

特集報文：道路構造物の強靱化に向けて

道路土工構造物の点検と基準類への反映に向けた取組み

藤原年生・石原一輝・渡邊一弘

1. はじめに

道路土工構造物は技術の進展に伴い大規模なものが増加する一方、豪雨・大規模地震時には排水不良が原因となるのり面崩落等も生じている。

こうした状況下、平成27年に道路土工構造物技術基準（以下「技術基準」という。）が策定され、切土・盛土が構造物として明確に位置づけられるとともに、平成29年度には道路土工構造物を対象とした点検要領が策定され、定期的な点検が行われている。国土交通省国土技術政策総合研究所（以下「国総研」という。）では、これらの点検結果を分析し、道路土工構造物の崩壊を回避する、又はその影響を最小限にとどめるための効率的な点検手法等の検討を行っている。

本稿では、道路土工構造物の初年度点検結果の分析及び近年の主な災害の特徴を整理するとともに技術基準類の変遷なども踏まえて道路土工構造物技術基準の今後の方向性について提案する。

2. 道路土工構造物の点検結果

道路土工構造物の点検は、平成30年度より実施されており、高さ15m以上の切土と高さ10m以上の盛土は特定土工構造物として、5年に1度を目安とした頻度での定期的な点検の対象¹⁾となっている。国総研では、国管理施設の点検結果を収集しており、構造物の規模や変状特性などの分析を進めている。今回は、点検1年目の点検約1,900箇所の結果から見てきたことを報告する。

2.1 盛土・切土の大規模化

図-1、図-2に切土・盛土の法面高と建設年度の分布図を示しているが、2000年代の40mを超える長大切土の割合が高く、1970年代から40mを超える高盛土の増加が確認できる。写真-1、2は、長大切土50m程度と高盛土40m程度の事例であるが、点検等を行う際は、膨大な労力が必要であり、定期的な点検を見据えた点検鉈の設置や全体を確

認するための写真撮影の位置などにも留意する必要がある。

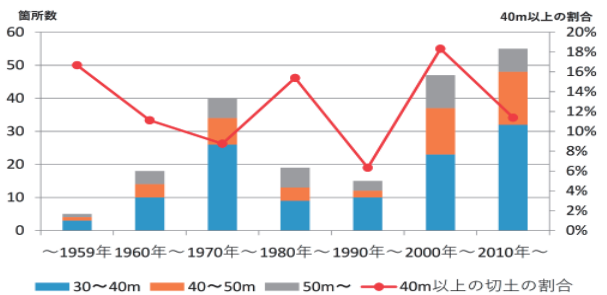


図-1 切土の法面高の分布

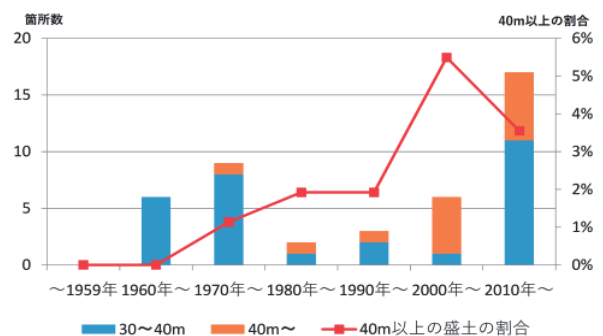


図-2 盛土の法面高と建設年度



写真-1 長大切土の状況



写真-2 高盛土の状況

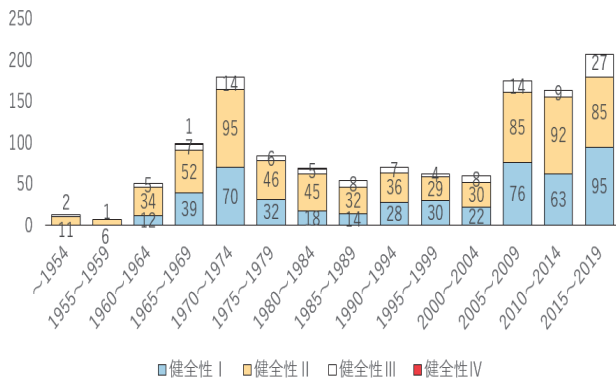


図-3 土工構造物の建設年度と健全性

2.2 健全度と建設年度の関連

図-3に完成年度別における土工構造物の健全性の状況を示す。建設年度が新しいものほど健全性が良いという明確な相関になっておらず、建設年度と健全性（Ⅰ：健全、Ⅱ：経過観察、Ⅲ・Ⅳ：措置段階）には、規則的な相関性を確認することができなかった。この要因としては、時間の経過による植生等の法面保護工の安定化など盛土切土の特性、被災による補修や防災の補強工事などにより対策が講じられていることによる健全性の回復、さらには比較的新しい年代の構造物の大規模化等により新しい箇所でも変状が発生している事などが影響していると考えられる。

