

山岳トンネルにおける地表面沈下の計測に関する考察(その2)

三井住友建設(株) 正会員○高橋 浩 飛島建設(株) 正会員 熊谷 幸樹
 (株)ダイヤコンサルタント 正会員 重田 佳幸 山口大学 正会員 進士 正人
 (株)地層科学研究所 正会員 遠藤太嘉志

1. はじめに

土木学会トンネル工学委員会技術小委員会、山岳トンネル地表面沈下検討部会(部会長:長崎大学 蔣教授)調査・計測 WG では、地表面沈下が問題となるようなトンネル現場での事前調査手法と計測手法について、文献調査およびその分析結果をもとにした考察を行っている。本報は、「山岳トンネルにおける地表面沈下の計測に関する考察(その1)」の続編として、これらの調査過程で得られた知見の一部について紹介する。

2. 地表面沈下の管理方法

トンネル上部の地表面沈下は、「山岳トンネルにおける地表面沈下の計測に関する考察(その1)」の3節で述べた手法により実施されているが、計測値の管理項目としては、地表面沈下の絶対値と傾斜角の2項目が一般的である。

1) 地表面沈下量の絶対値

実施例によれば図1に示すように、地表面沈下量の許容値は、60mm未滿の事例が95%(22事例中の21事例)である。そのうち、20~39mmを許容値としている事例が50%(11事例)でもっとも多い。

図2には地表面沈下の計測値と許容値の関係を示しているが、地表面沈下については計測値が許容値を超えた事例が26.3%(19事例中の5事例)あった。

2) 地表面沈下の傾斜角

地表面に住居や施設がある場合は地表面沈下の総量に加えて傾斜角が管理されている。対象構造物によって傾斜角の許容値は異なるものの、図3に示すように1/1000radを許容値としている事例が64%(14事例中の9事例)であった。

構造物の傾斜角については、図4に示すようにデータ数は少ないが、報告されているすべての事例におい

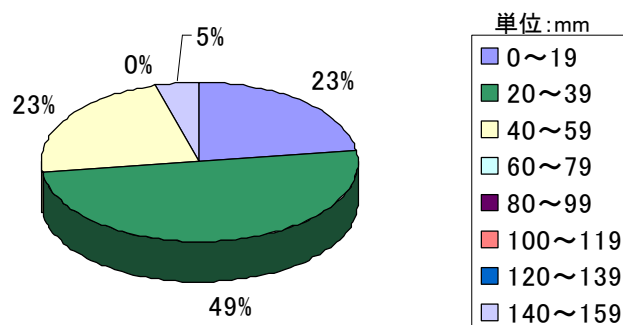


図1 事例における地表面沈下の許容値

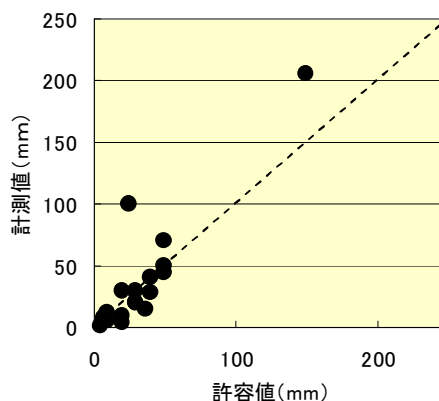


図2 地表面沈下の許容値と計測値

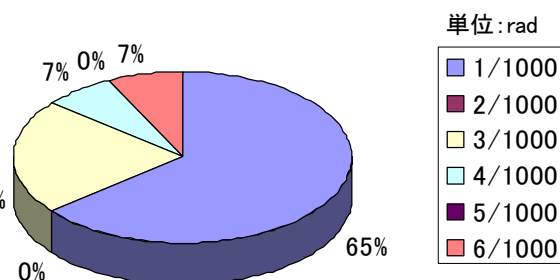


図3 事例における傾斜角の許容値

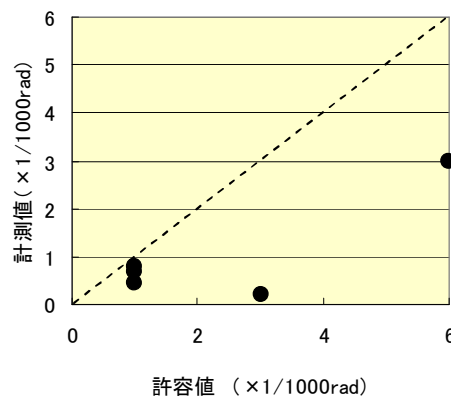


図4 傾斜角の許容値と計測値

キーワード 山岳トンネル, 地表面沈下, 調査, 計測, 天端沈下, 傾斜角

連絡先 〒203-0054 東京都中野区中央5-4-12 三井住友建設(株) 土木本部土木技術部 TEL03-5337-2132

て、計測値は許容値以下に収まっている。図4および図2から、構造部の傾斜角を抑制することに比べ、地表面沈下の絶対量を抑制する方が難しいという傾向が認められる。

3. 地表面沈下と天端沈下

図5は計測結果が示されている事例のうち、地表面沈下と天端沈下の関係を示したものである。図によると、地表面沈下は同一箇所における天端沈下よりも大きく、1.5倍～2.0倍程度の範囲となっている。この要因としては、地表面沈下は先行変位（切羽が計測断面に到達する以前に生じる変位）を含んでいることが考えられるが、天端沈下が大きい場合は地表面沈下も大きくなる傾向が伺える。また、この傾向は一般的な三次元解析における先行変位率の傾向と整合している。

