

地盤条件が小断面ボックスカルバートの耐震性能に与える影響に関する基礎的検討

ジェイアール東海コンサルタンツ(株) 正会員 ○土井 俊 柳川 一心 今枝 潤志
 (公財) 鉄道総合技術研究所 川西 智浩 井澤 淳 仲山 貴司

1. はじめに

小規模な水路やケーブル類等が線路下を横断する際に用いられる小断面のボックスカルバート(図-1)は、内部の用途が道路や河川となるような一般的な断面のボックスカルバートと比べて、構造物の剛性が大きい傾向にあることから、地震時以外の性能を満足すれば、地震時の性能を満足する場合が多い。このような地震作用の影響の小さいボックスカルバートの条件を把握し、設計の簡便化を図ることができれば非常に有益である。既往の研究¹⁾ではボックスカルバートの断面形状に着目した検討を実施しているため、本研究では地盤条件が小断面ボックスカルバートの耐震性能に与える影響を把握することを目的として、鉄道標準²⁾に準じて応答変位法による地震時の性能照査を実施したので、その結果を報告する。

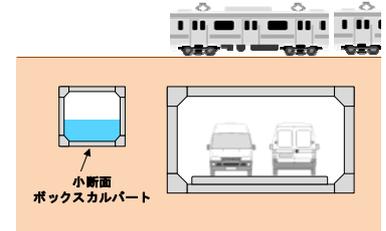


図-1 小断面ボックスカルバート

2. 検討条件

仲秋らの検討³⁾から、周辺地盤と比較して構造物の剛性が高いと考えられる小断面ボックスカルバートであっても応答変位法を適用できることが確認できており、本検討でも応答変位法を用いて検討した。検討対象としたボックスカルバートの構造形式は、1層1径間の鉄筋コンクリート構造とし、コンクリートの設計基準強度は24N/mm²、鉄筋の規格はSD345を用いることとした。検討断面は図-2に示すように、既往の研究¹⁾のうち、最も損傷が大きかった内空幅×内空高=3m×3m、部材厚は上床版・下床版・側壁とも300mm、土被りは施工実績等をふまえて2.0mと設定した。地盤条件については、N値=5,10,20の一樣な砂質土地盤、N値=2,5,15の一樣な粘性土地盤の6ケースを対象とした。なお、耐震設計上の基盤面は、ボックスカルバートの下端に位置すると仮定した。また、地震作用については、地盤条件のほか構造物の大きさや深さ位置等にも影響を受けるため、本来はこれらの条件を詳細に考慮して設定する必要があるが、本検討では地盤条件のみをパラメータとし、感度分析により構造物の損傷と地盤変位量との関係を把握することを目的として、地震作用を以下のように簡易に設定した。なお、載荷方法は、地震時作用を100ステップに分割して載荷することとした。

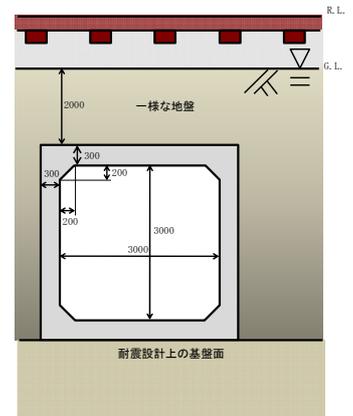


図-2 検討断面

- 1) 地震時列車荷重：列車荷重(EA-17)による鉛直土圧および列車の慣性力を作用させた(図-3左)。
- 2) 地盤変位：地表面最大変位(L2地震動スペクトルII)を比例分布で作用させた。地盤変位は直線分布で載荷させるものとした(図-3中央)。

- 3) 周面せん断力：周面せん断力は図-3(右)に示すような向きで作用させた。本検討では、上限値を自然地盤におけるせん断耐力とした。

- 4) 慣性力：本検討では、一律980galを用いるものとした。

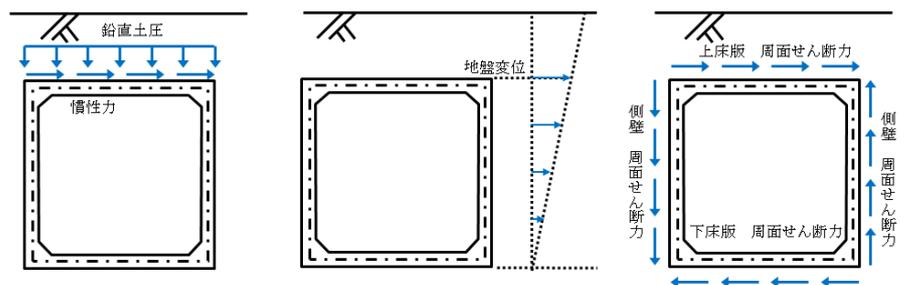


図-3 荷重イメージ(左)地震時列車荷重,(中央)地盤変位,(右)周面せん断力

キーワード ボックスカルバート, 小断面ボックスカルバート, 線路下横断構造物, 耐震設計, 地震作用
 連絡先 450-0002 愛知県名古屋市中村区名駅五丁目33番10号 アクアタウン納屋橋 ジェイアール東海コンサルタンツ(株)
 土木事業部 TEL:052-746-7130

3. 検討結果

検討結果の一覧を図-4 に示す. 各ケースのケース番号, 土質条件, N 値を左上に示す. また, 部材中の赤色の四角で示した箇所は, 損傷レベル2 に至った部材位置を表しており, 損傷レベル2 に至った際の载荷ステップ数を赤字で示している. 図-4 のうち, 茶字で示した値はボックスカルバート上端に作用する地盤の相対変位量と層間変形角, 青字で示した値は函体の相対変位量および層間変形角を示している.