2.3 主な変状の傾向

個別の切土・盛土を構成する施設の箇所数割合と変状が発生している施設の箇所数割合を図-4、5に示す。盛土の排水施設については、施設量に比べ変状割合が高くなっており、植生の繁茂等による通常の点検での見落としや豪雨時の路面排水の流入の影響が考えられる。また、切土・盛土ともに構造本体について変状割合が高く今後の点検時に留意が必要である。

ただし、いずれの分析についても1年目の点検結果の収集に基づいたものであり、引き続き2年目以降の点検結果を蓄積してとりまとめていく必要がある。

3. 近年の災害と基準類への反映

道路土工構造物については、技術基準策定以前は（公社）日本道路協会が発刊する道路土工要綱・指針類が活用されており、災害の発生に応じて新たに得られた経験・教訓を活かすべく適宜改訂を行ってきている。ここでは近年の災害への対

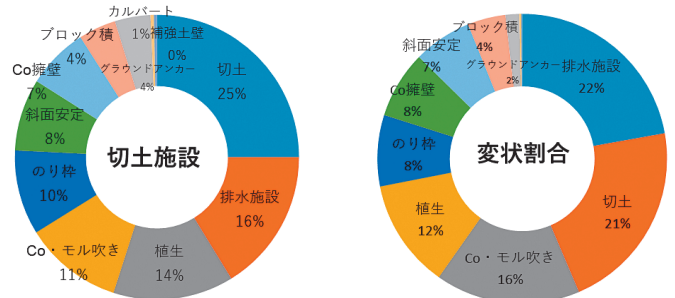


図-4 切土の施設割合と変状施設割合

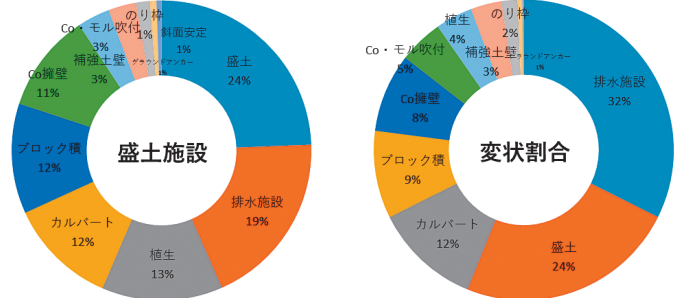


図-5 盛土の施設割合と変状施設割合

応事例を紹介する。

盛土構造の大規模化が進行するなか、平成17年の能登半島地震では、盛土が崩壊（写真-3）し、応急復旧に1ヶ月程度を要した。現地調査結果から、盛土内の排水施設の有無が崩壊要因の一つとして推定できたことから、平成22年度版の盛土工指針²⁾では、排水施設の重要性、排水対策に関して詳述している。また、平成8年の豊浜トンネル岩盤崩落災害を契機に写真-4に示すような岩盤崩壊に関心が高まったことから、平成21年度版の切土・斜面安定工指針³⁾において、岩盤崩壊対策の考え方を詳述している。現行指針類の改訂後にも平成30年7月西日本豪雨での盛土の崩壊、道路区域外からの斜面崩壊、河川洗掘などが多発しており、長期間の通行止めとなる事象が多発している状況である。このような状況についても今後、対応する内容を基準類へ反映させるため、基礎資料の蓄積と分析を進める必要がある。



写真-3 盛土崩壊



写真-4 岩盤崩壊

4. 道路土工構造物の基準類の動向

前述の事例のように、道路土工要綱・指針類にこれまでの大規模な災害の教訓を反映させ、時代の要請、技術基準の基本的な考え方などを背景に適宜改訂が行われてきた中、平成27年に道路土工構造物を対象とした技術基準が策定された。

