

III-35

間隙水圧のマイクロメカニックス的考察

東北学院大学工学部 学生員 ○日向 大志

東北学院大学工学部 学生員 新田 幸司

東北学院大学工学部 正会員 佐武 正雄

1、まえがき

液状化において重要な間隙水圧について粒子パッキングを考へて、マイクロメカニックス的考察を行つた。すなわち数種のパッキング例について間隙水圧 p と接触力 f_c の関係を解析した。また、粒状体の離散力学における間隙力との関係についても考察を加えた。

2、解析例

図-2に示す4種類の粒子パッキング-(a)等円正格子配列、(b)等円正三角規則配列、(c)二種円正格子配列、(d)二種円正八角格子配列においてパッキング上辺に等分布荷重 w が作用したときの間隙水圧 p 、接触力 f_c の関係を各配列について求め比較した。粒子半径は(a)と(b)が a 、(c)が a と $1.5a$ 、(d)が a と $1.613a$ である。各配列ごとに間隙率を求めてパッキングの疎密を比較するとb,d,a,cの順で疎になっている。

パッキングから一つの粒子を取り出し、その粒子についての力の釣り合いを考へて、間隙水圧 p と接触力 f_c の関係を導いた(図-1)。

接触力 f_c と間隙水圧 p の関係を示せば次式のようにになっている。

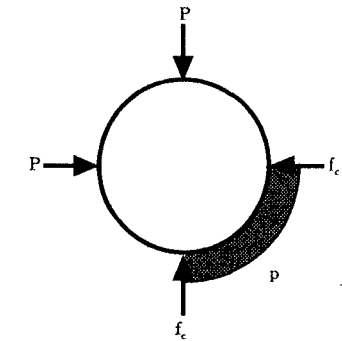
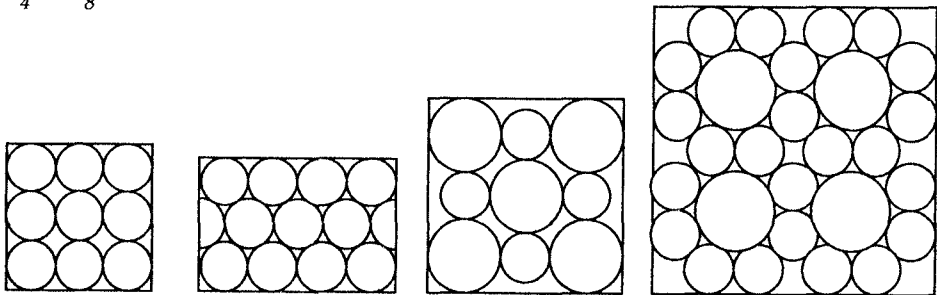


図-1 1つの粒子に作用する力

$$P = f_c + \frac{\sqrt{2}\pi}{4}ap \quad \dots (1)$$

$$f_c = -\frac{\pi}{\sqrt{2}}ap + \left(2aw + \frac{\pi}{\sqrt{2}}aP\right) \quad \dots (a) \quad f_c = -\frac{1}{\sqrt{3}}\left[-\frac{2\pi}{3}ap + \left(2aw + \frac{\pi}{\sqrt{2}}aP\right)\right] \quad \dots (b) \quad f_c = -\frac{3\pi}{2\sqrt{2}}ap + \left(4aw + \frac{3\pi}{2\sqrt{2}}aP\right) \quad \dots (c)$$

$$f_c = -\frac{1}{\cos\frac{\pi}{4} + \sin\frac{3\pi}{8}}\left[-\frac{3\pi}{8}\left(\cos\frac{\pi}{16} + \sin\frac{3\pi}{16}\right)ap + \left\{\frac{a}{2}(3+2\sqrt{2})w + \pi\left(\frac{1}{2}\sin\frac{\pi}{4} + \frac{3}{4}\sin\frac{\pi}{8}\right)aP\right\}\right] \quad \dots (d)$$



(a) 等円正格子配列

(b) 等円正三角規則配列

(c) 二種円正格子配列

(d) 二種円正八角格子配列

図-2 解析に用いたパッキング

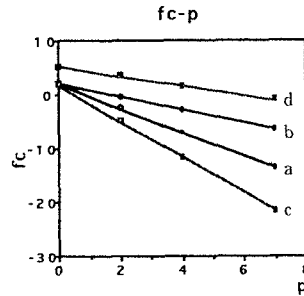
接触力は有効応力に対応すると考えられるが、図一3に示すように間隙水圧の増加に伴ってd,b,a,cの順に接触力の低下が大きいことが分かった。

すなわち、バックリングとしてはこの順に液状化しやすいと考えられる。

3、離散力学における間隙力との関係

表一1に離散力学における粒子、接触、間隙の力学量を示した。

間隙力や間隙モーメントはそれらの差が接触力、接触モーメントになる量であるので、図一4に示すように間隙力、間隙モーメントを設定し図一5の関係を用いて計算すれば次式のような関係が得られる。



図一3 接触力と間隙水圧の関係

	粒子 (particle)	接触 (contact)	間隙 (void)
力 (force)	f_p	f_c	f_v
モーメント (moment)	m_p	m_c	m_v

表一1 離散力学における力学量¹⁾

$$f_v = \sqrt{f_c^2 + 2 \sin \theta \left(s_1 \cos \alpha + s_2 \cos \beta \right) p f_c + \left\{ \left(s_1 \cos \alpha + s_2 \cos \beta \right) p \right\}^2} \quad \cdots (2)$$

$$m_v = s_2 \sin (\beta + \theta) f_c + \frac{1}{2} \left(s_1 \cos \alpha + s_2 \cos \beta \right)^2 p \quad \cdots (3)$$

このように、間隙水圧を考えると間隙力、間隙モーメントの式が変わってくるので、この影響を今後離散力学に取り入れることが必要となる。

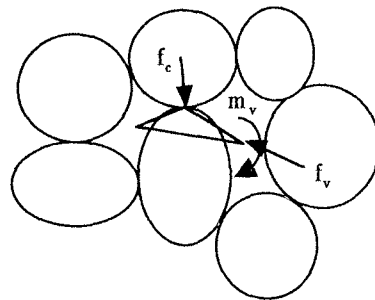
4、あとがき

本文では、いくつかの粒子バックリングについて間隙水圧と接触力の関係をマイクロメカニックス的に解析した。今後はさらに多くのバックリングについて解析し、間隙水圧の影響を明らかにしてゆきたいと考えている。

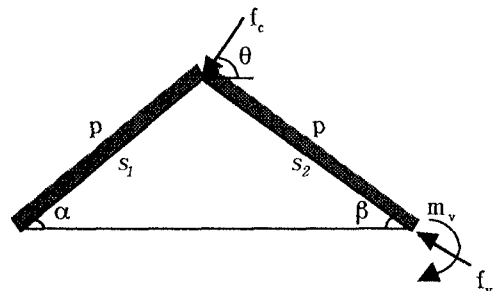
また、間隙力や間隙モーメントに対する間隙水圧の影響についても考察してゆきたいと考えている。

・参考文献

- 1) 東北学院大学環境防災工学研究所紀要
Vol.5、pp69—72、1994



図一4 接触力、間隙力、間隙モーメント



図一5 間隙の中心と接触点に作用する力