

III-107 初期応力条件が矢板岸壁の地震時挙動に与える影響の有効応力解析による検討

運輸省港湾技術研究所 正会員○亀岡知弘

運輸省港湾技術研究所 正会員 井合 進

1. はじめに 矢板岸壁の液状化に有効な対策工の一つに締固め工法がある。同工法は、地盤の密度を増大させることを目的とすると同時に、水平方向の有効応力も増加させて液状化に抵抗しうる特長がある。しかし一方では、同工法を矢板岸壁に用いた場合、施工時に発生した曲げ応力の増加による矢板の地震時耐力の低下が危惧されている。そこで本研究では、有効応力の増加による効果と曲げ応力の増加による影響のいずれが支配的となるかについて検討する事とし、この観点から、初期応力条件の地震時における矢板の挙動に与える影響について解析を試みたので報告する。

2. 有効応力解析 有効応力モデルを構成する2つの重要な関係について、まず、応力-歪みの関係は、東畑・石原による任意方向せん断面の双曲線モデル¹⁾(履歴ループの大きさを任意に調節可能な様に拡張)を適用し、過剰間隙水圧は、著者らの一人による塑性せん断仕事及びせん断応力の関数として与えるモデル²⁾を用いた。

3. 解析方法 解析対象としたタイロッド式矢板岸壁を図-1に示す。この断面について、-10m以深に $D_r=70\%$ 程度の比較的密な砂(D砂)が存在し、矢板背後を $D_r=35\%$ 程度の砂(L砂)で埋立した場合(ケース1)と、すべての地盤がD砂で構成されている場合(ケース2)の2つのケースを想定した。D、Lの2種類の砂のパラメータを表-1に示す。解析は、各々のケースについて正規圧密状態の背後地盤に図-1の矢印で示す様に強制変位を段階的に与えて水平方向の有効応力を増加させた後、動的解析を実施した。動的解析は、非排水条件とし、積分はWilson- θ 法($\theta=1.4$)を用い、レーレー減衰($\alpha=0.0$, $\beta=0.005$)を液状化の進行に伴って低減させる形で用いた。入力した地震波は、日本海中部地震の秋田港の記録から合成した波を最大152Galとして基盤に15秒間入力している。なお、ここでは水平方向の有効応力の増加による影響のみをとりだして解析する事とし、締固め工法の施工によるその他強度の増加は考慮しないこととした。

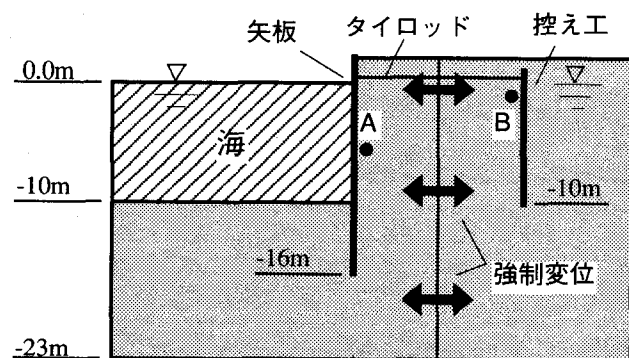


図-1 解析に用いた断面図

表-1 計算に用いたパラメータ

	L 砂	D 砂
G _{ma} (kPa)	33800	89930
K _a (kPa)	89930	192100
$\sigma_{ma'}$ (kPa)	50	69
ϕ_f (度)	35	43
ϕ_p (度)	30	30
S ₁	0.005	0.005
w ₁	0.5	14.0
p ₁	0.4	0.5
p ₂	0.42	1.0
c ₁	1.5	4.6

4. 解析結果と考察 図-2にケース1の強制変位後の土圧(有効応力の水平成分+過剰間隙水圧)分布を示す。変位をタイロッドにより拘束されている取り付け点での土圧の増加が著しい。-7m以深の土圧に大きな変化がないのは、矢板の剛性にも関係するが、矢板の根入れ部の海側への変位によるものと思われる。この中から、初期有効応力の増加が過剰間隙水圧の上昇に及ぼす影響について、初期土圧比 $R=1.0$ と $R=4.8$ の過剰間隙水圧の時刻歴(図-1中のA,B)を図-3に示す。 $R=4.8$ の方が液状化に達する時間が遅く、特に控え工前面での差が大きいことがわかる。次に全体的な影響を見るために、ケース1及びケース2の最大曲げモ