ここでは、道路土工の技術基準類の変遷、現行の基準類の体系及び課題について概観し、今後の技術基準のあり方の検討概要を報告する。

4.1 道路土工構造物の基準類の変遷

道路土工構造物の基準類の変遷を表-1に示す。道路整備の必要性が生じた1886年（明治19年）約140年前の「国県道の築造標準」の策定以降、各構造物に分化している。

道路土工分野の基準類としては、1956年（昭和31年）に道路土工指針が発刊（日本道路協会）され、土質工学に基礎をおいた先進諸国の機械化土木技術などが掲載されている。昭和42年の改訂は、日本の特異な土質・地形条件を踏まえた設計・施工技术が盛り込まれた。その後、高度成長に促された道路建設の伸びや土工機械の急速な向上などに対応して、随時、基準類の改訂や再編が行われた。さらに、平成21年以降の道路土工要綱や指針類（以下「現行指針類」という。）の改訂時においては、技術の国際的な標準化等を目的とした技術基準の性能規定化の流れ²⁾を踏まえ、性能設計の枠組みが導入されている。これらの現行指針類を背景として、平成27年の国としての技術基準が策定されている。

4.2 現行の技術基準類の体系

前節で示した経緯より、道路土工構造物の現在

表-1 道路土工の技術基準の変遷

年	土工基準類の名称	関連出来事
1886 M19	国県道の築造標準	
1919 T 8		道路法制定
1956 S31	道路土工指針 発刊	
1967 S42	道路土工指針 改訂	
1972 S47	のり面工と斜面安定工指針 発刊	
1973 S48	道路排水工指針 発刊	
1983 S58	道路土工要綱 発刊	
1990 H2	道路土工要綱 改訂	
1999 H11	道路土工要綱改訂(8指針に再編)	
2005 H17		能登半島地震
2009 H21	道路土工要綱改訂(6指針に再編)	東日本大震災
~H24	【性能設計の枠組みを導入】	
2015 H27	道路土工構造物技術基準策定	平成27年9月関東・東北豪雨
2017 H29	道路土工構造物技術基準・同解説 発刊	平成29年九州北部豪雨

技術基準以外は、日本道路協会図書

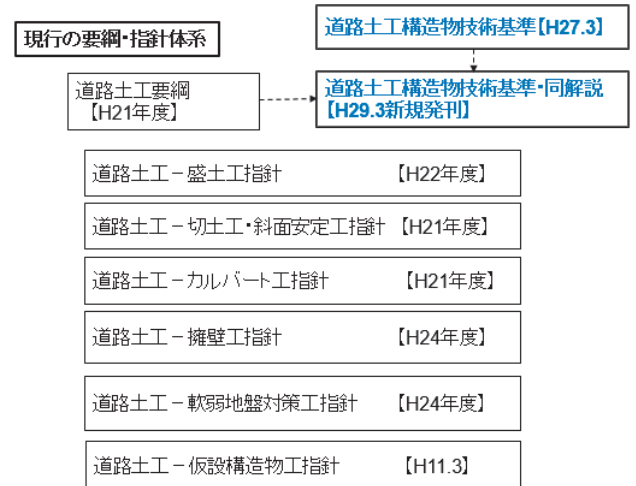


図-6 道路土工の技術指針類の体系

の基準類の体系は、図-6のとおりとなっている。なお、図中にあるとおり、技術基準の解説書として平成29年3月に道路土工構造物技術基準・同解説（以下「同解説」という。）が発刊されている。前述のとおり、技術基準は従前の基準類の考え方を踏襲しており、例えば盛土の標準勾配については、その適用の範囲内において技術基準に示す所要の性能を満足するものと同解説にて位置づけられている。

4.3 道路土工構造物の性能規定化の取組み

前述のとおり、現行の技術基準は性能規定化が取り入れられているものの、要求性能と一般的な作用を提示したのみであり、平成29年版の道路橋示方書（図-7参照）と異なり、作用とその組合せの明確な規定、要求性能を満足する限界状態や検証方法を示すに至っていない（図-8参照）。



