム要旨集，pp.1-29，5) 今井久，山口修一，池田穰，黒川潮：樹木ポット苗による緑化のり面の樹木根系調査，砂防学会研究発表会概要集，pp.122-123，2008，6) 北原曜：森林根系の崩壊防止機能，水利科学，No.311，pp.11-37，2009，7) 池田穰，今井久，山口修一：ポット苗樹木による斜面緑化の経時変化－樹木の成長と二酸化炭素の固定－，第17回地球環境シンポジウム講演集，pp.191-196，2009。