透水性に着目した海底地盤内の間隙水圧発現特性

九州大学工学部	学生会員C)松本	聡志	九州大学大学院	フェロー	善	功企
九州大学大学院	正会員	陳	光斉	九州大学大学院	正会員	笠間	清伸

1. 背景および目的

海底砂地盤が波浪によって液状化することが知られており、その原因として、平均主応力の変化による変動 ・過剰間隙水圧と繰返しせん断応力による残留過剰間隙水圧があることがあきらかになっている¹⁾.しかしなが ら,一般に海底地盤内に発生する過剰間隙水圧は,地盤の排水特性や波浪の周期などの影響を受けるため,実 際の波浪を受けた海底地盤での間隙水圧の現地観測結果から、これら二つの過剰間隙水圧の影響を分割して評 価することは非常に困難である.そこで,著者らの研究グループでは,海底地盤の波浪による液状化現象を室 内模型実験で再現し,海洋構造物と被害との液状化発生の関係について実験的ならびに理論的に検証してきた 2). 本文では、波浪による海底地盤の液状化発生メカニズムの解明を目的として、間隙水圧の変動形態ならび に地盤の透水性に着目し、重力場における相似則を考慮した水理模型実験を行った.

2. 内容

2.1 実験概要

実験装置を図-1 に示す. 縮尺は 1/100 とした. 水路幅 400mm,水深 170mm とした.地盤は透水 層を 350mm とし、豊浦硅砂を用いて、水中落下 法により相対密度 30%および 50%で作製した. そ れ以深は,低透水層地盤とするために,相対密度 80%で作製した.計測器配置図を図-2 に示す.水 圧計は波の山と谷,およびその中間に設置し,造 波装置側から P₁, P₂, P₃地点とした. 設置深度は, 地盤表面から 50mm 間隔とした. 波高計は, P₁, P₂, P₃上に設置した. 表-1 と表-2 に実験条件を示 す. 作用波は, 正弦波とし, 周期 1.2sec, 波高 30mm 350 とした. 流体は、波浪伝播と地盤圧密に関する時 間相似則を同時に満足させるために高粘性のポリ マー溶液を用いた.透水試験により、ポリマー①, ポリマー②を用いたさいの地盤の透水係数は、そ れぞれ水を用いたさいの約1/2,1/20になるように 調整した.本文では Case4 と Case5 の実験を 主に報告する.

2.2 実験結果および考察

図-3にCase4のP1地点における地盤表層、 深度 5, 10, 15cm の間隙水圧時系列を示す. 縦軸の間隙水圧は,初期の静水圧の差として 示している. 波浪が作用すると, 深度によら ず間隙水圧の上昇が見られる.これは、波に より発生するせん断力の作用によるものと





計測器配置凶	
--------	--

<u>a</u>	天歌		翱一走)	ax -4	表験が一	多、(電波)的	[慶一定]
case	周期 「s]	液体	相対密度 (%)	case	相対密度 (%)	液体	周期 [s]
1		水	30	10	50	水	0.8
2			50	11			2.0
3			80	12		ポリマー	0.8
4		ポリフ	30	13	50	1	2.0
5	1.2	1	50	14		ポリマー	0.8
6			80	15		2	2.0
7		பு ப் அ	30				
8		ホリマー	50				
9		Ľ	80				

考えられるが、この水圧上昇分を残留過剰間隙水圧と 呼ぶ.また、間隙水圧から残留過剰間隙水圧を差し引 いた圧力変動分を変動過剰間隙水圧と呼ぶ.地盤表層 部分から順に残留過剰間隙水圧の上昇が終わっており、 表層部の方が早く液状化すると考えられる.ここでこ の変動過剰間隙水圧は、地盤表層に近いほど大きい値 を示している.

図-4 に Case4 の P3 地点における間隙水圧の平均を 約 1.2sec 毎に取り,その値を残留過剰間隙水圧とみな して示す.残留過剰間隙水圧は,時間とともに増加せ ず,±0.2 の範囲を変動した.また,その挙動は深度に よらず上昇しなかった. Case5 の地盤の相対密度が 50%の場合も,残留過剰間隙水圧の上昇は見られなか った.これは,用いたポリマーの透水性が大きく残留 過剰間隙水圧が蓄積する前に消散したためだと考えら れる.

地盤内の液状化の発生を判定するために,図-5 に Case4 の P3 地点における最大過剰間隙水圧比を示す. 最大過剰間隙水圧比とは,過剰間隙水圧をそれぞれの 相対密度や深度における有効土被り圧で除した値の最 大値であり,1 を越えると液状化が発生したと考えら れる.深度5,10,15cmでは最大過剰間隙水圧比が1 に達しており,液状化したと考えられる.しかし,深 度 20cm 以深では最大で 0.8 程度であり,液状化に達し ていない.地表面は,有効応力が小さく,間隙水圧が 蓄積しづらいため,地層表面付近で液状化が発生した と考えられる.

<u>3. まとめ</u>

本文では、波浪による海底地盤の液状化発生メカニ ズムの解明を目的として、間隙水圧の変動形態ならび に地盤の透水性に着目し、重力場における相似則を考 慮した水理模型実験を行った.得られた結論を以下に 示す.

(1)波浪による繰返しせん断応力に起因した海底地盤内の間隙水圧の上昇,海底地盤の液状化を観測できた.(2)透水係数が大きいと残留過剰間隙水圧は深度にも時間にもよらず上昇しない.



図-5 過剰間隙水圧比(P3)

(3)深度が浅いほど,間隙水圧が上昇しやすく,液状化も生じやすい. <参考文献>

1) 善功企: 海底地盤の波浪による液状化現象の工学的重要性, 地盤と建設, Vol. 10, No.1, 1992.

2) 富裕一郎: 波浪による液状化機構に及ぼす海底地盤の密度の影響,卒業論文,2008

-402-