

動的解析に基づく既存サイホン縦断方向の耐震性能照査

神戸大学大学院工学研究科 学生会員 ○平山 智章
 神戸大学大学院工学研究科 正会員 鎌田 泰子
 (独)水資源機構豊川用水総合事業部 非会員 有野 治

1. はじめに

1950~70年代に人口の増加とともに水需要が増え、大規模送水施設の一つとしてサイホンは日本各地に建設された。サイホンの多くは現場打ちのコンクリート造で、構造的にも補強や補修を行う時期を向かえている。また、サイホンは建設当時の十分な耐震設計法が確立されないまま建設されており、現在においても他の構造物に準拠して耐震計算を行う他はない。サイホンは直径数 m の地中構造物のため、一般にはトンネルや共同溝と同様に横断面の耐震検討がされるが、サイホンは谷地形を横断するように地下に建設されるので、地震時には構造物の縦断方向の応答は複雑になる。しかしながら、サイホンの縦断方向を対象とした耐震検討や研究はこれまで多く行われてきていない。さらに、地中に埋設されて常時通水が行われていることから、供給停止をして点検をすることは困難で劣化状況の状態把握も難しい状況にある。以上のことから、本研究では、既存サイホン縦断方向の地震時挙動について動的解析によって明らかにし、耐震性能を照査することを目的とする。

2. 解析モデル

(1) 対象構造物

本研究では、香川用水の二つの既存サイホン（以下 A サイホン、B サイホン）を対象とする。A サイホンは沢を横断する箇所を設置されたサイホンであり、全長 40m で勾配は 0.57, 0.31 であり、盛土材に軽量盛土（EPS : Expanded Poly-Styrol）が用いられている。A サイホンは 4m の箱形断面を有する。一方、B サイホンは沢地形の出口近くに位置し、高低差 10m 強で谷幅 50m と開削が進んだ谷出口となっている。B サイホン上の盛土は A サイホンよりも薄い。また、B サイホンの断面は直径 3.4m の円形断面である。現地写真及び構造図面の例として A サイホンのものを図 1 に示す。



(a) 現地写真 (2016.5.9 撮影)

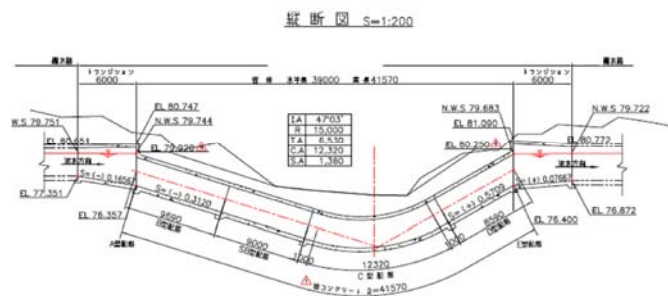
(b) 構造断面図¹⁾

図 1 A サイホン現地写真及び構造図面

(2) 解析手法

本解析では、サイホンの縦断方向の応答に着目し、平面ひずみ要素で 2 次元断面をモデル化して動的解析を行う。2 次元動的有限要素解析には汎用ソフトである解析プログラム Soil Plus Dynamic²⁾を使用し、等価線形解析による検討を行う。図 2 に作成した A サイホンの有限要素モデルを示す。地盤の物性については、管理事業者によって調査されたボーリング試料より設定した。入力地震動には、構造物の当該地域で想定される最大の地震動として内閣府³⁾が公表している工学的基盤面における南海トラフ巨大地震の想定地震動のうち、対象

キーワード サイホン, 耐震性能照査, 動的解析

連絡先 〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1 TEL078-803-6047

サイホンの近傍点におけるものを用いた。サイホン駆体は梁要素にて駆体中心線でモデル化し、構造物・地盤間はジョイント要素にて不連続性を考慮した。

耐震性能の照査にあたっては、水道施設耐震工法指針を参考し、動的解析によるサイホンのせん断及び曲げの断面力について照査するものである。

3. 解析結果

(1) Aサイホンの応答

解析結果の一例として、Aサイホンの最大断面力図を図3に示す。せん断力はサイホンの曲率に変化する箇所、曲げモーメントはサイホンの傾斜部で大きな応答となることが確認できた。また、Aサイホンの左右の傾斜部の勾配は左側が17.1°、右側が28.1°となっており、傾斜部の勾配が大きい方が、生じる曲げモーメントの値も大きくなっている。想定される地震動が小さかったため、構造物は非線形特性を有するものとしてモデル化していたが、継ぎ目に変位が生じることはなかった。

