

京都大学防災研究所 正会員 関口秀雄
竹中工務店 並河 努
電源開発 太田誠二

1. はじめに

河口付近の河川堤防は、一般に軟弱地盤上に築かれているだけでなく、潮汐作用による外部水圧変動を受ける。本報告では、このような感潮河川堤防の安定性を調べるための第一歩として行った、変動水圧に対する帯水層応答の平面ひずみ有限要素解析について述べる。キャリブレーションの対象としては、八木(1971)によって行われた変動水圧伝播実験¹⁾をとり上げる。

2. 八木(1971)による変動水圧伝播実験

変動水圧に対する帯水層の応答を、室内実験によって詳しく調べた研究に、八木(1971)の研究がある。同研究で用いられた実験装置を図-1に示す。長さ6mの水路の中央部に、長さ389 cmにわたって帯水砂層(厚さ20cm)、その上には、厚さ10cmの難透水層(粘土層)が設定されている。上載荷重として、ビニールシートを介して、水荷重が作用している。変動水圧の発生は、水槽の右側の水位を正弦的に上下させる方式である。変動水圧の振幅は 0.022 kgf/cm^2 である。その周期は、最短 1.5秒から最長 205秒までの7種類である。水槽左側の水位は、全ての試験において静水位に保たれている。

砂層の間隙比は約 0.65、透水係数は 0.1 cm/s と報告されている。

3. 平面ひずみ条件における応力-浸透連成解析と考察

解析には、筆者らの開発した弾・粘塑性圧密解析プログラムを使用した。時間方向には、変動水圧の1周期を40ステップに分割し、計 200ステップ、すなわち 5周期にわたる地盤応答を解析した。帯水砂層の飽和度としては 100%、99%、98%の3ケースを想定し、解析を行った。以下では説明の便宜上、飽和度を 100%と仮定した場合の解析結果を示した後に、飽和度=99%の場合の解析結果を提示する。

(a) 帯水層の飽和度=100%の場合の解析結果と実験結果の比較

本解析による帯水層の間隙水圧応答(定常応答)をまとめると、図-2と図-3のようになる。同図中には、八木(1971)による実験結果も合わせて示してある。まず、水圧の振幅特性に着目する(図-2)。変動水圧の周期が 120秒以上と十分に長い場合、水圧振幅比の値は、変動水圧の作用端($x=0$)から内陸側の排水端($x=390 \text{ cm}$)まで直線的に減少している。周期が 5秒以下と短くなると、水圧振幅比は、変動水圧の作用端付近で著しく減衰している。その傾向は、変動水圧の周期が短くなるほど顕著である。

次に位相特性に着目する(図-3)。変動水圧の周期が 5秒以下の場合に位相遅れが顕著である。なお、同図において解析曲線が滑らかでないのは、1計算ステップが位相角にして9度になっているためである。

(b) 帯水層の飽和度=99%の場合の解析結果と実験結果の比較

当砂層は水中落下法で作成されている。この方法によると、比較的飽和度の高い地盤を作ることができる。筆者らの経験では、飽和度 99%程度になることが多い²⁾。

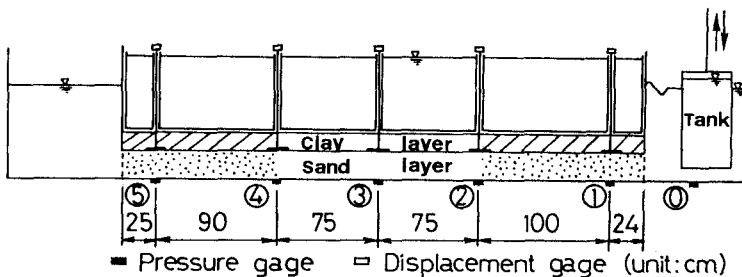


図-1 変動水圧伝播実験装置(八木, 1971)

以上のことを念頭において、飽和度の値として99%を採用した場合の解析結果を図-4と図-5に示す。短周期領域において、水圧振幅比の減衰と位相遅れが、図-2と図-3の場合より、強調されている。それに応じて解析結果は、八木(1971)による実験結果をよりよく再現し得ている。

T (s)	Anal. No.	Exp. Symbol	T (s)	Anal. No.	Exp. Symbol
205	1	×	2.4	5	△
120	2	▼	1.75	6	●
5.0	3	▽	1.5	7	○
3.35	4	▲			

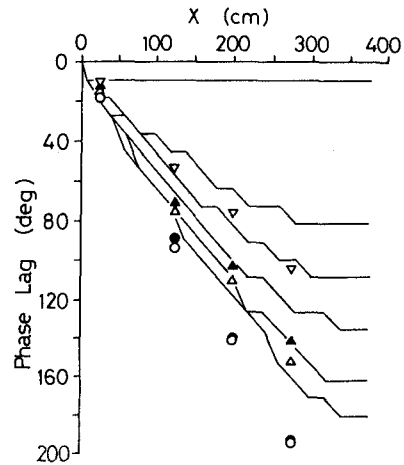
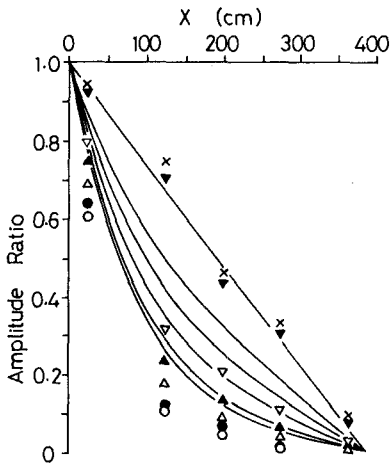


図-2 水圧振幅特性(解析では飽和度=100%を仮定) 図-3 位相特性(解析では飽和度=100%を仮定)

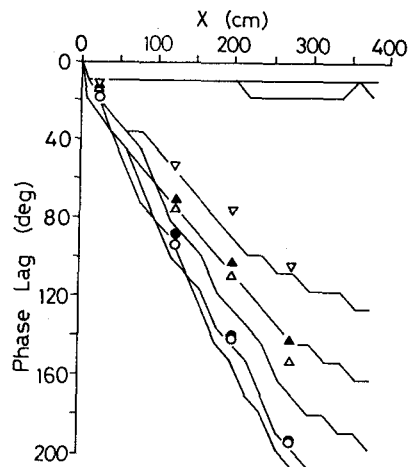
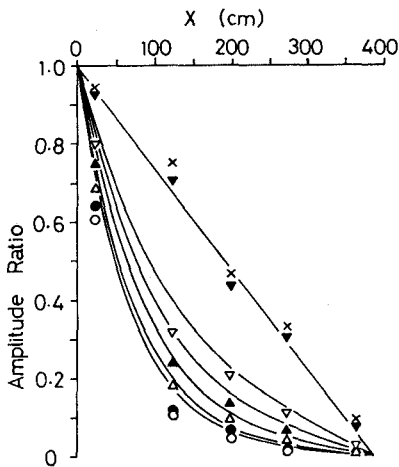


図-4 水圧振幅特性(解析では飽和度=99%を仮定) 図-5 位相特性(解析では飽和度=99%を仮定)

参考文献 1) 八木則男(1971), 京都大学防災研究所年報, 14B, pp. 643-654.

2) 関口秀雄・並河努(1991), 第26回土質工学研究発表会.