

# 樹木を残したのり枠工の樹木引張り現地試験

建設省土木研究所 急傾斜地崩壊研究室 ○濱田 誠・金子正則・門間敬一

## 1. はじめに

近年、自然環境や、景観に配慮した急傾斜地崩壊防止工事の一つとして、元々斜面に存在している樹木を残してままで、のり枠工を施工するようになってきた。<sup>1)</sup> (以下、樹木を残したのり枠工と言う。) 樹木を残したのり枠工を施工した場合には、樹木がのり枠に何らかの影響を与えていると考えられる。例えば、樹木を残したのり枠の樹木に強風が作用した場合には、樹木は倒れようとするが、その時には、倒れようとした樹木、特に根系によって、何らかの力がのり枠に作用すると思われる。場合によっては、のり枠に破壊させるような力がのり枠に作用する可能性も考えられる。そこで、斜面上部からの強風によって樹木に与えられる力を斜面下部からの引張りの外力を与えることで再現し、その与えた引張りの外力によって、樹木がのり枠に与える影響(のり枠にかかる力と挙動)を計測することを目的として、千葉県佐倉市の急傾斜地崩壊対策事業として施工されたのり枠工において、平成9年11月に「樹木を残したのり枠工の樹木引張り現地試験」を行い、その試験結果を報告するものである。

## 2. 試験概要

現地の地質は成田層群を基盤として表面にはほぼ関東ローム層で覆われている。表土は50cm程度であり、主に構成する土質はローム及び砂質土であり、一部、硬質粘土も存在する。

樹木を残したのり枠工の対策工概要及び斜面・樹木の諸元を表-1、表-2に示した。

樹木引張り現地試験<sup>2) 3)</sup>は、試験木であるアラカシを高さ約2.00mに伐採し、試験木の1.35m付近にワイヤーロープを引っ掛け、斜面下の平地部に載荷重を満足させる固定端として、バックホウ1台を配置した。樹木とバックホウに結びつけたワイヤーロープの間には、載荷するためのチェーンブロックと荷重測定するためのロードセルを接続した。樹木の載荷及び除荷はチェーンブロックの巻き上げ、巻き下げによって行い、基本的には、1分間に100Kgfずつ載荷し、その荷重を4分間保持した後に、新たに次の荷重を載荷するという形で行った。引張荷重は最大荷重2,200Kgfまで載荷し、最大荷重2,200Kgfでは20分間程度保持し、その後は1分間におおよそ1,000Kgf程度の荷重を除荷していった。

表-1 対策工概要

梁断面	30cm×30cm
枠内間隔	2.0m×2.0m
鉄筋径	D13mm
主アンカー鉄筋径	D19mm
主アンカー鉄筋長	1.0m

表-2 斜面・樹木の諸元

樹種	アラカシ
樹高	9.0m
胸高直径	21.4cm
根元直径	24.8cm
樹冠長	4.7m
樹幹幅	3.0m
地上部重量	183Kg
斜面勾配	平均47°

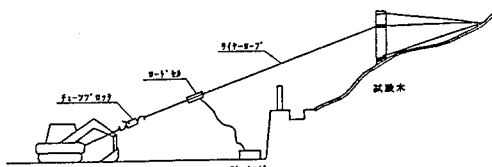


図-1 引張り試験概略図(横断面)

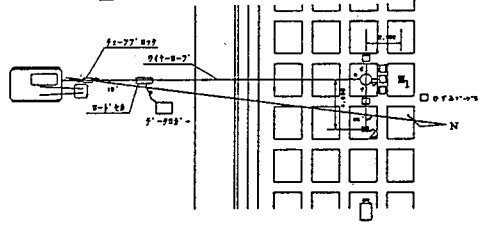


図-2 引張り試験概略図(平面図)

