

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（目地開き対策）

株式会社 高速道路総合技術研究所 正会員 ○池田 一成, 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。

地震時の目地開きに対するハード対策に関しては, これまでは被害発生箇所を補修, 補強する事例が多く, 事前対策については, 対策の種類や各対策の長所短所について等, 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は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。本報告では目地開き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目地開き発生の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。この基礎地盤の変形に伴い上部の盛土も横断方向に変形する。カルバート躯体はこの基礎地盤および盛土の変形に追随するような形で盛土横断方向に変形しカルバートの目地開きが生じると考えられる（図1）。

この想定される目地開きの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。抽出項目を表1の分類部分に示す。対策工は目的別に, 目地開き自体を抑制する「目地開き抑制対策」と, 目地開きは許容するがカルバート内空への土砂流出を防止する「土砂流出抑制対策」に分類した。また, 対策種類ごとに, 構造体を付加する「構造対策」, 地盤に対策をする「地盤対策」, 盛土に対策をする「盛土対策」に分類した。

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⁾により目地開き量が20cmとなる地盤モデル）に対策を実施した場合を想定した。

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目地開き量や, 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目地開き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。

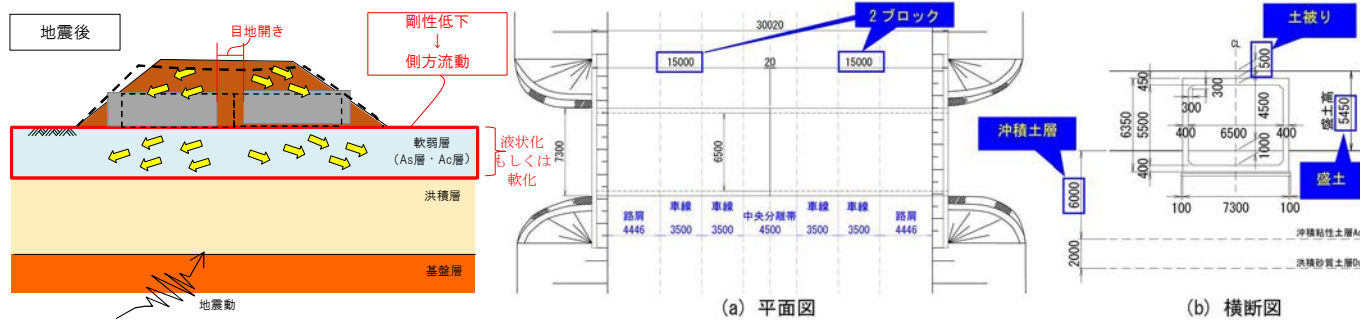


図1 目地開きの発生メカニズム

図2 想定した構造モデル

キーワード ボックスカルバート, 地震, 被害, 目地, 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
 TEL 042-791-1694 FAX 042-791-2380

表1 目地開き対策の種類と特徴

分類	分類			イメージ図	対応土質	地盤変形の抑制効果	対策効果			躯体への影響※2	工期期間※3	経済性※4	各対策段階での適用性		
	大分類	中分類	小分類				対応目地開き量 (cm)	目地開き抑制効果※1	新設				維持管理(既設)		
															30
目地開き抑制対策	構造対策	構造連結	滑り止め構造		全て	なし	→	◎	○	◎	◎	○	×	カルバート外側から施工しなければならず大規模な掘削を伴うため既設に対する道路を供用しなからる施工は困難。	
			連結鉄筋構造		全て	なし	→	◎	○	◎	◎	○	×	既設カルバートの部材内に鉄筋を埋め込む構造対策であるため、既設に対する施工は困難。	
			鋼板連結構造		全て	なし	→	◎	△	○	◎	△	○	新設時は施工自体は可能であるが、新設段階で選定するような工法ではない。	
			シート系材料連結構造		全て	なし	→	◎	△	◎	◎	△	○		
	表層処理	置換工法		全て	あり	→	○	◎	○	◎	○	×	カルバートの直下地盤を施工することができないため適用性が低い。		
		シート系材料敷設工法【ジオテキスタイル】		全て	あり	→	△	◎	◎	◎	○	×			
		シート系材料敷設工法【マットレス】		全て	あり	→	○	◎	◎	◎	○	×			
		固結工法		全て	あり	→	○	◎	◎	◎	○	×			
	中・深層処理	固結工法		全て	あり	→	◎	◎	◎	△	○	×	カルバートの直下地盤を施工することができないため適用性が低い。		
		締固め工法		砂質土のみ	あり	→	△	◎	△	△	○	×			
		盛土載荷重工法		粘性土のみ	あり	→	△	◎	△	◎	○	×			
		真空圧密工法		粘性土のみ	あり	→	△	◎	▲	▲	○	×			
	構造物による対策	控え矢根工法	控え矢根工法		全て	あり	→	○	◎	◎	△	○	×		
			可とう継手構造		全て	なし	↔	▲	◎	△	△	○	○		
	目地開き対策	構造対策	継手付加構造	カラー継手構造		全て	なし	→	▲	◎	◎	○	○	×	カルバート外側から施工しなければならず大規模な掘削を伴うため既設に対する道路を供用しなからる施工は困難。
				鋼板設置工法		全て	なし	→	▲	◎	◎	◎	○	○	
シート系材料設置工法					全て	なし	→	▲	◎	◎	◎	○	×	カルバート外側から施工しなければならず大規模な掘削を伴うため既設に対する道路を供用しなからる施工は困難。	
中・深層処理				固結工法		全て	なし	→	▲	◎	◎	◎	△	○	新設時は施工自体は可能であるが、改良体の構造部材としての信頼性の観点から新設段階で選定することは望ましくない。
盛土対策		構造物による対策	矢根工法		全て	なし	→	▲	◎	◎	◎	△	○	新設時は施工自体は可能であるが、改良体の構造部材としての信頼性の観点から新設段階で選定することは望ましくない。	
			可とう継手構造		全て	なし	↔	▲	◎	△	△	○	○		
			カラー継手構造		全て	なし	→	▲	◎	◎	◎	○	○		
			鋼板設置工法		全て	なし	→	▲	◎	◎	◎	○	○		

※1、目地開き抑制効果：◎は目地開き発生しない ○や◎は目地開き発生する △ある程度目地開きが発生する ▲抑制効果なし
 ※2、躯体への影響：◎なし→対策工実施することより、基本的には躯体の変状が生じない
 ※3、工期期間：○なし(前提条件あり)→地盤調査を考慮した設計を前提として対策する場合、基本的には躯体の変状が生じない
 ※4、経済性：◎安価→1日～5日 ○やや高価→6日～10日 △長い→11日～1か月 ▲非常に長い→1か月～

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目地開き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、本報告は実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。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.