(2) 照査結果

Aサイホン及びBサイホンについて、せん断及び曲げに対する耐震性能照査を行った。照査結果を表1に示す。両サイホンともに、せん断及び曲げについて、限界値以下となり、今回の解析条件において安全性を有することが確認できた。Aサイホンの方が、照査判定値が大きくなった要因としては、地盤条件の違いや、Aサイホンは中央部が曲がっているのに対し、Bサイホンは中央部が平坦であるといった、サイホンの形状の違いが考えられる。

また、サイホンの縦断方向においては、せん断よりも曲げに対して、耐震上不利となることが分かった。

3. まとめ

香川用水の既存サイホン縦断方向について、想定される地震動に対して耐震性能照査を行った結果、せん断及び曲げについて耐震性を有することが確認できた。また、サイホンは縦断方向において傾斜部を有するが、傾斜部の勾配によって生じる曲げモーメントの大きさが異なり、サイホンの構造形式が照査結果に影響を与えていると考えられる。

謝辞：本研究の遂行にあたり、(独)水資源機構香川用水事務所には貴重なデータを提供して頂いた。ここに記して謝礼申し上げる。

参考文献

- 1) (独)水資源機構：サイホン設計図面，内部資料，2016.
- 2) 伊藤忠テクノソリューションズ株式会社：Soil Plus Dynamic.
- 3) 内閣府：南海トラフの巨大地震モデル検討会 URL: http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/data_teikyuu.html

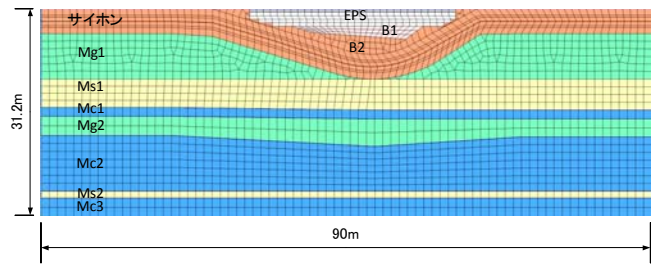
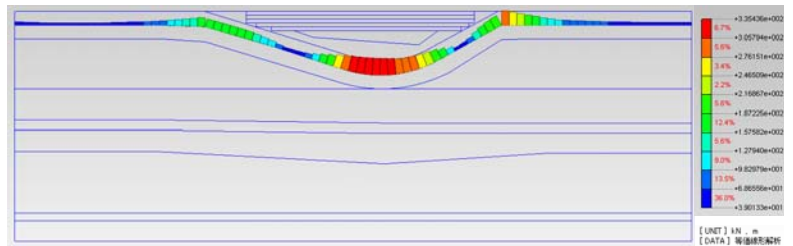
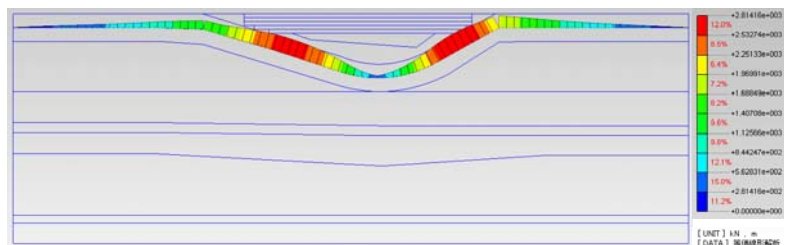


図2 Aサイホン有限要素モデル



(a) せん断力



(b) 曲げモーメント

図3 最大断面力図 (Aサイホン)

表1 照査結果

	せん断	判定	曲げ	判定
Aサイホン	0.19	OK	0.69	OK
Bサイホン	0.088	OK	0.17	OK