図-7 道路橋の設計基準の規定化構造

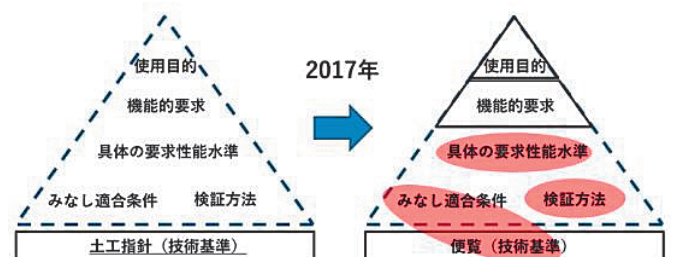


図-8 道路土工構造物の設計基準の規定化構造

橋の耐荷性能2			
状態	主として機能面からの橋の状態		構造安全面からの橋の状態
	橋として荷重を支持する能力が損なわれていない状態	部分的に荷重を支持する能力の低下が生じているが、橋としてあらかじめ想定する荷重を支持する能力の範囲である状態	致命的な状態でない
永続作用や変動作用が支配的な状況	状態を所要の信頼性で実現する		所要の安全性を確保する
偶発作用が支配的な状況		状態を所要の信頼性で実現する	所要の安全性を確保する

図-9 道路橋の要求性能の設定例

性能1 道路土工構造物は健全である、又は、道路土工構造物は損傷するが、当該道路土工構造物の存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない性能	
性能2 道路土工構造物の損傷が限定的なものにとどまり、当該道路土工構造物の存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすが、すみやかに回復できる性能	
性能3 道路土工構造物の損傷が、当該道路土工構造物の存する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、当該支障が致命的なものとならない性能	

図-10 道路土工の要求性能の設定例

例えば、平成29年度版の道路橋示方書では、設計で考慮する状況（作用）と満足すべき状態（限界状態）の組合せによる性能マトリックスにより性能1、2を規定（図-9参照）しているのに対し、土工の現行基準では抵抗側の状態のみから性能1～3を規定（図-10参照）しているのみであり、道路橋と性能の定義に違いが生じている。

ネットワークレベルでの性能整合を図る上では、道路構造物の各種技術基準類の横並びが必要である。道路土工構造物については、不均質な材料や様々な条件下での施工など不確実性が大きいという特徴の存在、さらに道路の大部分を占めると言う特徴を踏まえつつ、技術基準における性能規定化を深化させていく必要がある。

5. まとめ

本報文では、道路土工構造物の1年目の点検結

果や最近の被害状況や性能規定化の動きを踏まえた、道路土工構造物技術基準の動向と国総研の取り組みについて紹介した。

内容をまとめると以下のとおりである。

- ・土工点検については、土工構造物の特徴を分析するとともに定期的な点検を見据えた点検の留意点をまとめると共に主な変状の傾向を示した。ただし、5年サイクルの中での初年度の点検結果からの分析であり、引き続き2年目以降の点検結果の収集、分析を進めていく必要がある。
- ・災害からの知見、教訓からの道路土工要綱、指針類の改訂経緯を示しつつ、平成27年の技術基準策定までの流れを示した。
- ・道路ネットワークレベルでの性能整合を図る上で、道路土工構造物においても技術基準の性能規定化の深化が必要である。その際、不均質な材料や様々な条件下での施工など不確実性が大きい等の道路土工構造物特有の特徴を踏まえて進めていく必要がある。

今後も引き続き、道路土工構造物の被害軽減や道路ネットワークの機能確保に向けた有効な技術基準の策定の基礎となる、データの分析・収集について関係機関と連携して取り組んでいく予定である。

参考文献

- 1) 道路土工構造物点検要領(国土交通省道路局)、pp.3、H30.6
- 2) 「土木・建築にかかる設計の基本」(国土交通省、2002.10)
<https://www.mlit.go.jp/kisha/kisha02/13/131021/131021.pdf>
- 3) 道路土工—盛土工指針（平成22年度版）（社）日本道路協会、pp.128、H22.4
- 4) 道路土工—切土・斜面安定工指針（平成21年度版）（社）日本道路協会、pp.325、H21.6

藤原 年生



国土交通省国土技術政策総合研究所道路構造物研究部道路基盤研究室 主任研究官
FUJIHARA Toshio

石原 一輝



国土交通省国土技術政策総合研究所道路構造物研究部 交流研究員
ISHIHARA Kazuki

渡邊 一弘



国土交通省国土技術政策総合研究所道路構造物研究部道路基盤研究室長
WATANABE Kazuhiro