

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

(財)災害科学研究所	正会員○ 林 健二
(財)災害科学研究所	正会員 松井 保
(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 PCa Box の機能を保持する。

本報告では、液状化が発生する地盤において、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、液状化地盤における PCa Box の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 である。すなわち、PCa Box の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、タイプ A)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、タイプ B)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。一方、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。

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³⁾を工学的基盤面に入力して実施した。PCa Box (内径 2.0m×2.0m、長さ 2.0m、土被り 1.0m)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上下端で変位拘束(水平・鉛直)を行い、縦締め緊張工を有しない箇所は両ボックス間の中央部でヒンジ接合とした。また、地層構成モデルは、成層地盤(地表面から砂質土層 S1、S2、S3、S4 の順に堆積)を標準モデルとして、不陸の有無で2種類の地層構成モデルを使用した。さらに、S2、S3 は液状化しない場合と液状化する場合について解析した。入力地震動及び解析モデルを図-1 及び図-2 に示す。

4. 解析結果及び考察

地震終了時の構造物の鉛直変位分布図、及び継手部の相対変位・変形角(最大値)を図-3 及び表-2 に示す。ケース A-1、A-2、B-1、B-2 の平坦地層モデルでは、液状化の有無に係わらずボックスカルバートの不同沈下は発生せず、タイプ A とタイプ B は同等の挙動となる。また、ケース A-3、B-3 の不陸あり地層モデルでは、タイプ A で不陸部に数 cm の微小な不同沈下が見られるが、タイプ B では不同沈下は発生しない。

平坦地層モデルでは、タイプ A、B とともに液状化が発生しても不同沈下は発生しない。また、不陸あり地層モデルでは、タイプ A で不陸部に微小な不同沈下が発生するが、これは不陸部で液状化層厚が大きくなり、タイプ A の構造特性より各継手部で目開き・屈曲がある程度許容されることに起因する。一方、タイプ B は、不陸部に位置する各継手が縦締め緊張工により目開き・屈曲が抑制され、不陸部で不同沈下が発生しない。

解析モデルの地層構成は、固い地層(S4)が PCa Box の敷設深度のすぐ下位に分布している。タイプ A の場合、この固い地盤が水平成層状態で堆積していれば PCa Box に不同沈下は発生しないが、部分的に不陸が存在する場合、PCa Box に不同沈下が発生する可能性がある。不同沈下の度合いは、地震動の大きさ、液状化の発生状況、不陸の状況等により変化するが、PCa Box の有する不同沈下の許容値を超える場合には、PCa Box は

キーワード ボックスカルバート, 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)	S1層（層厚0.5m、N=2）、S2層（層厚2.8m、N=5）、 S3層（層厚0.6m、N=10）、S4層（層厚20.8m、N=50）
地下水位	GL-0.5m
基盤面	工学的基盤面 GL-24.7m
境界条件	側方：粘性境界、底面：粘性境界

