

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

(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、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するとともに、盛土地盤における PCa Box の動的挙動について考察を試みた。

2. 対象構造物

検討対象とした構造物は2種類の可とう性を有する PCa Box と RC 製ボックスカルバートである。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¹⁾タイプ(以下、TypeB)の2種類である。タイプA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、タイプB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型の工場製品であり、据え付けには縦締め緊張工を実施する。さらに、比較のため検討対象とした RC 製ボックスカルバート(以下、TypeC)は継手部が可とう性のない構造である。

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 FLIP²⁾)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)³⁾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、地層構成モデルは成層状態で、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。解析ケースおよび解析モデルをそれぞれ表-2 と図-1 に示す。

4. 解析結果及び考察

解析結果より得られた地震終了時の鉛直変位分布図を表-2 および図-2 に示す。図-2a)と b)の比較から、砂質土地盤と粘性土地盤ではボックスカルバート部や原地盤の沈下挙動の異なることがわかる。ボックスカルバートの沈下は砂質土地盤では左端部で大きくなり、粘性土地盤では左端部と右端部で大きくなる。また、図-2a)の砂質土地盤では液状化により、原地盤の深い位置まで沈下が発生する。さらに、図-2b)と c)の比較から、同じ粘性土地盤でも構造物の種類の違いにより、ボックスカルバート部および盛土(土被り部)の沈下挙動の異なることがわかる。すなわち、TypeC では2箇所ある継手部の直上で盛土内の沈下が大きくなる。

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 は粘性土地盤において大きな屈曲角を発生し、砂質土地盤でも TypeA や TypeB に比べて屈曲角が大きくなる。図-3 に見られる各タイプの屈曲角の差は、ボックスカルバートの構造特性の違いによるものである。本解析結果より、液状化地盤や軟弱粘土地盤上の盛土内に PCa Box を適用する際の留意すべき動的挙動を知ることができる。

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

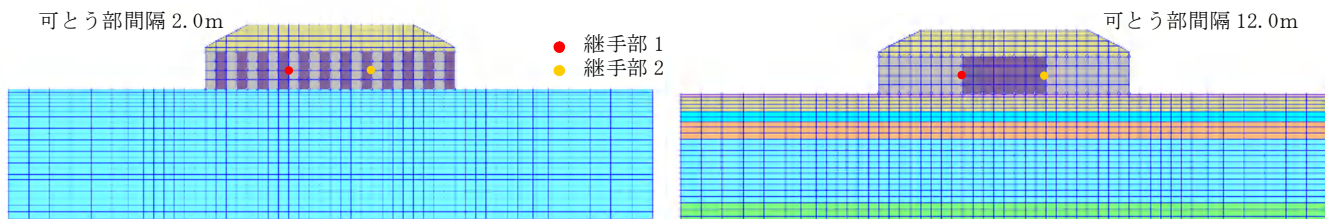
連絡先 〒541-0043 大阪市中央区高麗橋 4-5-13 (財)災害科学研究所 TEL 06-6202-5602

表-1 解析条件

モデル化	地盤：弾塑性モデル、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-2参照)	砂質土地盤：砂質土 (N=10)、粘性土地盤：粘性土 (N=2)、 複合地盤：上から砂(N=5)・粘土(3)・砂(10)・粘土(2)・砂(50)
水位等	地下水位：GL-3.3m、工学的基盤面：GL-24.7m、 ボックスの土被り：5.0m
境界条件	側方：粘性境界、底面：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

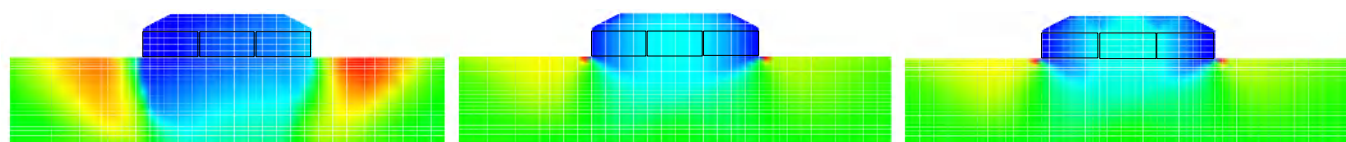
ケース	地層構成	液状化	構造物	ボックスの残留沈下 (cm)		
				左端部	中央部	右端部
1-a	砂質土地盤	あり	TypeA	100	79	56
1-b			TypeB	102	85	45
1-c			TypeC	113	77	65
2-a	粘性土地盤	なし	TypeA	96	47	102
2-b			TypeB	106	48	110
2-c			TypeC	102	45	107
3-a	複合地盤	部分的にあり	TypeA	30	39	23
3-b			TypeB	31	39	23
3-c			TypeC	30	38	23



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

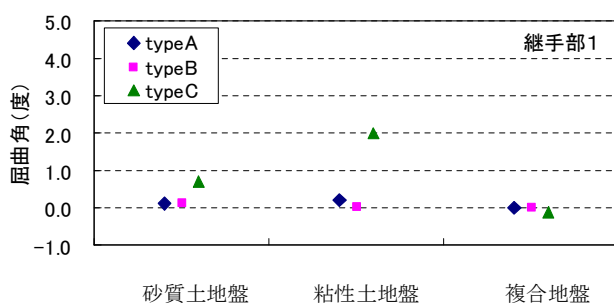


a) 砂質土地盤 (TypeA)

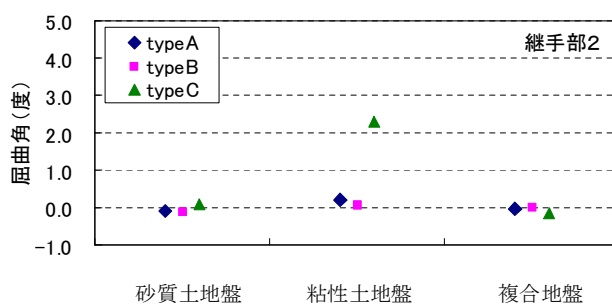
b) 粘性土地盤 (TypeA)

c) 粘性土地盤 (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

5. あとがき

盛土地盤における各タイプのボックスカルバートの動的挙動を考察した。液状化地盤における挙動⁴⁾も含めて、今後さらにモデル条件と解析ケースを増やし、盛土地盤における PCa Box の適用性について検討したい。

参考文献 1) 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。 2) 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。 3) コンクリート標準示方書（設計編）：土木学会、2007。 4) 林, 松井, 早川, 中谷：液状化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, 2012。