

海浜砂層の波による液状化に関する研究

鳥取大学工学部 正会員 清水 正喜
水島地下工業 正会員 ○吉原 利行

1. まえがき

著者等は、海浜砂層の波による浸食現象を土質力学的観点から捉える目的で現地砂浜海岸において間隙水圧を測定し、間隙水圧変動特性を考察してきた¹⁾。本報告では、造波水槽を用いた室内実験の結果について述べる。規則波によって生ずる水中砂層表面形状の変化挙動を調べるとともに、間隙水圧比の概念に基づいて液状化の有無を検討し、さらに提案されている理論²⁾によって予測した間隙水圧比との比較検討を行っている。

2. 実験方法

実験は、長さ20m、深さ1m、幅60cmの側面ガラス製の造波水槽を用いた。測定には、間隙水圧計を4本使用した。以降、#1～#4の記号で示す。造波水槽内に水深50cmになるまで水を入れ図1に示す配置で4本の間隙水圧計を配置した。砂を水中落下させ水中に砂層を形成した。使用した砂は比重2.65、平均粒径0.5mm、 $e_{MAX}=0.78$ 、 $e_{MIN}=0.56$ の海浜砂である。実験開始時の砂の間隙比は約0.68となった。周期1.39秒の規則波を発生させた。実験は、まず波高2cmで行い、砂地盤の形状をそのままにして、以降4cm、8cmと変化させた。各波高で最高6時間波を発生させ続け、1時間ごとに間隙水圧を測定した。各測定時の計測時間は10分間とし、17回測定を行った。また、各測定時ごとに側面から写真を撮り砂地盤の変形を調べた。

3. 実験の結果と考察

〈砂層表面形状の変化〉

図1に各波高に対する砂地盤表面形状の時間的な変化を示した。波高2cmの場合、3時間という短時間でほぼ一定の地盤を形成している。波高4cmの場合、1時間後ではまず、初期状態の砂は沖合に堆積し、波打ち際に浸食されている。しかし3時間後、4時間後では1・2時間後に堆積したところが浸食され、さらに沖合に堆積している。波高8cmの場合、波高4cmと同様に浸食と堆積を繰り返している。また、5時間後では2時間後と同様の地盤形状になっており、砂地盤の変形が周期的であることがわかる。

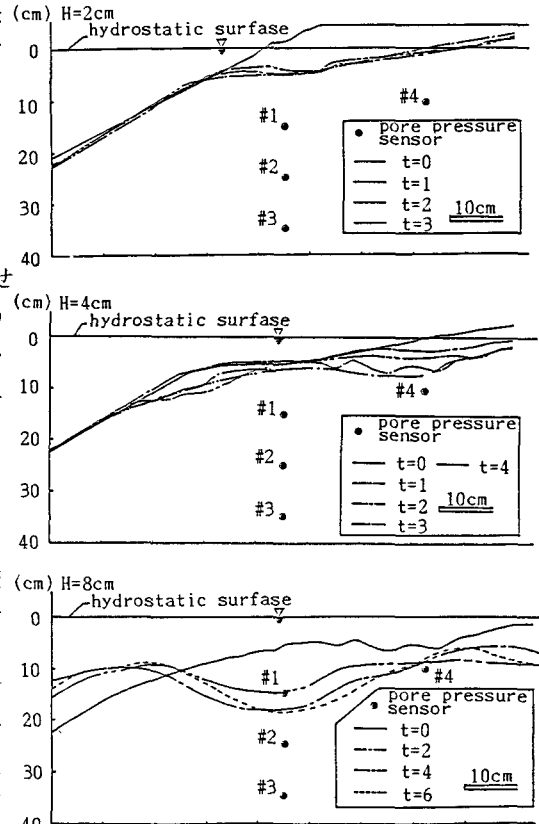


図1：砂層表面形状の時間的変化

＜間隙水圧比の時間的变化＞

間隙水圧比 r_p は静水時の鉛直有効応力に対する静水圧からの間隙水圧の変化量の比で定義される：

$r_p(z, t) = (u - u_0) / (\sigma_{z0} - u_0)$ ，ここに u は測定した間隙水圧， u_0 は静水圧， σ_{z0} は静水時の鉛直全応力である。図1に示したような砂地盤形状図から σ_{z0} を求め、刻々の r_p を計算した。図2に r_p の時間的变化の一例を示す。波高の増加に比例して r_p の値は増加しているもののいずれの波高においても完全液状化を示す1を大きく下回っている。