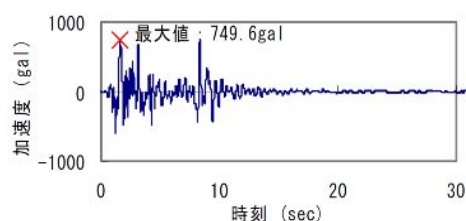


図-1 入力地震動

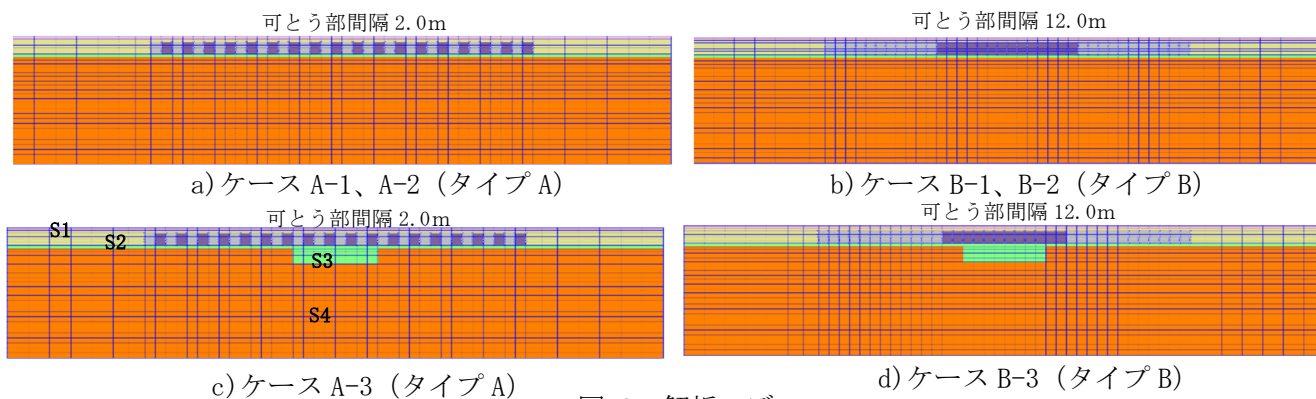


図-2 解析モデル

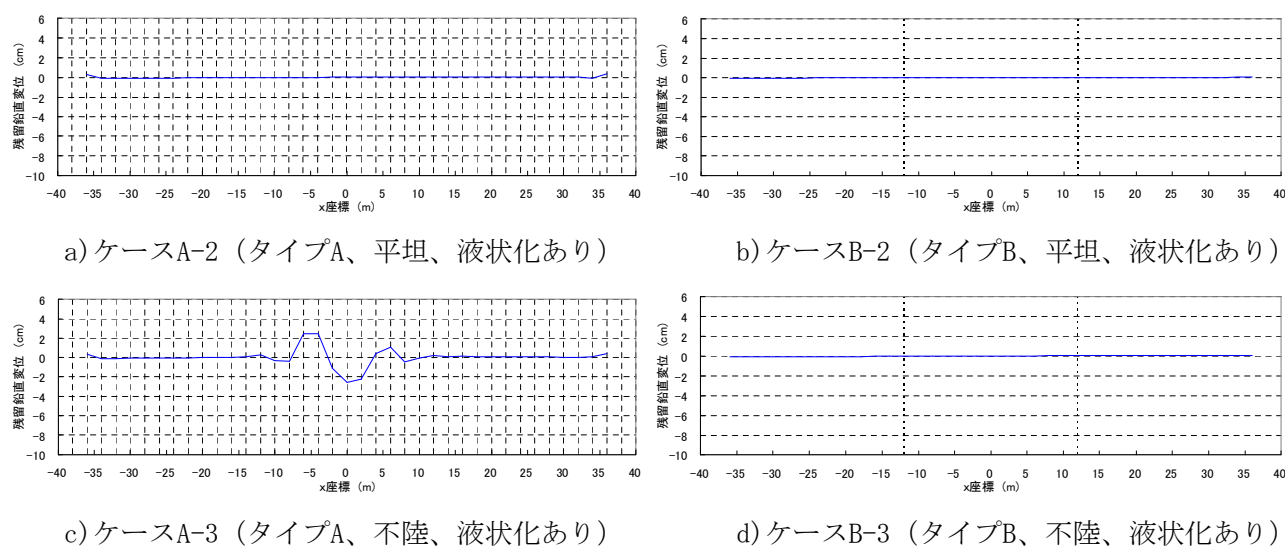


図-3 地震終了時におけるボックスカルバートの鉛直変位分布図

地震後に所定の機能を喪失することとなる。また、タイプBでは不同沈下は発生していないが、縦締め緊張された継手部に大きな外力が作用することから、これに耐える強度が不同沈下防止のために必要となる。

5. あとがき

液状化地盤における2タイプのプレキャストボックスカルバートの挙動を考察した。今後さらにモデル条件に汎用性を持たせ、可とうボックスカルバート、IBボックスカルバート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。

表-2 地震終了後における継手部の相対変位及び変形角

ケース	構造物	地層構成	液状化	相対変位 (cm)		変形角 (rad)
				水平	鉛直	
A-1	タイプA	平坦	なし	0.0	0.0	0.000
A-2		平坦	あり	0.0	0.0	0.000
A-3		不陸あり	あり	2.1	0.0	0.018
B-1	タイプB	平坦	なし	0.0	0.0	0.000
B-2		平坦	あり	0.0	0.0	0.000
B-3		不陸あり	あり	0.0	0.0	0.000