

傾斜基礎地盤上の盛土内における PCa 可とうボックスカルバートの動的挙動解析

(一財)災害科学研究所 正会員○ 林 健二
 (一財)災害科学研究所 正会員 松井 保
 (一財)災害科学研究所 正会員 早川 清
 可とうボックスカルバート協会 正会員 中谷 郁夫

1. まえがき

耐震性を必要とする箇所や地盤変形の発生が予測される箇所でプレキャストボックスカルバート(以下、PCa Box)を施工する場合、継手部に可とう性を有する PCa Box が用いられる。これらの PCa Box は、継手部に許容される範囲内で目開きや屈曲が可能であり、地震時や地盤変形時に所定の機能を保持する。

本報告では、基礎地盤の傾斜した盛土内に敷設されるボックスカルバートを対象として、PCa Box の縦断方向をモデル化した地震応答解析を実施し、盛土地盤における PCa Box の地震時挙動について考察した。なお、著者らは基礎地盤が成層状態の盛土内 PCa Box の地震時挙動について、過年度の研究¹⁾で考察を実施している。

2. 対象構造物

検討対象とした構造物は、可とう性を有する PCa Box(2種類)と RC 製ボックスカルバートの3種類である。PCa Box は、継手部差し口にゴムリングを取り付ける IB ボックスカルバートタイプ(以下、TypeA)と、製品に可とうゴムと鋼製カラーを内蔵させた一体成型型の可とうボックスカルバート²⁾タイプ(以下、TypeB)の2種類である。TypeA は、各ボックス間の継手部の差し口に IB ゴムリングを取り付け、可とう性と耐震性を持たせており、据え付けには縦締め緊張工を実施しない。また、TypeB は、鋼製カラー・可とうゴム・拔出し防止金具を有する一体成形の工場製品であり、据え付けには縦締め緊張工を実施する。さらに、比較検討のため継手部に可とう性のない RC 製ボックスカルバート(以下、TypeC)も検討対象とした。

3. 解析方法

地震応答解析は2次元動的 FEM 解析手法(解析コード FLIP³⁾)を用いて、表-1 に示す解析条件のもと、レベル 2 地震動に相当する地震動(max750gal)⁴⁾を工学的基盤面に入力して実施した。PCa Box(高さ 7.2m、長さ 2.0m)は弾性体でモデル化し、継手部については、縦締め緊張工を有する箇所は両ボックス間の中央部で変位拘束(水平)を行い、縦締め緊張工を有しない箇所は両ボックス間にゴムの特性を有するジョイント要素を設置した。また、地層構成モデルは表-1 の解析条件および図-1 の解析モデルに示す通り、硬く締まった基礎地盤(N=50)が傾斜し、その上位に堆積する地盤は、砂質土地盤、粘性土地盤、複合地盤(地表面から砂質土層と粘性土層が互層で堆積)の3種類を使用した。解析ケースを表-2 に示す。

4. 解析結果及び考察

解析結果による地震終了時のボックスカルバートの沈下量を表-2 に示す。全ての解析ケースにおいて、ボックスの沈下量は中央部よりも左端部と右端部で大きくなる。また、左端部と右端部の沈下量を比較すると、砂質土地盤では左端部の方が大きく、粘性土地盤では右端部の方が大きい。これは砂質土地盤で液状化が発生し、左端部でもボックスの沈下が発生するとともに、右端部ではボックス外側で地盤隆起が顕著なためである。

砂質土地盤における3種の構造物タイプのボックスカルバートおよび地盤の鉛直変位分布図を図-2 に示す。TypeA と TypeB のボックス部の沈下分布を比較すると、ボックス右端部で TypeB の沈下が 10cm ほど小さい。これは TypeB の縦締め緊張工の効果によるものと考えられる。また、TypeC のボックス部の沈下分布では、ボックスの左端部と右端部で他タイプに比べて沈下が大きいことに加えて、ボックス継手部上方で盛土地盤の沈下が発生している。盛土地盤の沈下は、継手部でボックス間の離合が顕著であるためと考えられる。

ボックスカルバート継手部の地震終了時における屈曲角を図-3 に示す。図中の屈曲角は、図-1 に示す継手キーワード ボックスカルバート、盛土、液状化、地震応答解析

連絡先 〒541-0043 大阪市中央区高麗橋 4-5-13 (財)災害科学研究所 TEL 06-6202-5602

部1と継手部2における左右のボックスカルバート間の相対傾斜角である。TypeAとTypeBのボックスカルバートはどの地盤モデルにおいてもほぼ0となり屈曲角はほとんど発生しない。一方、TypeCは砂質土地盤で継手部1に、粘性土地盤と複合地盤で継手部2に大きな屈曲角が発生する。ボックスカルバートの構造特性の違いにより、継手部の屈曲角に差が生じるものと考えられる。

5. あとがき

傾斜した基礎地盤上の盛土内における各タイプのボックスカルバートの動的挙動について解析した。解析結果より、傾斜基礎地盤上の盛土内にPCa Boxを適用する際の留意すべき動的挙動を考察することができた。