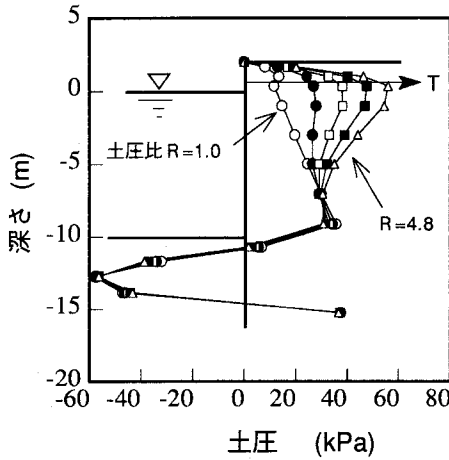


図-2 強制変位後の土圧分布(ケース1)

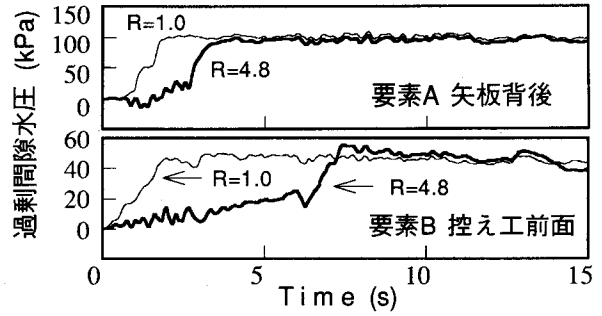


図-3 過剰間隙水圧の時刻歴(ケース1)

ーメント及び最大変位量を図-4に示す。ケース1の最大曲げモーメントは初期有効応力が大きくなるほど最大曲げモーメント値が小さく、最大変位量についても同様に抑制する傾向にある。ケース2のすべての地盤が密な砂の場合にも曲げモーメント及び変位は減少する傾向にあり、特に変位は初期の

土圧を2倍程度増加させるだけで1/3程度に減少している。

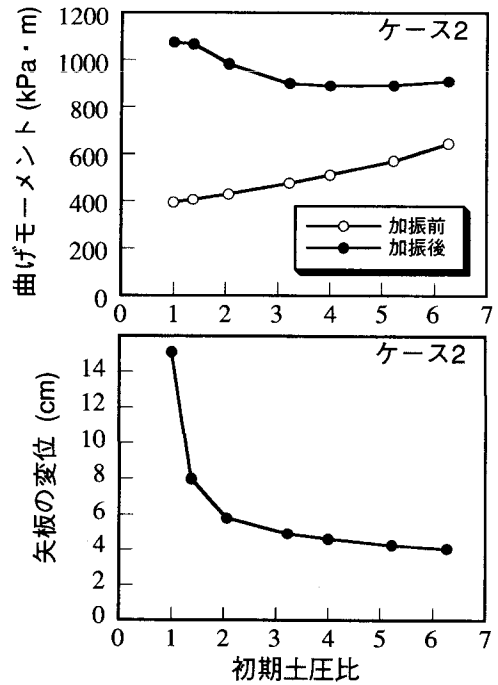
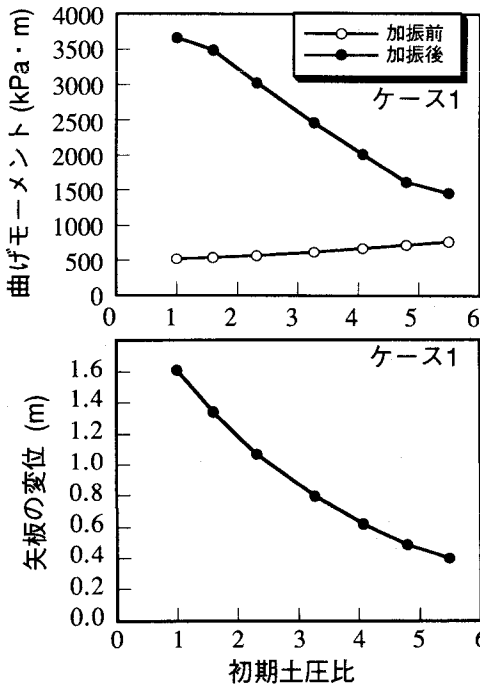


図-4 初期土圧と曲げモーメント及び変位の関係

5. 結論 締固め工法を矢板岸壁に施工した場合の矢板のはらみだし等に見られる初期土圧の増加は、矢板の地震時の安定性において危険側には作用せず、むしろ安全側に作用することが解析レベルにおいて定性的に確認できた。

<参考文献> 1)I.Towhata and K.Ishihara : Modelling Soil Behavior under Principal Stress Axes Rotation, Proc. 5th International Conference on Numerical Methods in Geomechanics, Nagoya, 1985, pp.523~530 2)S.Iai, Y.Matsunaga and T.Kameoka : Parameter Identification for a Cyclic Mobility Model, Report of The Port and Harbour Research Institute, Vol.29 No.4, 1990, pp.57~83