図6は地表面沈下量と土被り比（土被り／トンネル幅）の関係を示したものである。図によると、地表面沈下が顕著に表れるのは土被り比が概ね1.0以下の場合である。また、同程度の土被り比であっても地表面沈下量は大きくばらついている。この要因としては、地質条件の違いのみならず、近接構造物の有無等により採用される掘削工法や対策工に違いがあるためと考えられる。これらのことから、土被り比1.0以下のトンネルでは、地表面沈下が顕著となる可能性が高いため、施工方法や対策工について十分な検討が必要であると言える。

図7は天端沈下量と土被り比の関係を示したものである。図6に示した地表面沈下と同様に、土被り比が概ね1.0以下の場合に天端沈下が顕著になっている。これらから、天端沈下を抑制できれば、地表面沈下の抑制も可能となることが示唆される。

図8は地表面沈下と天端沈下の比に対する土被り比の関係を示したものである。図によると、土被り比が概ね1.0以下の範囲で、地表面沈下と天端沈下の比が概ね1.0～2.5の範囲に分布している。また、土被り比が小さいほど地表面沈下と天端沈下の比が大きくなるとは限らず、地質条件、施工方法や対策工の差異による影響が生じていると考えられる。傾向として、土被り比2.0を超えると、地表面沈下と天端沈下の比が1.0倍を下回る結果となっていることから、トンネル掘削による地表への影響は2D以下の場合に顕著になることが分かる。このことは、一般に土被り2D以下ではグラウンドアーチ形成が難しいと言われていることと整合している。

4. おわりに

今後、調査および考察を深度化し、トンネル実務者に役立つ情報を提供したいと考えている。沈下部会の成果は、トンネル・ライブラリーとして、平成22年度中の発刊を予定している。

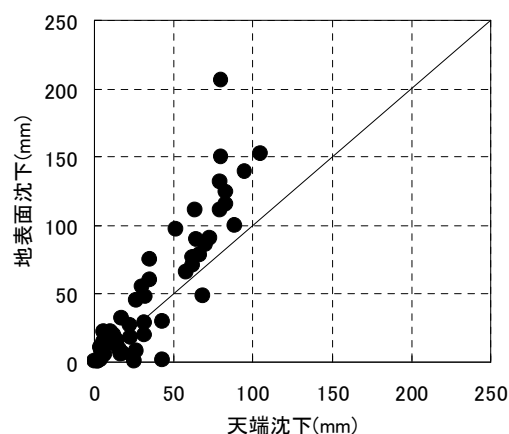


図5 地表面沈下と天端沈下

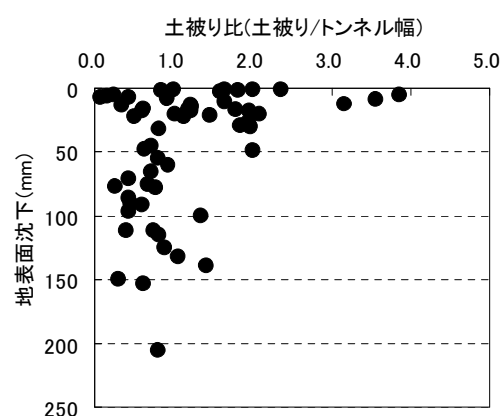


図6 地表面沈下量と土被り比

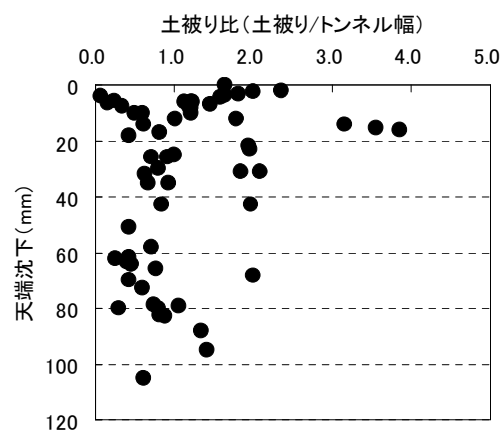


図7 天端沈下量と土被り比

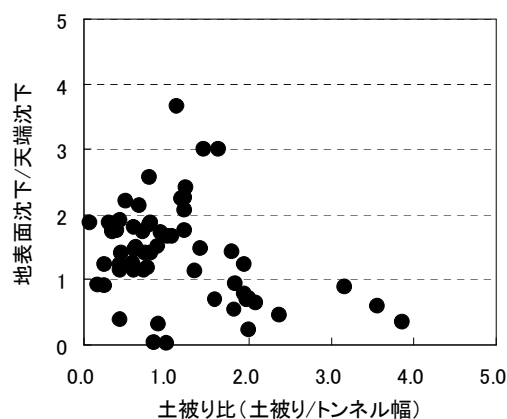


図8 地表面沈下/天端沈下と土被り比