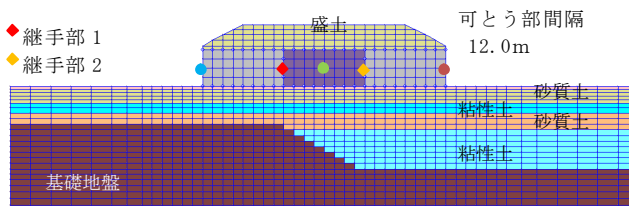
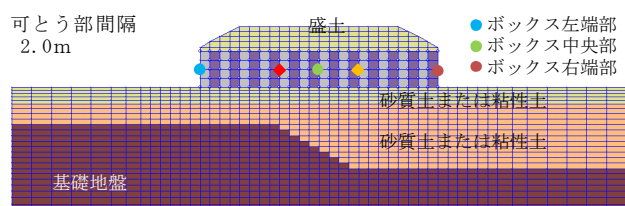
参考文献 1) 林, 松井, 早川, 中谷: 盛土地盤におけるプレキャスト可とうボックスカルバートの動的挙動解析, 土木学会年次学術講演会, 2013. 2) 可とうボックスカルバート協会: 可とうボックスカルバート技術マニュアル, 2010. 3) Iai, S., Matsunaga, Y., Kameoka, T: Parameter Identification for a Cyclic Mobility Model, Report of the Port and Harbour Res. Inst. Vol.29, No.4, 1990. 4) コンクリート標準示方書(設計編): 土木学会, 2007.

表-1 解析条件

モデル化	地盤: 弾塑性モデル、基礎地盤: 弾性モデル、 構造物: 弾性モデル、地盤と構造物の境界: ジョイント要素
土層 (図-1参照)	基礎地盤(各ケース共通): 軟岩相当(N=50)、傾斜あり 砂質土地盤(ケース1): 砂質土(N=10) 粘性土地盤(ケース2): 粘性土(N=2) 複合地盤(ケース3): 上から砂(N=5)・粘土(3)・砂(10)・粘土(2)
水位等	地下水位: GL-3.3m、ボックス土被り: 5.0m
境界条件	側方: 粘性境界、底面(GL-24.7m): 粘性境界

表-2 解析ケースおよび地震終了時のボックスの沈下量

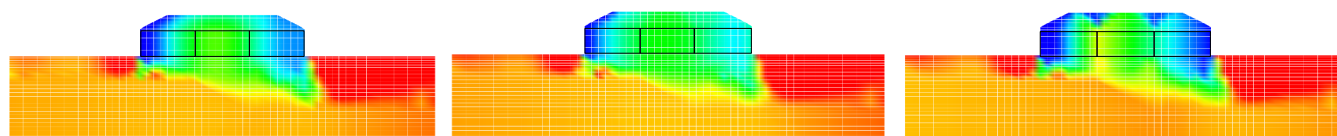
ケース	地層構成	液状化	構造物	ボックスの残留沈下(cm)		
				左端部	中央部	右端部
1-a	砂質土地盤	あり	TypeA	57	16	41
1-b			TypeB	50	20	30
1-c			TypeC	68	17	50
2-a	粘性土地盤	なし	TypeA	26	17	47
2-b			TypeB	27	17	45
2-c			TypeC	24	10	43
3-a	複合地盤	部分的にあり	TypeA	27	9	23
3-b			TypeB	26	11	15
3-c			TypeC	28	9	29



a) 砂質土地盤、粘性土地盤(構造物 TypeA・TypeB)

b) 複合地盤(構造物 TypeC)

図-1 解析モデル



a) 砂質土地盤 (TypeA)

b) 砂質土地盤 (TypeB)

c) 砂質土地盤 (TypeC)

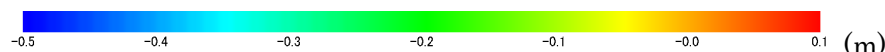
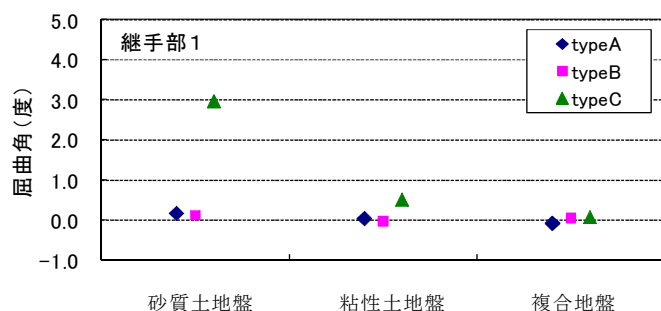
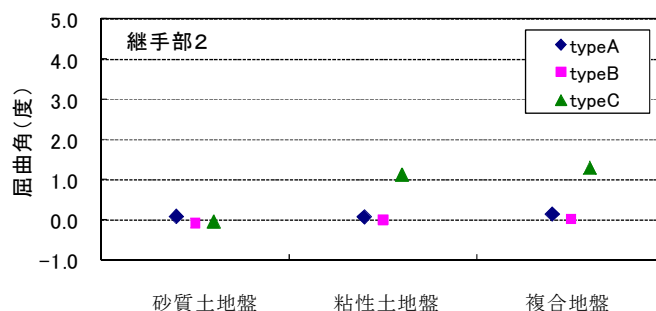


図-2 地震終了時の鉛直変位分布



a) 継手部1



b) 継手部2

図-3 地震終了時におけるボックスカルバート継手部の屈曲角