

ボックスカルバート境界部における地震時被害軽減対策の整理分析（段差軽減対策）

株式会社 高速道路総合技術研究所 正会員 ○日下 寛彦, 中島 康介, 安部 哲生
 株式会社 エイト日本技術開発 正会員 佐伯 宗大, 眞野 基大, 呂 佩哲
 株式会社 エイト日本技術開発 非会員 坂部 晃子

1. はじめに

2007年に発生した新潟県中越地震, 2011年の東北地方太平洋沖地震, 2016年の熊本地震では, 軟弱地盤上の盛土内に敷設されているボックスカルバートの目地開き被害や上部道路の段差被害が多数発生した。これらの被害は大規模ではないが, 一般車両への交通開放のためには補修が必要となる。これらの対応としては, 復旧シナリオを想定し資機材・労務を確保するといったソフト面の対応と, 被害自体を軽減するための事前対策といったハード面の対応が考えられる。

地震時の段差被害に対するハード対策に関しては, 個別に試験的に実施されているのが現状であり, 対策の種類や, 各対策の長所短所についてはあまり整理されていない。また, 実際に対策をする場合には新設時だけでなく維持管理段階での対策についても考慮する必要がある。本報告では段差軽減対策として想定される対策工について抽出し, その効果や施工性, 経済性などを整理, 分析した。

2. 想定される地震時の段差発生メカニズムとその対策工

地震発生時, 基礎地盤に繰返しのせん断が作用すると, 基礎地盤が液状化もしくは軟化(剛性低下)し, 盛土自重に起因して地盤が盛土横断方向(盛土中央部から法尻方向)にせん断変形することで, 盛土天端が沈下する。この時, 基礎地盤上部の重量差からカルバート部と盛土部との沈下差が生じこれが路面の段差として現れることが考えられる(図1)。

この想定される段差発生メカニズムを考慮して, 有効となり得る対策工を抽出した。対策工の種別を表1の分類部分に示す。対策工は「構造対策」, 「地盤対策」, 「盛土対策」に分類した。「構造対策」は構造体をカルバート部と土工部の境界に付加することで段差発生を抑制するタイプであり, 地盤変形自体は許容する対策となる。一方, 「地盤対策」, 「盛土対策」は, 基礎地盤や盛土に対策工を実施し, 地盤変形自体の発生を抑え, これにより段差発生を抑制する対策となる。

3. 各対策工の比較・整理

各対策工について, 対策効果, 躯体への影響, 施工期間, 経済性の観点で整理を行った。整理にあたっては, 図2に示すような構造モデル(一般的な規模のボックスカルバートで, 既往の簡易推定式¹⁾により段差量が20cmとなる地盤モデル)に対策を実施した場合を想定した。また, 対策範囲として新設時は4車線分, 既設では片側1車線(上下線あわせて2車線分)を対策範囲とした。

各対策工で整理した結果を表1に示す。各対策工で対応可能な段差量や, 新設時と維持管理段階における適用の可否などの違いがあることがわかる。筆者らは条件ごとの段差量の簡易推定式を提案しており¹⁾, これと組み合わせることで条件に適した対策工を選定することができると考えられる。

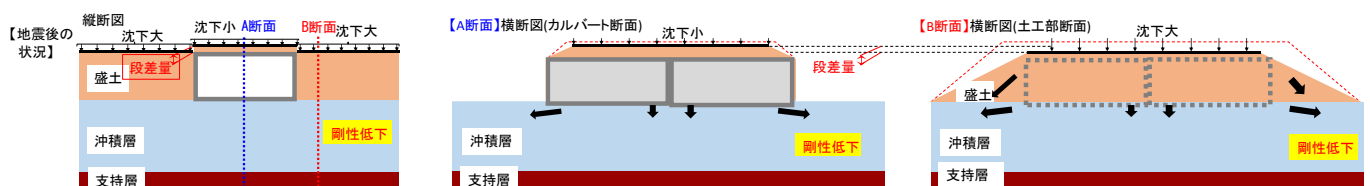


図1 段差被害発生メカニズム

キーワード ボックスカルバート, 地震, 被害, 段差, 補強

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-1 株式会社高速道路総合技術研究所 道路研究部 土工研究室

