

山岳トンネルにおける地表面沈下の許容値について

飛島建設 正〇熊谷 幸樹 大林組 正 木梨 秀雄
 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正 井浦 智実 三井住友建設 正 高橋 浩
 山口大学 正 進士 正人

1. はじめに

土木学会トンネル工学委員会，山岳トンネル地表面沈下検討部会（部長：長崎大学 蔣教授）の調査・計測 WG では，地表面沈下が問題となったトンネル現場の施工事例を収集，分析し，周辺環境や地形・地質などの地表面沈下が発生する要因や地表面沈下に関する許容値などについての調査，研究を行っている．本報では，これらの調査過程で得られたデータに基づき地表面沈下に関する許容値を定義し，収集した許容値を整理したので，その内容について述べる．

2. 土地利用の分析結果

地表面沈下が問題となった山岳トンネルについて，都市部でも NATM が定着した時期(2000～2008 年)に発表された文献の調査を実施したところ，地表の土地利用に関する具体的な記述があったのは，54 のトンネル事例であった．調査結果から，地表の土地利用について整理した結果を図 1 に，許容値の数値の記載件数を図 2 に示す．これらの図より以下のことが分かる．

- ①トンネルの地上条件として最も多かったのは家屋・建物であり，全体の 37%(30 例) である．
- ②次いで，鉄道・道路が 28% (23 例)，耕作地・山林 11% (9 例)，ライフライン 10% (8 例)，史跡・古墳群などのその他が 9% (7 例) となる．
- ③上記の割合は地上条件の重要度を反映しており，家屋・建物，鉄道・道路およびライフラインなどの保安物件が存在する場合に地表面沈下が重要視されている (図 2 参照)．

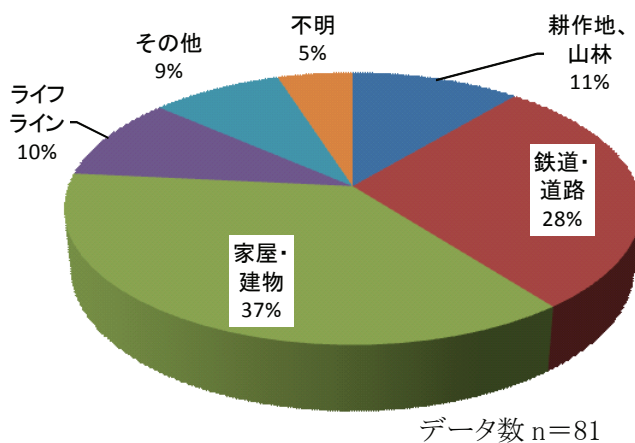


図 1 調査対象トンネルの地表の土地利用

3. 地表面沈下の許容値

(1) 許容値の定義

トンネルの地表に計測対象となる保安物件がある場合，トンネル施工に伴い対象となる保安物件の利用や機能に支障を与えない値を「許容値」と定義する．施工に際しての「管理値」は，許容値を超えないように計測管理に用いられる管理基準値と定義する．一般的に管理値は，以下のように設定される場合が多い¹⁾．

管理レベル I : 管理レベルⅢの 50% 管理レベル II : 管理レベルⅢの 75%，管理レベルⅢ : 許容値とする

(2) 許容値設定の実績

地表面沈下に関わる許容値は，保安対象物の許容値，類似条件下での実績，事前予測解析結果などにより，対象物件ごとに設定される．表 1 には，保安対象物として許容値が定められている基準類と許容値の一例を示す．また，表 2 には，今回の調査で得られた地表面沈下に関する許容値の実績を示す．

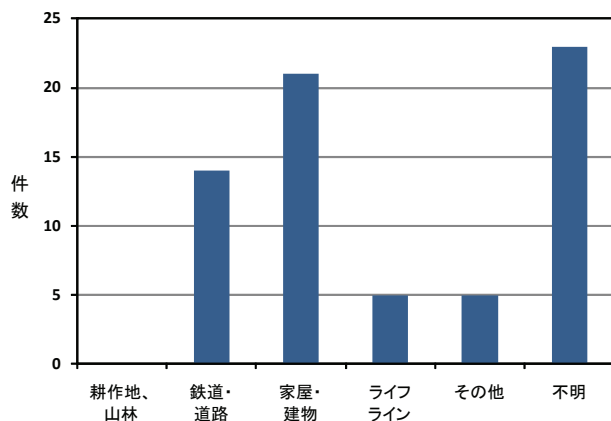


図 2 地表の土地利用別の許容値の設定件数

キーワード 山岳トンネル，地表面沈下，計測，許容値，管理値

連絡先 〒102-8332 東京都千代田区三番町二番地 飛島建設 土木事業本部土木技術部 TEL 03-5214-7083

表1では、代表的な保安物件として、建築構造物、鉄道の軌道および高速道路の舗装に関わる基準値を記載した。山岳トンネル施工に伴う地表面沈下に関わる許容値は、これらの基準値を参考にして、関係機関と協議の上で設定されるのが一般的である。なお、同表に示す許容値は一例であるため、詳しくは出典に示す資料を参照頂きたい。

