

Ⅲ－8

軽量裏込め土の動的土圧の2次元有限要素解析

東北大学 学生員 ○清原 雄康

東北大学 正会員 風間 基樹

東北大学 正会員 柳沢 栄司

1. 研究の目的

土圧を受ける壁体の土圧低減対策として、軽量裏込め土を用いる対策が考えられる。軽量材の利用は、陸上部ではかなりの実績があるが岸壁などの水中での裏込め材としての利用は進んでいない。これは軽量材の動的土圧特性が良く分かっていないためである。特に現行設計法での水中での地震時土圧の値は単位体積重量が $1.6 \text{ (tf/m}^3\text{)}$ 付近で最小となり、それより大きいときは単位体積重量の増加により土圧合力も大きくなる。単位体積重量が小さくなると、水中での見かけの震度が大きくなるため、水中で軽量裏込め材を用いる際の問題点となっている。

本研究では構造物と地盤の動的相互作用を考慮にいた有限要素法を用いて背後地盤の単位体積重量が地震時土圧に及ぼす影響について報告する。

2. 解析対象断面

解析対象断面を図1に示し、図のno.は応答加速度の出力節点番号を表している。パラメータは表1に示す。各層のせん断定数は、平均せん断波速度を 150 (m/s) としさらに5層に分割した地盤の拘束圧を考慮して求めた。ケーソンは、減衰定数 0.01 、せん断波速度 2000 (m/s) の線形弾性体とした。

また本解析では等価線形化手法により、せん断定数と減衰定数の歪み依存性も考慮しているがその歪み依存曲線も拘束圧に応じて変化させた。

入力地震波は十勝沖地震の八戸での記録を用いた。

3. 解析結果

図2、図3にケーソンと地盤の加速度時刻歴と各出力点の最大値分布を示す。最大加速度応答は単位体積重量が大きくなるにつれて大きくなっている。

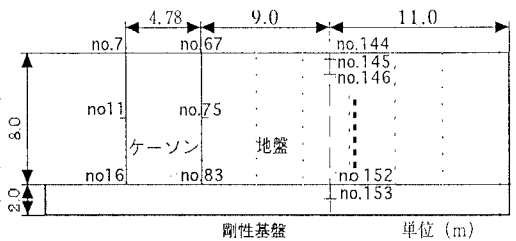


図1 解析断面

表1 パラメータ値

単位体積重量	地盤部	1.1～2.0 (tf/m ³)
	ケーソン部	2.3 (tf/m ³)
ポアソン比	地盤部	0.48
	ケーソン部	0.17

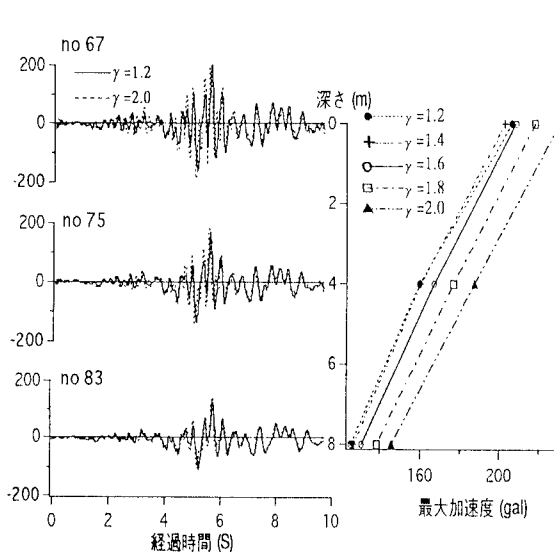


図2 ケーソン部の加速度時刻歴と最大加速度分布

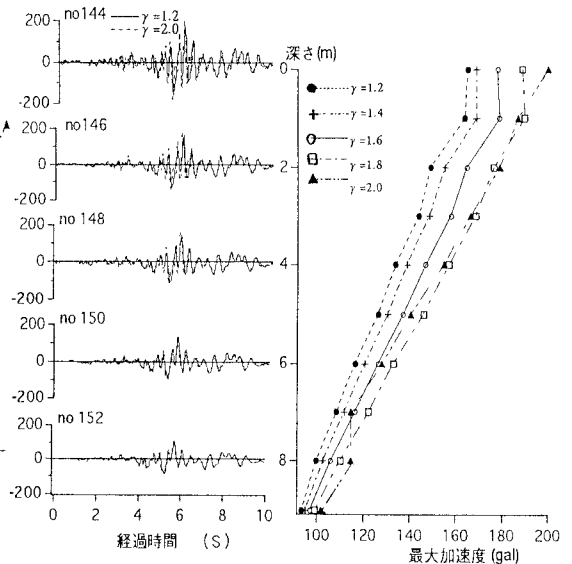


図3 背後地盤の加速度時刻歴と最大加速度分布

図4はケーソン部に働く力の釣り合いの模式図を示す。慣性力は、ケーソンの平均応答加速度にその質量を乗じて求め、動的土圧はケーソン背後地盤の要素番号1から16までの水平応答応力をたしあわせて求めた。静止土圧は静止土圧係数を0.6として求めた。