T E L 042-791-1694 F A X 042-791-2380

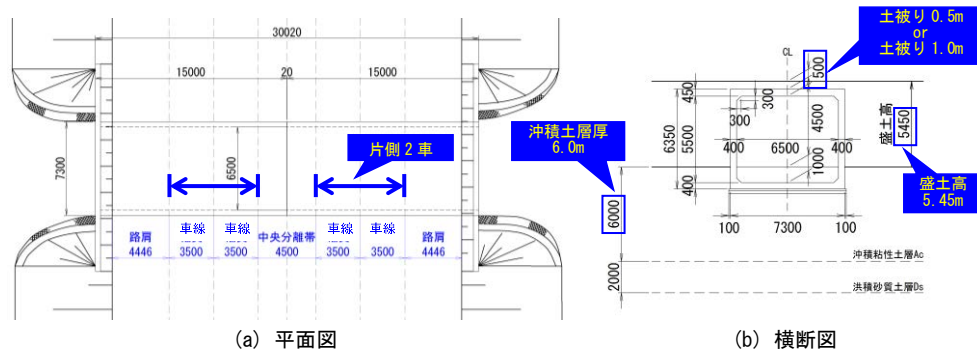


図2 想定した構造モデル

表1 段差抑制対策の種類と特徴

分類	大分類	中分類	小分類	イメージ図	対応土質	地盤変形の抑制効果	対策効果				対策段階	対策段階と適用		土被りが大きい箇所への適用性(既設) ※2	躯体への影響 ※3	施工期間 ※4	経済性 ※5			
							対応段差量 (cm)					段差抑制効果 ※1	各対策段階での適用性							
							20	60	80	100										
構造対策	RC床版	踏掛版 (現場打ち)		全て	なし	なし	5mタイプ	8mタイプ	○	○	○	○	○	○	○	○	◎			
							○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		踏掛版 (プレキャスト)		全て	なし	なし	5mタイプ	8mタイプ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎		
	道路用PRC版	道路用PRC版		全て	なし	なし	なし	なし	なし	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
																				○
		道路用PRC版		全て	なし	なし	なし	なし	なし	なし	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ジオテキスタイル等	ジオグリッドと拘束材による対策		全て	なし	なし	なし	なし	なし	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		鋼製パネルとアスファルト混合物による対策		全て	なし	なし	なし	なし	なし	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
グリッドと繊維モルタルによる対策	グリッドと繊維モルタルによる対策		全て	なし	なし	なし	なし	なし	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
																				○
	グリッドと繊維モルタルによる対策		全て	なし	なし	なし	なし	なし	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
地盤改良 (固化改良)	深層混合処理工法		全て	あり	あり	あり	あり	あり	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
																				○
地盤改良 (圧密促進)	盛土載荷重工法		全て	あり	あり	あり	あり	あり	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
																				○
盛土対策	軽量土	軽量盛土	全て	あり	あり	あり	あり	あり	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
																				○

※1、段差抑制効果： ◎>○>△
 ◎→地盤変形を抑制し、段差の発生を最小限にとどめる
 ○→地盤変形を許容するが、走行可能な段差に限り許容
 △→対策諸元によっては効果が発揮できない可能性がある

※2、土被りが大きい箇所への適用性： ◎ > ○ > △
 ◎→適用性が高い(表層部への設置が可)
 ○→適用性がある(表層部への設置が可【受け台無し】)。ただし効果の確実性は要確認
 △→適用性が低い(表層部への設置が不可)

※3、躯体への影響： ◎→対策実施により基本的に躯体への影響が生じない
 ○→対策実施による影響が生じないような設計が必要となる
 △→対策実施により影響が生じるため、既設躯体への調査が必要となる

※4、施工期間： ◎ 短い→1日~5日 ○ やや長い→6日~10日 △ 長い→11日以上

※5、経済性： ◎ 安価→~500万円 ○ やや高価→501万円~1000万円 △ 高価→1001万円~

4. まとめ

本報告ではボックスカルバートにおける地震時の段差軽減対策について抽出し、その効果や施工性、経済性などを整理、分析した。なお、本報告は事例が少ないものや設計法が確立していないものも含んだ整理となっていることや、復旧性についても考慮すること等が今後の課題と考えている。また、今回は軟弱な地盤を想定しており、比較的良好な地盤で発生する段差に対してはメカニズムを含め更なる整理が必要である。被害量の推定方法とあわせて、今後、対策設計手法を確立していきたい。

参考文献 1) 呂ら：地震によるボックスカルバートの段差および目地開き被害の分析, 土木学会全国大会第75回年次学術講演会, CS10-03, 2020.