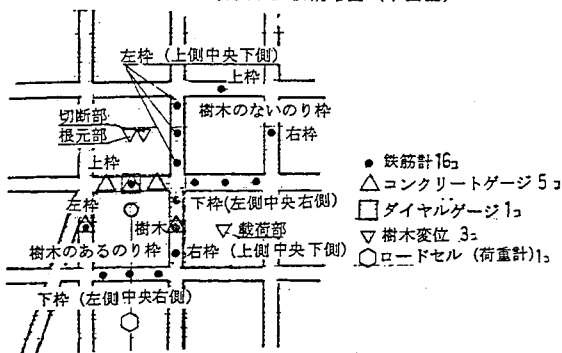


図-3 計測機器配置図

樹木の計測としては、引張った樹木の根元部(地上高0m)、載荷部(地上高1.35m)、切断部(地上高2.00m)に変位計を設置し、変位を測定した。

のり枠の計測として、のり枠の内部の鉄筋歪み、表面のコンクリート歪み、浮き上がり量の測定を行い、のり枠の内部の鉄筋歪みは、樹木のあるのり枠と、樹木のないのり枠にそれぞれ8箇所ずつ計16箇所の鉄筋計を、のり枠吹付前にのり枠内部に設置した。のり枠表面のコンクリート歪みは、歪みゲージを樹木のあるのり枠の表面に5箇所設置した。のり枠の浮き上がり量はダイヤルゲージを樹木のある上枠中央に設置した。引張試験概略図の横断面を図-1、平面図を図-2、計測機器配置図を図-3、荷重載荷図を図-4に示した。

## 3. 試験結果

樹木の計測では、樹木の切断部の変位が引張荷重200Kgf以上になって変位し始め、1,200Kgfまでほぼ一定の速度で変位した。引張荷重1,200Kgf以上になると、4分間の荷重保持時での変位が大きくなり、2,000Kgfまで徐々に変位速度を増加させながら変位している。引張荷重2,000Kgfを超えて最大引張荷重2,200Kgfまでは更に変位速度が早くなった。最大引張荷重2,200Kgfを5分程度保持したときに根の切れる音が聞こえたのが確認され、その後、一時的

