

I-602

液状化時の浮力に対する共同溝の応答解析

八代工業高等専門学校 正 員 ○ 刈田 邦彦
 熊本大学工学部 正 員 秋吉 卓
 熊本大学大学院 堤 隆

1. まえがき 地震時の地盤液状化がライフライン構造物に及ぼす影響について活発に研究が進められている¹⁾。ライフライン構造物の中でも、共同溝は今後多数の建設が予想され、とくに軟弱な地盤中に構築される場合には、地震時液状化による被害も予想されるので、設計において十分な配慮が必要と考えられるが²⁾、共同溝の液状化時挙動については不明な点も少なくない。そこで本研究では、液状化時の浮力を受ける共同溝の応答解析を行い、共同溝の浮力に対する安全性について検討する。

2. 解析手法の概要 ここでは、共同溝設計指針²⁾を参考にして、図1のような共同溝と地盤のモデルにおける液状化時の浮力を算定する。地盤モデルは2層地盤とし、共同溝埋設位置までの各層厚と単位体積重量、および地下水位、N値等が与えられるものとし、各層とも均質な砂質性の地盤とする。液状化時に共同溝に作用する力は、図2のように、共同溝上面までの上載荷重(W_s)、共同溝の自重(W_B)、静水圧によって共同溝下面に作用する浮力(U_s)、過剰間隙水圧によって共同溝下面に作用する浮力(U_D)とし、次式より浮力を求める。

$$P = U_s + U_D - (W_s + W_B) \quad (1)$$

式(1)の浮力 P が共同溝に作用する場合の、応答解析手法として、ここでは図3のように、共同溝を弾性床上的のりに置き換え、地盤ばねで支えられた共同溝本体と、伸縮ばねと回転ばねによる継手とでモデル化し、軸直角方向の基礎方程式の解を、修正伝達マトリックス法³⁾より求めた⁴⁾。

3. 数値計算結果と考察 共同溝および地盤の諸量は、実際の共同溝および建設地点の例を参考として、表1に示す値を標準値とし、30mの函体が20本結合した共同溝モデルに対して数値計算を行った。継手の伸縮および回転ばねの標準値は、沈埋トンネルの値を参考とした。また液状化時の地盤ばねは、S波速度 $v_s = 100\text{m/s}$ に対するものの1/10を標準値とし(k_{s0})、完全塑性型の非線形特性をもち、塑性状態への限界の相対変位を3mmとした。また共同溝断面は図4のような配筋とし、鉄筋量としてD19を40本使用した場合の、共同溝断面の応力を求めた。

表1の地盤において、液状化時の過剰間隙水圧比を0.5とすると、共同溝に作用する浮力は式(1)より、 $P = 1.6\text{tf/m}$ となる。この浮力に対する共同溝の応答分布を求めたものが図5である。浮力によって、共同溝は中央部で最大85cm程度の浮上が

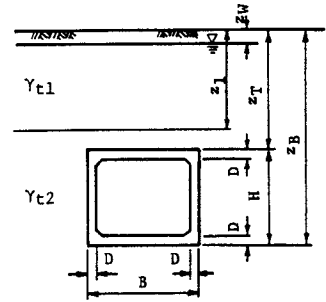


図1 地盤と共同溝のモデル

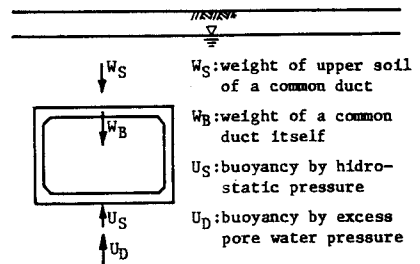


図2 液状化時に共同溝に作用する力

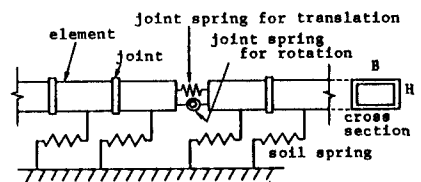
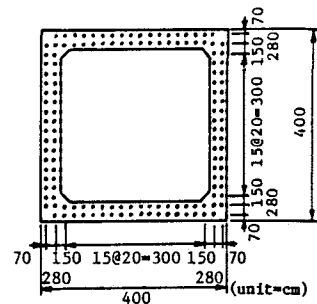
図3 共同溝のモデル化⁴⁾

図4 共同溝横断面の配筋図

表1 共同溝・地盤の諸元

断面寸法(幅(B)×高さ(H)×厚さ(D))	4.0×4.0×0.4(m)
弾性定数 E_c	$2.6 \times 10^6\text{tf/m}^2$
共同溝エレメントの長さ	30.0 m
継手伸縮ばね定数 k_{t0}	$3 \times 10^5\text{tf/m}^2$
継手回転ばね定数 k_{r0}	$3 \times 10^7\text{tf} \cdot \text{m/rad}$
共同溝天端までの深さ z_T	5.0 m
共同溝底面までの深さ z_B	9.0 m
地下水面までの深さ z_W	0.5 m
第1層地盤の層厚 z_1	5.0 m
第1層地盤の単位体積重量 γ_{t1}	1.50tf/m^3
第2層地盤の単位体積重量 γ_{t2}	1.80tf/m^3
地盤ばね定数(軸直角方向) k_{s0}	183.0tf/m^2

