

トンネル掘削による地すべり斜面の三次元変位計測挙動に関する考察

山口大学大学院 学 ○山口文司 正 清水則一 正 中島伸一郎
 清水建設株式会社 正 平野宏幸 神澤幸治 宮田 和
 中日本高速道路株式会社 正 白田芳彦

1. はじめに

地すべり地域にトンネルが施工される場合、トンネルの安定性だけでなく、トンネル掘削による地すべりの誘発や不安定化等が懸念されるため、安全監視を目的とした現場計測が必要となる。また、トンネル掘削と地すべり挙動の間の相互作用のメカニズムの解明の観点からも実挙動の計測は重要である。

本研究では、図-1 に示すような地すべりブロックが多数存在する地域でのトンネル掘削現場において、斜面の三次元変位挙動を、GPS 変位計測システムを用いて計測した結果に基づき、トンネル掘削が地すべり挙動に及ぼす影響について考察する。^{1),2)}

2. 現場概要及び計測結果

ここでは図-1 の中央に位置する大規模な地すべりブロック A、M に着目し、下り線のトンネル掘削(図面中央、右から左方向への破線)に伴うブロック A、M の平面的な挙動および主側線 A における断面的な挙動に関して考察する。

図-2 はトンネルの掘削進行に伴う変位ベクトルを平面図と地すべり主測線の縦断図に示したものである。トンネル切羽が地すべりブロック A 内に到達するまで(図-2 上段)、ブロック A 内の計測点 G-3、G-4 の平面変位ベクトルは、地形の等高線とほぼ直角方向、すなわち、斜面のほぼ最大傾斜方向に増加している。また、地すべり縦断面ではいずれの計測点も地すべりブロック A のすべり面とほぼ平行である。次に、切羽が地すべり主測線付近を通過する時期にかけて(図-2 中段)、変位は増加し、縦断面ではベクトルはすべり面の傾斜より下向にトンネル断面内に向かう。この段階では、トンネル掘削の影響を強く受けていることが分かる。この傾向はトンネルが地すべりブロックを通過するまで継続している(図-2 下段)。

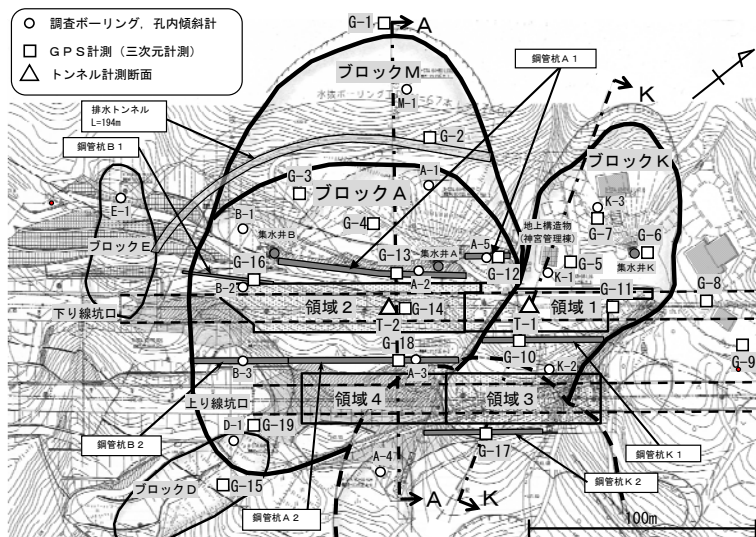
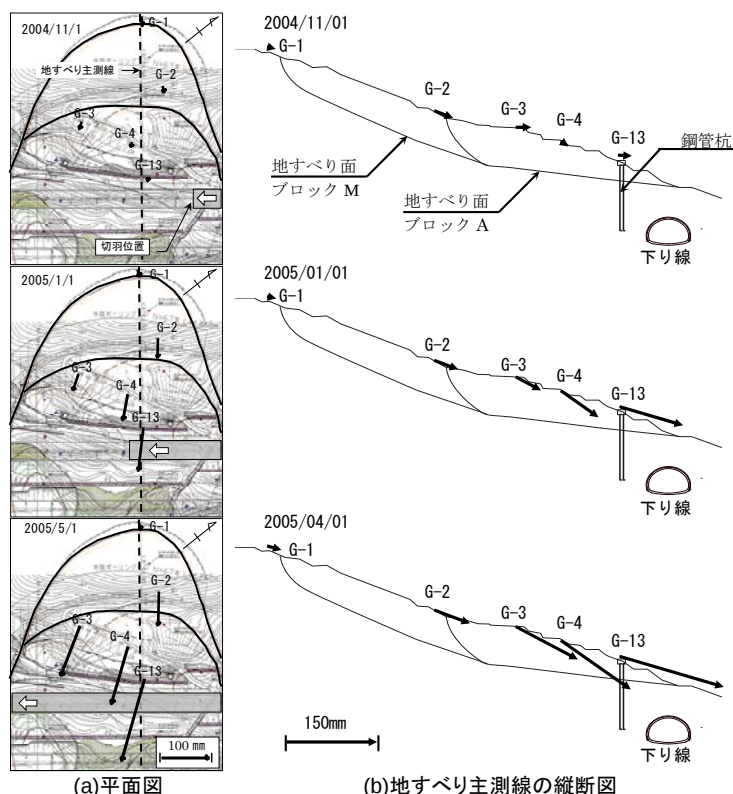
図-1 GPS 変位計測センサー配置平面図¹⁾