4. 間隙水圧比の理論的予測

提案されている理論²⁾を実験条件に適用して r_p を算出してみた結果は表1に示す。表1によれば、波高2cmの場合、時間がたつにつれて#1と#4では r_p の値が増加している。また#2と#3では変化がみられない。波高4cmの場合、すべての計測点で初期状態から1時間後までは r_p の値は増加し、それ以降減少し砂地盤形状が波型になった4時間後では再び増加している。波高8cmの場合、増加と減少を2時間おきに繰り返しており、砂地盤が安定していないことを示している。波高8cmの初期状態においてのみ1以上となったが、それ以外ではすべて1以下であり、理論上完全液状化は起きていないことになる。

5. おわりに

間隙水圧を測定した位置において、間隙水圧比 r_p が1以上になることはなかった。理論による予測では、波高の大きい場合に r_p が1になることはあったが、その他の場合にはいずれも $r_p < 1$ であった。本研究で採用した理論は、実測値を比較的良好に説明することがわかった。したがって、間隙水圧計設置位置以外の r_p を理論から計算することによって、液状化と砂地盤の変形との関係について、調べられるものと思われる。

参考文献

- 1) 清水・河崎・岩成・野田(1986):海浜砂層内の間隙水圧の挙動 鳥取大学工学部研究報告
- 2) Rahman, M.S. and Jaber, W.Y.:A simplified drained analysis for wave-induced liquefaction in ocean floorsands ,Soils and Foundations, Vol.26, No.3,

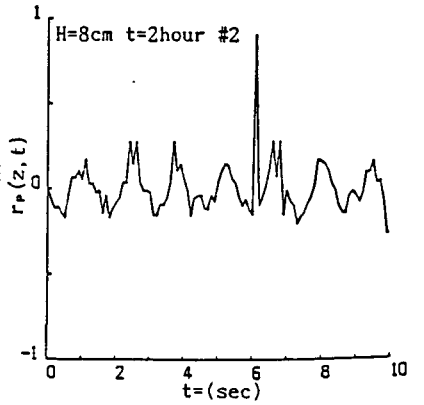
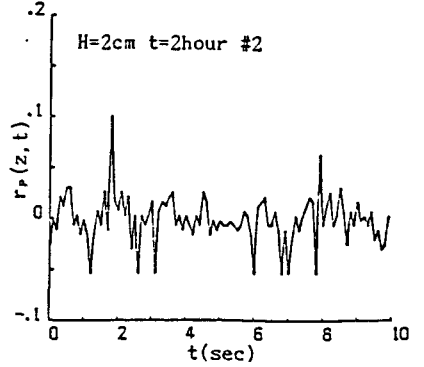


図2：間隙水圧比の時間的変動

表1：間隙水圧比の理論的計算値

H #/t	0	1	2	3	4	5	6	
1	-----	0.006	0.055	-----	-----	-----	-----	
	2	-----	0.003	0.003	-----	-----	-----	
	3	-----	0.002	0.002	-----	-----	-----	
	4	-----	0.029	0.047	-----	-----	-----	
2	1	0.161	0.175	0.161	0.129	0.149	-----	
	2	0.089	0.097	0.089	0.072	0.083	-----	
	3	0.060	0.065	0.060	0.048	0.055	-----	
	4	-----	0.481	0.290	0.150	0.193	-----	
8	1	4.776	-----	-----	-----	-----	-----	
	2	2.539	0.736	0.673	0.777	0.931	0.763	0.650
	3	1.760	0.488	0.451	0.511	0.603	0.503	0.438
	4	6.171	-----	-----	-----	-----	-----	-----