

I-B 253 深い基礎を有する水処理施設の地震時挙動に関する一考察

横浜市 正会員 ○富永裕之 片桐 晃
 鹿島 正会員 清水保明 北山 真 井上浩之

1. はじめに

兵庫県南部地震による水処理施設の被害として、構造物に生じた過大な変位により構造物間に設置されている継手が破断し、継手部から管廊内に水が流入したために水処理機能に支障をきたすという事例が報告されている。本報はこのような状況を鑑み、横浜市内の下水処理場水処理施設に対して実施した大規模地震を想定した場合の地震時挙動に関して報告するものである。

2. 対象構造物および地盤の概要

水処理施設（図-1）は、3つの構造系（最初沈殿池、エアレーションタンク、最終沈殿池）で構成された地中構造物で、基礎形式は杭基礎である。継手は縦断方向に2カ所、横断方向に1カ所設けられている。

また、構造物周辺の地盤は、ほぼ水平な成層地盤を成しており、その地盤構成及び地盤物性は表-1に示すとおりである。なお、支持杭はT.P.-6.5m以深の砂質土層（N=50）まで打ち込まれている。

3. 解析方法

地震時に3つの構造系が独自に挙動するものと考え、図-1に示す断面①～③の3断面で解析モデルを作成し、各々の地震時変位量から継手部相対変位量を算定した。

解析は、まず液状化が発生しない場合を想定し、地盤のひずみ依存性を考慮した応答震度法による2次元静的FEM解析を実施した。解析フローを図-2（左側）に示す。地盤のひずみ依存性を考慮したせん断剛性は、地盤のみによる一次元波動伝播解析での収束剛性とした。構造物および地盤に作用させる水平震度は、同解析で地表面変位が最大となる時刻の加速度から算出した。また構造物内部には動水圧¹⁾を考慮し、構造物側壁に荷重として作用させた。

次に最も危険側のケースとして液状化が発生する場合を想定し、液状化による地盤剛性の低下および液状化層の動土圧を考慮した2次元動的FEM解析を実施した。解析フローを図-2（右側）に示す。液状化判定は、前出の一次元波動伝播解析での最大せん断応力を用いて F_L 法により行った。地盤のひずみ依存性を考慮したせん断剛性および減衰定数は、液状化判定の結果に応じ

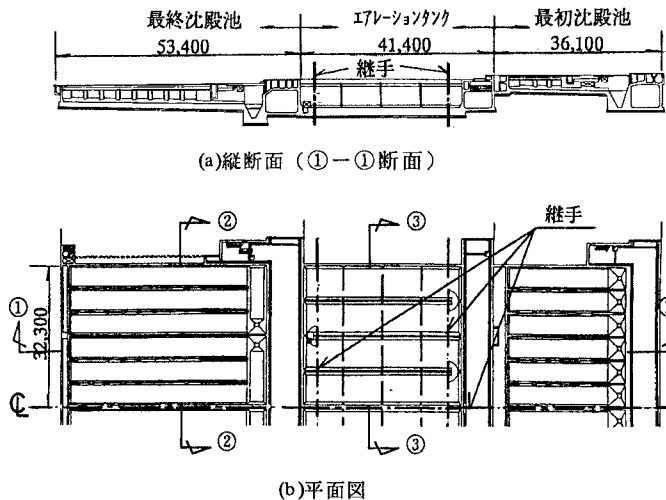


図-1 対象構造物の概要

表-1 地盤構成及び地盤物性

標高	土質名	平均N値	単位体積重量 γ (t/m ³)	せん断弾性波速度 V_s (m/sec)	ポアソン比 ν_d
T.P.+3.5m					
-1.0	盛土	5	1.80	137	0.49
-3.5	砂質土	7	1.90	153	0.49
-5.0	粘性土	7	1.80	191	0.49
-6.5	砂質土	22	1.90	224	0.49
	砂質土	50	1.90	300	0.49
-13.5	粘性土	50	1.70	300	0.49
-14.5	砂質土	50	1.90	300	0.49
-19.5	粘性土	43	1.70	300	0.49
-25.0	砂質土	50	2.00	300	0.49
-26.5	Tm	50	2.00	300	0.49

