

大阪大学大学院 学生員 ○種田 敦
 大阪大学大学院 正会員 常田 賢一
 大阪大学大学院 正会員 小田 和広
 大阪大学大学院 学生員 谷村 浩輔

1. はじめに

大規模地震時において、橋梁との接続部分やカルバートの横断部分といった異種構造物との境界部分では盛土に段差被害が生じやすい。一般的な自動車の場合、たとえ 10cm 程度の段差であってもその走行性に大きな支障をきたす。筆者らは地震時における異種構造物境界での道路盛土の段差とその緩和方法について研究を行っている^{1),2)}。そして、その一環として、カルバートの形状を矩形でなくすることによる効果を検討している³⁾。その一環として、本研究では、カルバートの形状を多角形にすることが地表面での段差に及ぼす影響について解析的に検討する。

2. 数値解析の概要

本研究では有限要素法による弾塑性解析を行った。地盤材料はモール・クーロンの破壊基準に基づく弾塑性体とした。表-1 は解析パラメータを示している。

図-1 は矩形断面をもつカルバートに対する解析モデルを示している。解析モデルの高さは 5.75m、上辺の長さ 16m および下辺の長さを 9m とした。また、カルバート部分は長さ 7m、高さ 5m とした。図-2 は矩形の角を落とした多角形断面のカルバートの解析モデルを示している。カルバート部分を除き、モデルの寸法は基本モデルと同一とした。形状を表すパラメータとして高さ H を用いる。両モデルとも境界条件はモデルの両側面およびカルバートの側面との境界部分を水平方向拘束とした。カルバート上部および斜めの部分の地盤との境界部分は水平鉛直両方向を拘束した。

表-2 は解析ケースを示している。矩形断面を持つ解析モデルに対する解析ケースを RC とする。それ以外は多角形断面を有するカルバートに対する解析ケースである。なお、解析にあたっては、段差を再現するために解析モデルの底面に均等な強制変位を与える変位制御方法を用いた。なお、以下ではモデルの底面の沈下量が 400mm になった段階での結果に基づき考察を行う。

3. 解析結果

図-3 および図-4 はそれぞれケース RC と Case-1 におけるカルバートと盛土との境界部分（図-1 および図-2 において点線で囲まれている範囲）での鉛直変位の分布を示し

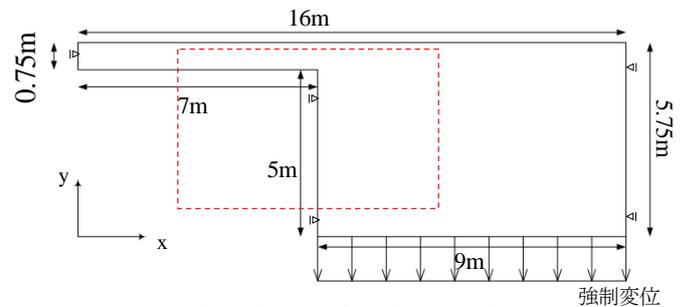


図-1 解析モデル（基本形状）

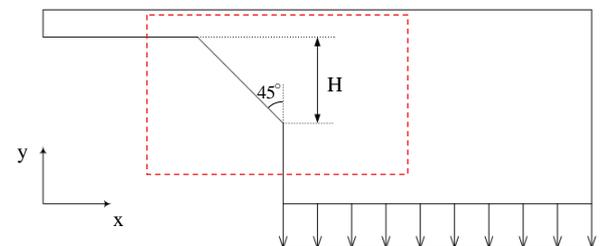


図-2 解析モデル（多角形形状）

表-1 解析パラメータ

γ_t	E_0	ν	c	ϕ
18.0	1.50×10^3	0.333	20.0	20

γ_t (kN/m³): 湿潤単位体積重量 E_0 (kN/m²): 弾性係数
 ν : ポアソン比 c (kN/m²): 粘着力 ϕ (deg): 内部摩擦角

表-2 解析ケース

	RC	Case-1	Case-2	Case-3
H(cm)	-	150	300	450

ている。図-3 から、高さ 450cm 程度までは鉛直変位はほぼ均等に生じている。高さ 500cm 以上になるとモデル左端からの距離が 700cm のところで鉛直変位分布にギャップが生じている。ギャップは地表面に近づくにつれ多少緩和されている。この部分を境として左右における鉛直変位はほぼ均等に生じている。また、図-4 からモデル左端から 700cm、高さ 300cm 付近のカルバート境界部分に非常に大きな段差が生じている。但し、地表面に近づくにつれて、段差は徐々に解消されている。特に地表面では、モデル左端からの距離が 700cm の位置を境とする左右のギャップは大きいものの、その変化が急激に生じるのではなく、ある程度の範囲内で生じている。つまり、段差の緩和が図られている。