図-2 下り線トンネルが地すべりブロック A を通過した時の変位ベクトルの推移

キーワード トンネル掘削, 地すべり, 斜面の安全監視, GPS 変位計測

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科 TEL 0836-85-9334

3. 地すべり挙動とトンネル掘削に伴う沈下

地すべりブロックの地表面の変位は、地すべり面方向の変位とトンネル掘削による沈下が合成されたものと考え、図-2(b)に示す変位ベクトルを、図-3に示す概念図のように計測点の位置する地すべりブロックのすべり面方向と鉛直方向の各成分に分解する。

図-4に分解した変位成分を示す。なお、同図には、トンネル直上のレベル測量による地表面沈下計測点(図-1の計測点 T-2)の計測結果を追加した。

地すべり面に平行な変位成分は、図-4(a)に示すように、トンネルに近い計測点ほど変位量大きいものの、点線で示す掘削影響範囲を越えた範囲においても、同程度の変位が発生した。このことは、地すべりブロックが一体となって挙動していることを示すものと思われる。

一方、地表面沈下では、図-4(b)およびに示すように、トンネル直上の計測点 T-2 において最も大きく、トンネルから離れるに従って小さくなり、トンネル掘削影響範囲から遠い位置にある計測点 G-2 ではほぼ地表面沈下が発生していない。したがって、地表面沈下はトンネル掘削による影響が支配的と見なせる。

以上のように、変位ベクトルを地すべり面に平行な変位成分と鉛直成分に分解し、それぞれの挙動を観察すれば、地すべりの安定性とトンネルの安定性を個々に検討できる可能性があると考えられる。

4. まとめ

トンネル掘削による地表面変位を、地すべり面に平行な成分と、地表面沈下の成分に分解することで、地すべりの挙動が支配的な変位成分と、トンネル掘削の影響が支配的な変位成分に分解された。それぞれの変位成分を観察することで、地すべりおよびトンネル掘削の安定性を評価できるものと考えられる。

また、ここで述べた内容のほか、トンネル掘削によって地すべり変位はトンネル掘削領域の近傍から遠方に向かって広がり、トンネルが通過する地すべりブロックは一体となって変位したこと、トンネル切羽が地すべりブロックの主断面を通過した後の変位増加はトンネル近傍から遠方に向かって徐々に減少し最終的には収束したこと、などトンネル掘削の地すべり挙動への影響、および、掘削後に地すべり変位が収束していく過程が明瞭に計測された²⁾。以上のことから、GPS 変位計測システムの有用性もあわせて確認された。

参考文献

- 1) 平野宏幸・臼田芳彦・神澤幸治・宮田和・清水則一：地すべり地におけるトンネルの切羽補強工と早期閉合による変位制御に基づく情報化施工，土木学会論文集 F，Vol.65，No.3，pp.364-380，2009。
- 2) 平野宏幸，臼田芳彦，神澤幸治，宮田和，清水則一：トンネル施工時における地すべり斜面の三次元変位計測への GPS 変位計測システムの適用とその評価，日本地すべり学会誌，第 48 巻，3 号(印刷中)

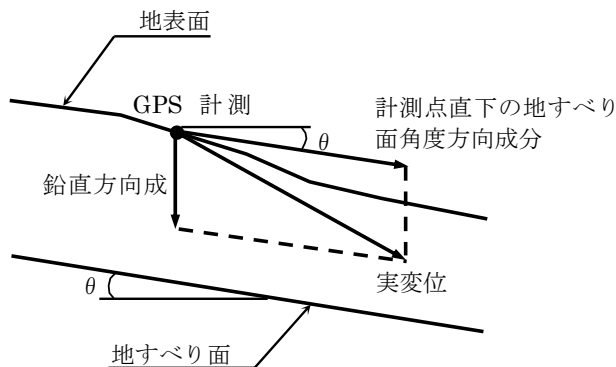
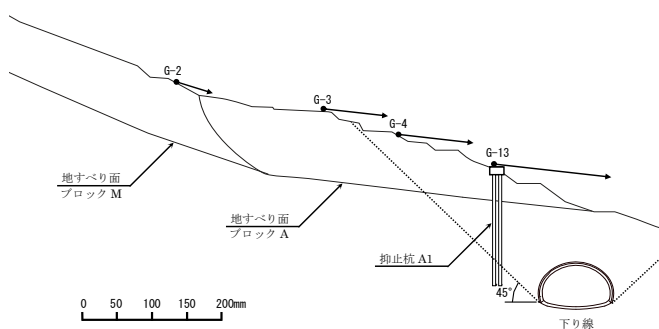
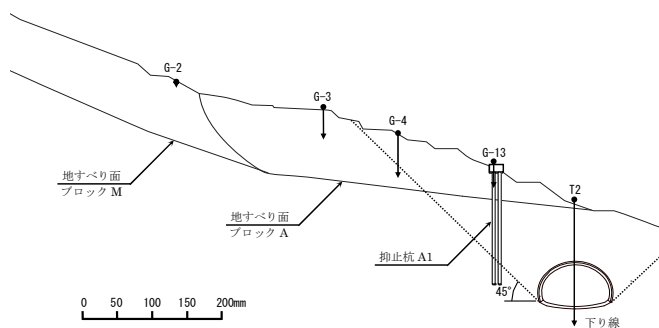


図-3 GPS 変位計測結果の計測点直下の地すべり面角度方向成分と鉛直方向成分への分解



(a) すべり面方向の変位成分



(b) 沈下方向の変位成分

図-4 地すべりブロック A の変位ベクトルの分解