図-4 より, 本検討で設定した条件におけるボックスカルバートは, L2 地震動スペクトルⅡに対して損傷レベル2 以内に収まっていることが確認できた. 砂質土の Case1~3, 粘性土の Case4~6 の比較から, N 値が大きくなるにつれて損傷レベル2 に至る载荷ステップが大きくなる(損傷レベル2 に至りにくくなる)ことがわかった. 損傷レベル2 に至る箇所はいずれも塑性ヒンジ部であり, 側壁が先行して損傷し, その後, 砂質土においては下床版→上床版, 粘性土においては上床版→下床版の順に損傷する傾向にあることがわかった.

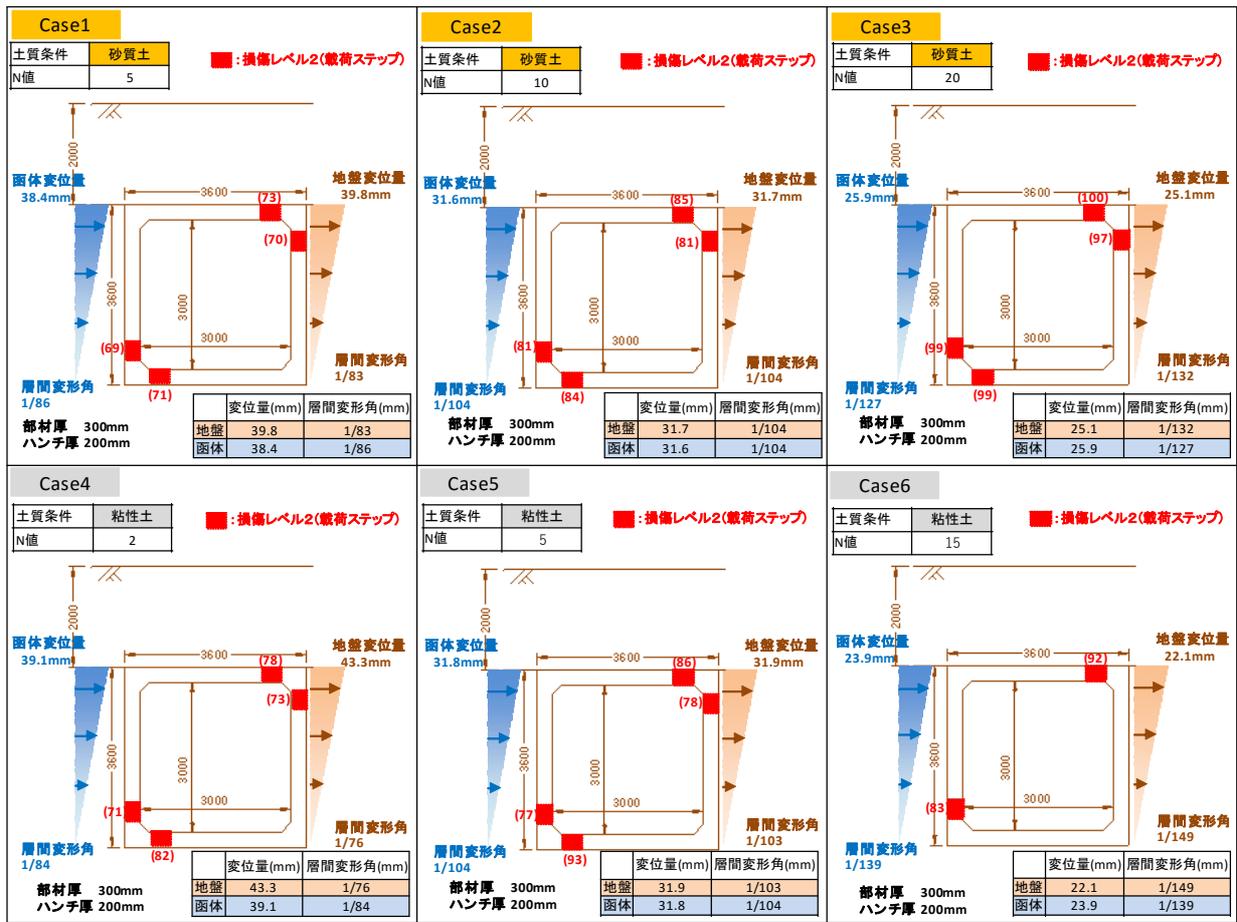


図-4 検討結果

4. おわりに

地盤条件が小断面ボックスカルバートの耐震性能に与える影響を把握することを目的として, 応答変位法による地震時の性能照査を実施した. その結果, 本検討で設定した条件における小断面ボックスカルバートは, L2 地震動スペクトルⅡに対して損傷レベル2 以内に収まることを確認した. さらに, 砂質土, 粘性土ともに N 値が大きくなるにつれて損傷レベル2 に至りにくくなることがわかった. 今後は, これまでの感度解析を参考に, 地震作用の設定を詳細に行った場合等の検討を行い, 地震作用の影響が小さい条件を整理したいと考えている.

参考文献

- 1) 小林, 柳川, 今枝, 井澤, 仲山, 小島: 小断面ボックスカルバートの断面形状が耐震性能に与える影響に関する基礎的検討 (I-499), 土木学会 平成 29 年度全国大会 第 72 回年次学術講演会
- 2) 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計, 2012
- 3) 仲秋, 早川, 柳川, 井澤, 仲山, 小島: 地盤・構造条件が小断面ボックスカルバートの地震時挙動に与える影響に関する基礎的検討 (I-498), 土木学会 平成 29 年度全国大会 第 72 回年次学術講演会