次に、表2に示した許容値の実績から以下のことが分かる。

- ①道路の沈下については、沈下量に関する許容値は 20～50mm の範囲である。また、傾斜角は 1/1000～6/1000rad の範囲である。
- ②家屋の沈下量の許容値は、10mm～30mm の範囲であり、傾斜角は 1/1000～3/1000rad の範囲である。なお、沈下許容値 150mm は地すべり地帯の施工事例である。
- ③研究施設の沈下については、相対沈下 10mm、変形角 1/1000rad の事例がある。
- ④学校、老人ホーム、変電所およびその他構造物の沈下の許容値は概ね 30～50mm であり、傾斜角は 1/1000～3/1000rad である。
- ⑤ 鉄塔基礎の許容沈下は、相対沈下で 5mm、傾斜角で 1/1200～1/800rad の事例がある。
- ⑥ 地中埋設物の許容沈下としては、20～40mm（最大値 200mm）の設定事例がある。
- ⑦ その他として、史跡、古墳群等の保安物件に対して、沈下の許容値は 30～65mm である。

地表面沈下に関する許容値の実績としては、過去に文献2) で取りまとめられているが、関係機関との協議の際には、表2の実績も参考になると考えられる。

4. おわりに

山岳トンネルにおいて、地表面沈下に関する許容値を適切に設定することは、合理的な対策工の設計・施工を実施する上で非常に重要である。その意味で、既往の実績に基づく調査研究成果の一部が、今後の山岳トンネルの設計・施工における地表面沈下の許容値や管理値の設定に役立てば幸いである。なお、当部会の活動成果は、トンネル・ライブラリーとして、平成23年度の発刊を予定している。

【参考文献】1) 日本道路協会：道路トンネル観察・計測指針，pp.127-129，2009.2.

2) 日本トンネル技術協会：地中送電線土木工事における構造物近接部設計・施工指針(東京電力委託)，p.120，1985.11.

表1 地表面沈下に関わる許容値を定めた基準類

保安物件	計測項目	許容値の例	出典	発行年月
構造物※1	相対沈下量(mm)	15	日本建築学会：建築基礎構造設計指針	2010.10
	変形角(×10 ⁻³ rad)	1		
	総沈下量(mm)	35		
鉄道※2	軌間	+8,-6	鉄道総合技術研究所：都市部鉄道構造物の近接施工対策マニュアル	2007.1
	水準	7		
	高低(mm/10m)	10		
	通り(mm/10m)	6		
	平面性(mm/2.5m)	7		
高速道路	わだち掘れ(mm)	25	NEXCO：設計要領第一集舗装編	2007.8
	段差(mm)※3	30		

※1) 支持地盤が砂層で、構造物基礎が独立で、RC構造の場合の最大値

※2) 新幹線で、速度275km/hの場合の整備基準値の例

※3) 横断構造物取付部の補修目標値

表2 地表面沈下に関わる許容値の実績

用途	形式	許容値	用途	形式	許容値		
鉄道	RCラーメン高架橋軌道	高低	7mm/10m	建築物	研究施設	相対沈下	10mm
		沈下	±9mm		学校	変形角	1/1000rad
道路	国道	傾斜角	9/1000rad		沈下	30mm	
		沈下	±50mm		傾斜角	1/1000rad	
		沈下	30mm		沈下	40mm	
		傾斜角	6/1000rad		傾斜角	1/1000rad	
		沈下	40mm		変電所	沈下	50mm
	県道	沈下	30mm	構造物	沈下	36-52mm	
		沈下	50mm		傾斜角	3/1000rad	
	高速道路	道路(種別不明)	沈下	30mm		傾斜角	3/1000rad
			沈下	50mm		沈下	50mm
		沈下	20mm	ライフライン	公園	相対沈下	5mm
傾斜角		1/1000rad	鉄塔		傾斜角	1/1200-1/800rad	
沈下		30mm	上水道		沈下	20mm	
建築物	家屋	傾斜角	3/1000rad		沈下	200mm	
		沈下	30mm		傾斜角	4/1000rad	
		傾斜角	1/1000rad		沈下	40mm	
		沈下	10mm		沈下	30mm	
		傾斜角	3/1000rad	その他	ガス、電気・通信、上下水	沈下	65mm
		沈下	30mm		地中埋設物	沈下	30mm
		沈下	150mm		史跡	沈下	65mm
	沈下	17-20mm	崩壊跡地	地すべり	100mm		
	沈下	20mm	古墳群	沈下	30mm		