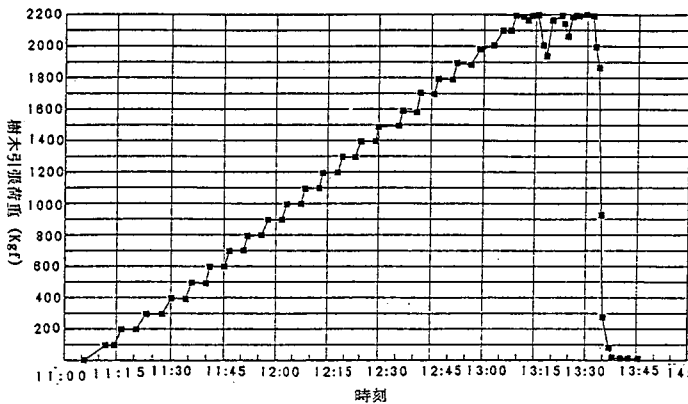


図-4 荷重載荷図

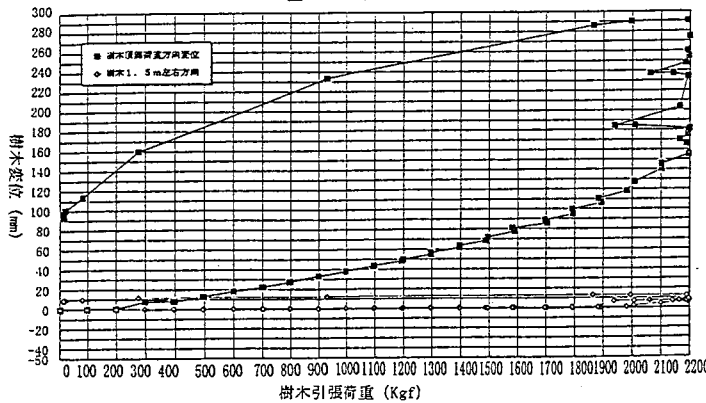


図-5 樹木変位図

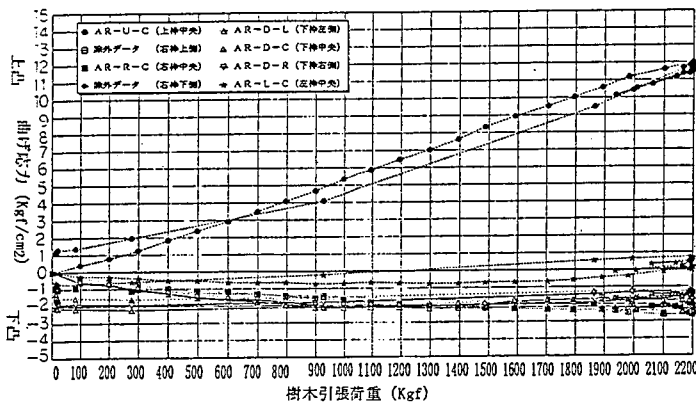


図-6 樹木のあるのり枠の曲げ応力図

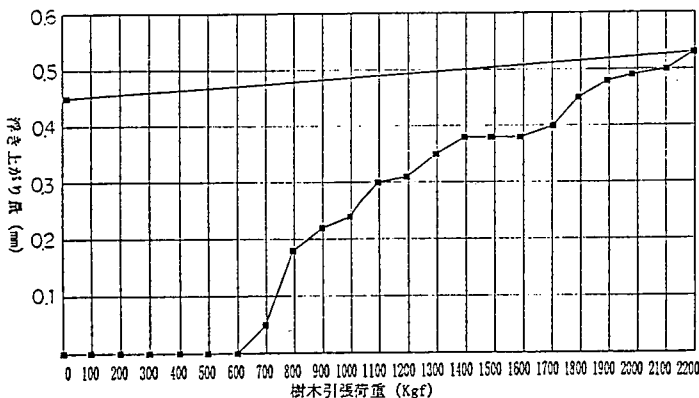


図-7 樹木のある上枠の浮き上がり量

に最大引張荷重2,200Kgfを保持するのが困難になり、変位が急激に伸びた。最大引張荷重2,200Kgfを保持している約20分間の間に約135mm変位し、変位量は290mmにも達した。引張荷重を完全に除荷すると、残留変位は93.8mmであった。水平方向の変位は、引張荷重2,000Kgfまで変位せず、その後斜面下から向かって左側に約12mm変位した。根元部の変位は欠測となった。樹木変位図を図-5に示した。

また、試験後の地盤状態を確認すると、樹木の根元で5mm程度のクラックが発生していた。

のり枠の内部の鉄筋歪みは、フックの法則等に基づいて、のり枠表面の曲げ応力に換算した。のり枠表面の応力は、樹木のある上枠中央で、荷重当初より上に凸の応力が発生しており、最大引張荷重2,200Kgfの時に、最大曲げ応力12Kgf/cm<sup>2</sup>の数値を示した。また、樹木のある左枠中央で、最大引張荷重2,200Kgf荷重保持時に、1Kgf/cm<sup>2</sup>弱の上に凸の曲げ応力が発生したが、それ以外の位置では、0~2Kgf/cm<sup>2</sup>程度の下に凸の応力が生じていた。樹木のある右枠上側と、右枠下枠は欠測となった。樹木のあるのり枠表面の曲げ応力図を図-6に示した。

のり枠の表面のコンクリート歪みは、データが一定傾向を示さず、不規則な挙動を示したので、のり枠表面の曲げ応力に換算しなかった。

樹木のある上枠の浮き上がりは、引張荷重700Kgf以上になって発生し、最大引張荷重2,200Kgfの時に、浮き上がり量0.5mmを示した。最大引張荷重2,200Kgf保持時での根が切れた音の後には、浮き上がり量の増加はみられなかった。浮き上がり量は荷重を除荷した後も残留し、残留変位0.45mmを示していた。樹木のある上枠の浮き上がり量を図-7に示した。

#### 4. 考察

樹木のある上枠で、上に凸の応力が発生するのは、樹木のある上枠が樹幹から20cm上部にあり、樹木根系の影響を受けていると考えられる。また、この上枠では、上に凸の最大曲げ応力(12Kgf/cm<sup>2</sup>)が発生したが、これはのり枠表面の引張縁応力<sup>4)</sup>を示していることとなり、こののり枠の吹付コンクリートの引張強度試験結果の最低値17Kgf/cm<sup>2</sup>を下まわり、コンクリートが破壊しないことを裏付ける結果となった。

試験前後に行ったクラック調査では、クラックの拡大や発生は見られず、のり枠を破壊させるような影響がなかったことを改めて確認する結果となった。

#### 5. 終わりに

樹木引張り試験を行うにあたり、多大なるご協力を頂いた千葉県土木部河川海岸課、千葉県印旛土木事務所の関係者の皆様に深く謝意を表します。

#### 参考文献

- 金子正則・門間敬一：既存樹木を残して施工した急傾斜地崩壊防止工事に関する実態調査，平成9年度砂防学会研究発表会概要集，1997
- 二見肇彦・藤平大・門間敬一：樹木根系を考慮した斜面安定評価手法の検討（I）-転倒実験と転倒計算結果の比較-，平成7年度日本緑化工学会研究発表会概要集，1995
- 野々田稔郎・林拙郎・川邊洋・本多深・小藪一志：樹幹引き倒しによる根返りの発生機構，日林誌，78，390~397，1996
- 近藤泰夫・児玉武三：詳解構造力学（I），国民科学社，205~243，1975