て設定した。また液状化層に発生する動土圧²⁾および構造物内部に発生する動水圧¹⁾は、構造物壁面に付加重量として考慮した。なお、杭には動土圧は作用しないものと仮定した。

入力地震波は、兵庫県南部地震時に神戸海洋気象台で観測されたN S成分地震波($\alpha_{max} = 818gal$)とした。また、構造物は線形弾性体と仮定した。

4. 解析結果

4.1 液状化が発生しない場合

図-3に一例として断面②の解析結果を示す。また表-2に継手部の相対変位量推定結果を示す。最大相対変位量は、約21cmと推定された。

4.2 液状化が発生する場合

液状化判定の結果、T.P.-3.5mまでの砂質土層は F_L 値が非常に小さく液状化の発生が懸念された。そこでT.P.-3.5mまでの地盤は流体と仮定し、剛性=0とした。解析は断面②を対象とした。図-4に解析結果を示す。また表-2に継手部の相対変位量推定結果を示す。最大相対変位量は約47cmと推定された。

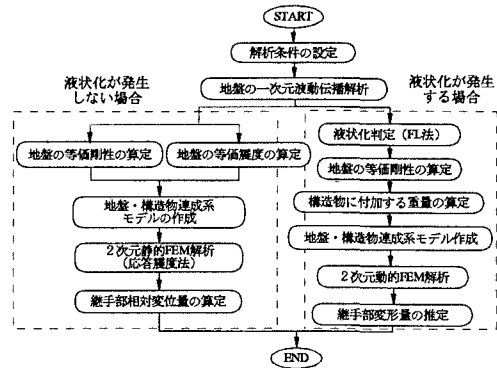
5. まとめ

震度法（水平震度は年代により異なる）で設計されている既存水処理施設に対し、大規模地震を想定した場合の挙動を検討した。その結果、継手部に生じる相対変位量は約21cm（液状化が発生する場合は約47cm）と推定された。

したがって、大規模地震時には液状化対策とともに、水処理施設という水槽の機能を確保するために継手部の過大な変位に対する対策、例えば伸縮可とう性継手の設置による補強が必要であることがわかった。なお構造物本体および杭の損傷に対しては別途対策が必要である。

【参考文献】

- 1) 日本水道協会：水道施設耐震工法指針・解説，1979
- 2) 古関、古賀：液状化地盤の地震時土圧に関する模型振動実験，第46回土木学会年次学術講演会，1991



変形スケール 図-2 解析フロー

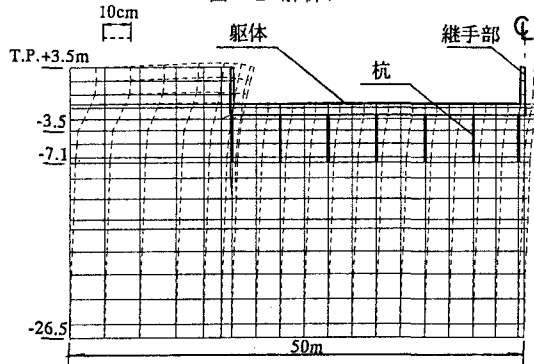


図-3 液状化が発生しない場合の変位の解析結果（断面②）

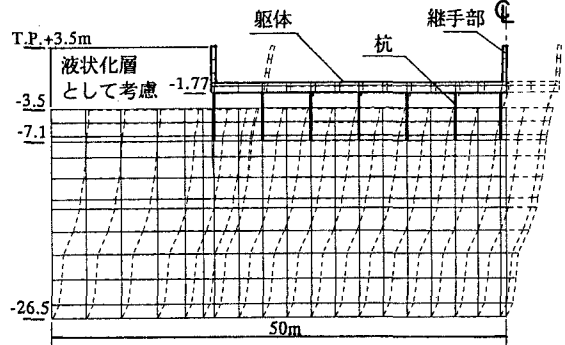


図-4 液状化が発生する場合の変位の解析結果（断面②）

表-2 継手部相対変位量の推定結果

	継手部相対変位量 (cm)		
	水平方向目開き量	水平方向ズレ量	鉛直方向ズレ量
液状化が発生しない場合 ¹⁾	17.6	20.8	0.16
液状化が発生する場合 ²⁾	43.8	46.8	0.18

*1)断面①,②,③の解析結果に基づき算定。

*2)断面②の解析結果に基づき算定。