図-5 は地表面部分における縦断勾配の分布を示している。なお、縦断勾配は式(1)で与えられる。

$$D = \frac{Y}{X} \times 100 (\%) \quad (1)$$

ここに、D は縦断勾配(%), X および Y はそれぞれ隣接する節点間の水平および鉛直距離である。カルバートの断面形状を矩形でなくすことにより縦断勾配が大きく低減されている。H を大きくすれば縦断勾配のピーク値は小さくなっている。これは図-4 から示唆されるように、H が大きいほど鉛直変位の最大ギャップが分散・緩和されるためである。RC では左端からの距離が 600cm を超えた辺りで縦断勾配が急増しているが Case-1~3 では RC と比較して増加のしかたが緩やかになっている。また、H が大きいケースほどその傾向は強くなり、縦断勾配の分布は裾の広い形状となる。また、最大縦断勾配の発生日位置は、すべてのケースでほぼ一致しており、H の影響をほとんど受けない。

4. まとめ

多角形の断面をもつカルバートを用いることにより、盛土沈下時の縦断線形を円滑化することができる。H を大きくすることにより、地表面沈下が生じる範囲を拡大することができ、その結果、縦断勾配を緩和できる。

謝辞

本研究では、国土交通省道路局「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」の研究助成を得て実施されたものである。

参考文献

- 1)石澤他:異種構造境界部における段差抑制に関する振動台実験, 第 42 回地盤工学研究発表会, 2007.7, PP1139-1140, 2)吉野他:ボックスカルバートにおける道路盛土の縦断線形円滑化に関する振動台実験, 第 42 回地盤工学研究発表会, 2007.7, PP1139-1140, 3)種田他:道路盛土の段差特性に対するカルバートの形状の影響に関する解析的研究, 第 43 回地盤工学研究発表会(投稿中)

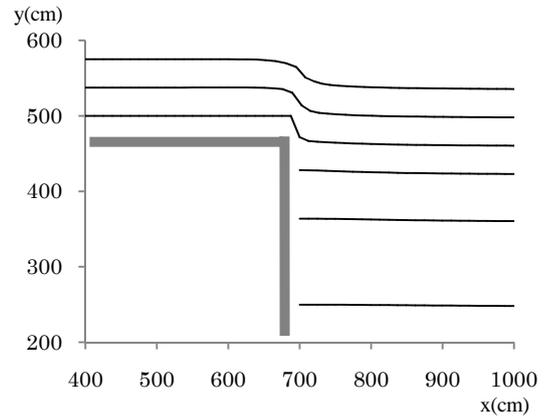


図-3 鉛直変位量の分布(RC)

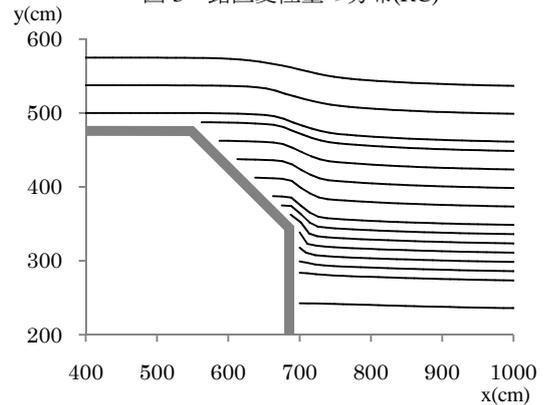


図-4 鉛直変位量の分布(Case-1)

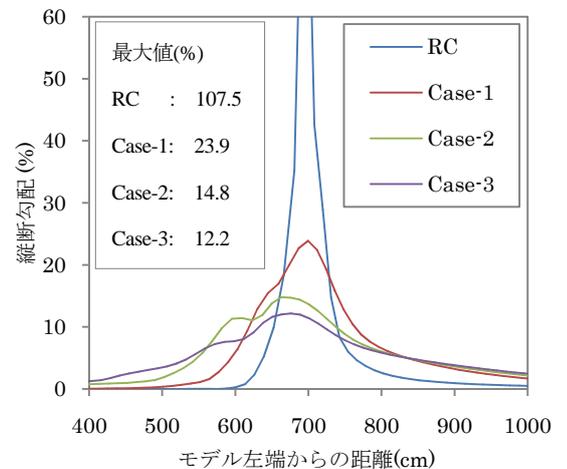


図-5 縦断勾配の分布