りを生じているが[図5 (a)], 継手部の変位[図5 (b), (c)]は許容範囲であろう。

図5 (d), (e), (f) は、それぞれ共同溝断面に生じる、コンクリートの曲げ応力、せん断応力および鉄筋の応力を表わしている。共同溝の両端境界を固定とした場合、コンクリートの曲げ応力、せん断応力は、共同溝の延長全体においてはほぼ許容応力以内（許容圧縮応力 $\sigma_{ca} = 105 \text{ kgf/cm}^2$ ，許容せん断応力 $\tau_a = 5.4 \text{ kgf/cm}^2$ ）に納まるが、鉄筋には許容応力（ $\sigma_{sa} = 2700 \text{ kgf/cm}^2$ ）を大幅に越える応力が生じている。このように境界部が固定の条件では、境界近傍の断面の応力が増加するが、境界部の継手剛性を下げると（弾性結合），境界部への応力集中の何割かを緩和できる。

図6 は、液状化時の地盤ばねの効果を調べるため、横軸に地盤ばねの標準値（ k_{s0} ）に対する比をとり、コンクリートと鉄筋の応力をそれぞれ(a), (b)に図示したものである。過剰間隙水圧比が低下するほど浮力は大きくなるが、浮力と地盤ばねとの関係は明確ではないので、ここでは3ケースの浮力8, 4, 1.6tf/m に対してこれを一定とし、地盤ばねを変化させたときの断面応力を図示している。断面応力に及ぼす地盤ばねの効果はそれほど顕著ではなく、液状化の進行に伴う浮力の増大によって、断面応力は増大する傾向にある。しかしながら、両端部が弾性結合の場合には、断面応力をかなり低減させ得ることも同時に示されている。

参考文献 1) 安田 進: H1 年度科学研究費（一般研究 (B)）成果報告書, 1990. 2) 日本道路協会: 共同溝設計指針, pp.52~80, 1986. 3) 中村秀治: 土木学会論文報告集, 第289号, pp.43~53, 1979. 4) 瀧田・秋吉: 第8回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.2079~2084, 1990.12

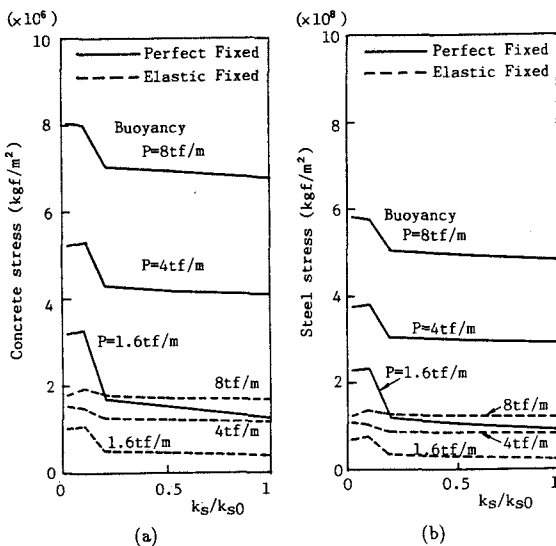


図6 地盤ばね比に対する共同溝断面の応力

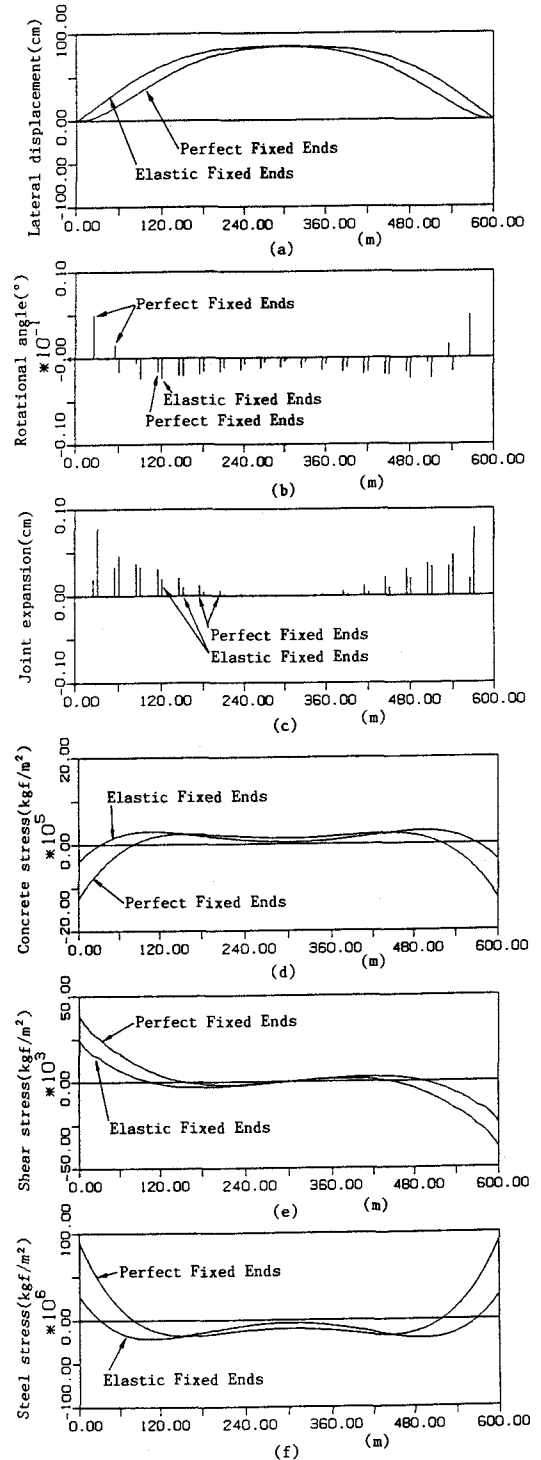


図5 浮力を受ける共同溝の応答分布