図5は各単位体積重量での動土圧と静止土圧の最大値を示す。動土圧は単位体積重量が小さくなるにつれ、大きくなるが、静止土圧は動土圧よりはるかに大きく単位体積重量が大きくなるにつれ大きくなる。

図6は図4の釣り合い関係により求めた力の時刻歴を単位体積重量が $1.2 \text{ (tf/m}^3\text{)}$ と $2.0 \text{ (tf/m}^3\text{)}$ の場合について求めた物である。水平慣性力は単位体積重量が大きくても小さくてもほぼ同じ傾向を示した。慣性力と動土圧を比べると逆位相になっており、ケーソンに作用する慣性力と土圧の作用方向が逆になっているのが分かる。ケーソン底部に働くトータル力は静止土圧の影響が大きく、ケーソンを滑らそうとする力は単位体積重量が $2.0 \text{ (tf/m}^3\text{)}$ のほうが大きくなり、ケーソン底部の摩擦係数を0.6としたときには、単位体積重量が $2.0 \text{ (tf/m}^3\text{)}$ の場合だけ滑りが生じる。

図7は摩擦抵抗力をケーソン底部に加わる力で割って安全率とし、単位体積重量との関係を示した。単位体積重量が小さくなるにつれて安全率が大きくなる。

4. まとめ

2次元有限要素法を用いて岸壁背後の地盤の単位体積重量が全体系の滑動安定性に及ぼす影響について検討した。動土圧は単位体積重量が小さくなるほど大きくなる性状を示したが、静止土圧の低減効果が大きく軽量材の利用は岸壁の地震時滑動安定性に効果があることが分かった。

なお水中での利用に当たっては水との相互作用も今後考慮していく必要がある。

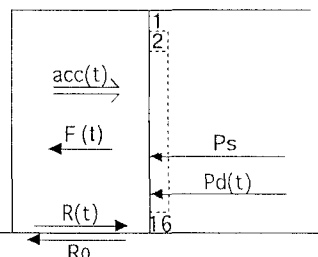


図4 力の釣り合い図

$F(t)$: 慣性力 (tf/m)
 $acc(t)$: 平均応答加速度
 $Pd(t)$: 動的土圧 (tf/m)
 Ps : 静止土圧 (tf/m)
 $R(t)$: ケーソン底部に働く力 (tf/m)
 $R(t) = F(t) + Pd(t) + Ps$
 R_0 : 摩擦抵抗力 (tf/m)

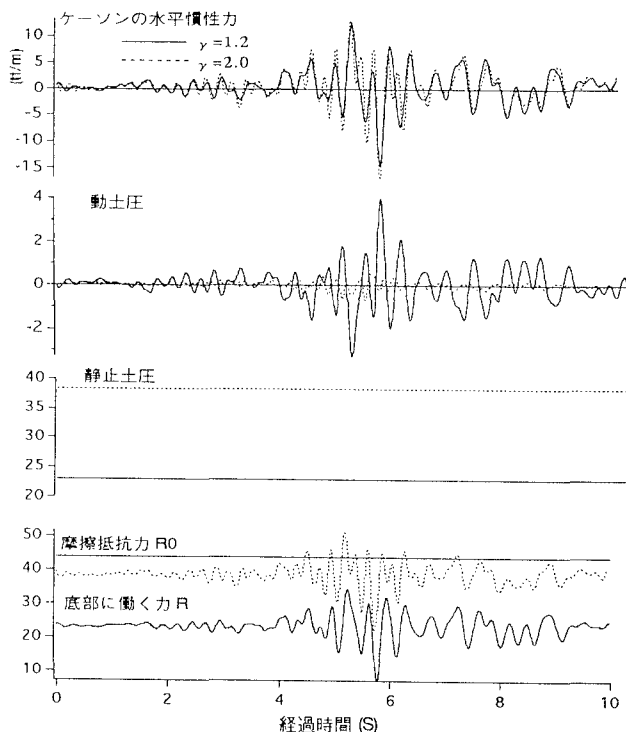


図6 ケーソン部に働く力の時刻歴

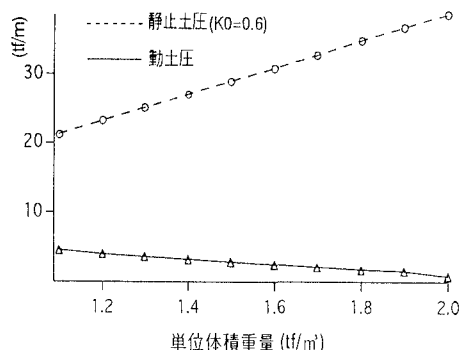


図5 単位体積重量と静止土圧、動土圧の最大値

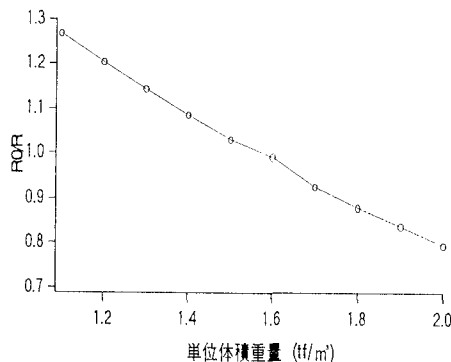


図7 滑りに対する安全率