洗掘に伴うゆるみの抵抗計による多点計測

名古屋工業大学	学生会員	○高木	健太郎
名古屋工業大学	正会員	前田	健一
名古屋工業大学	学生会員	山口	敦志

<u>1. 研究背景</u>

東日本大震災における防波堤や鬼怒川堤防のように 津波や洪水流による地盤の洗掘現象は,構造物の支持 力低下や大規模な地形変化を引き起こし,周辺地域へ 甚大な被害をもたらす.そのため,洗掘メカニズムを 解明することが急務である.既往の研究では,高速流 体が地盤表層に作用すると,地盤内部に過剰間隙水圧 が発生し,洗掘を助長させる影響が指摘されている¹⁾.

そこで、本研究では飽和堆積地盤に地盤底面からの 浸透と振動の外力を作用させ、洗掘現象を模擬し、従 来は不飽和地盤の水分量測定に用いられる電気抵抗法 で電気抵抗の変化から地盤内部のゆるみを捉えること を試みた.なお、本報告では、ゆるみを拘束圧の減少、 間隙比の増大が起きた状態と定義する.

<u>2. 実験概要</u>

図-1(a)に実験装置の概略図を示す.実験では,高さ 200mm,幅200mm,奥行き200mmの土槽の底部からの 浸潤機能を有した装置を用いた.また,試料には豊浦 砂(D₅₀=0.17mm)を用いて,相対密度は40%に設定し た.土槽内部には,多点計測可能な抵抗計に繋いだ電 極を設置し,2端子法で電気抵抗を計測した(図-1(b)). なお,電気抵抗に影響を与える要因を表-1に示す.

実験は、浸透実験(実験 A)と振動実験(実験 B)の 2 種類を行った.実験 A では、用いて飽和堆積砂に土 槽底面から注水を行い、洗掘時の地盤への浸透を模擬 した.実験 B では、質量 1.0kg のコンクリートブロック を実験装置台の鉛直上方向約 100mm から垂直落下させ、 打撃を加えることで飽和堆積砂に振動を与え、洗掘時 の地盤表層の液状化層を模擬した.

<u>3. 実験結果と考察</u>

各実験の電気抵抗値の経時変化について考察する. なお,得られた値は電極と堆積地盤の接触面積によっ て左右され,チャンネル毎に異なるため,各チャンネ ルの初期値からの増減でグラフを表すこととする.



図-1 実験装置の概略図:(a)実験装置全体図, (b) 電極の設置位置

表-1 電気抵抗に影響する要因

百日	電気抵抗の変化		
供日	低い		高い
物質	水		豊浦砂
間隙率(飽和)	高	_	低
飽和度(間隙率一定)	高		低

3.1 土槽底面からの浸透に伴う地盤内挙動(実験 A)

図-2に実験Aにおける電気抵抗値の経時変化を示す. 浸透開始直後に全てのチャンネルで電気抵抗値が減少 している.これは,土槽底面からの浸透流により拘束 圧が減少し,発生したゆるみを電気抵抗が捉えている と思われる.また,各チャンネルの電気抵抗値の経時 変化を比較すると,全ての層で浸透開始直後の土槽正 面右側に配置されたチャンネル(CH3,CH6,CH9)の 電気抵抗値の減少量が大きいことがわかる.これは, 浸透が地盤へ不均一に作用し,土槽右側から水みちが 形成され,拘束圧が減少したためだと考えられる.

実験開始 6 分後には、下層に配置された全てのチャンネル (CH7, CH8, CH9) において電気抵抗値の増加がみられた.これは、電極付近とは別の位置に水みちが完全に形成されたことにより、電極周りの浸透流が弱まり、拘束圧が上昇したことが考えられる.

キーワード 洗掘, 電気抵抗, ゆるみ, 浸透 連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学16号館227号室 TEL052-735-5497



図-3 電気抵抗値の経時変化(実験 B): (a)上層, (b)中間層, (c)下層

3.2 液状化に伴う地盤内挙動(実験 B)

液状化現象は、振動を与えることにより、堆積地盤 の間隙水圧が上昇し、拘束圧は減少することによって 発生する.この時、間隙水圧は下層ほど大きく上昇し、 その結果上向きの浸透流が発生することが考えられる. その後、土粒子が沈降し、間隙が小さくなることで堆 積地盤は沈下する.このメカニズムを踏まえ、実験 B について考察する.

ここで図-3 に実験 B における電気抵抗値の経時変化 を示す.全てのチャンネルで振動直後に急激な反応が みられた.各層での反応をみると、上層は、振動直後 に電気抵抗値が急激に減少し、その後急激に増加した. 一方、下層では振動直後電気抵抗値は減少せず、増加 のみを示した.まず、上層の電気抵抗値の減少は拘束 圧の減少を捉えていると思われる.上層のみに電気抵 抗値の減少がみられたが、これは下層ほど振動によっ て揺れにくいためだと考えられる.一方、全ての層で みられた電気抵抗値の上昇は、間隙が小さくなった状 態を捉えたと考えられる.また、各層における電気抵 抗値の上昇量の違いの要因として、浸透流による影響 が考えられる.

また,実験開始後0分,3分,6分と振動を与えるに つれて,全ての層で振動直後の電気抵抗値の減少量は 小さいことがわかる.液状化が発生することで液状化 前の地盤よりも液状化後の地盤は締固まった状態とな る.その結果,再液状化の発生が抑制され,間隙水圧 の上昇量が小さくなることで,電気抵抗値の減少量は

小さくなったと考えられる.

<u>4. 結言</u>

本研究では,飽和堆積地盤に地盤底面からの浸透と 振動の外力を作用させ,地盤内部に生じたゆるみを電 気抵抗法用いて電気抵抗の変化から捉えることを試み た.その結果,電気抵抗法によって浸透,振動による ゆるみ挙動を把握できることがわかった.また,モニ タリングを行うことで浸透によるゆるみの進行を把握 できる可能性を示した.振動による液状化では液状化 現象が発生するごとに締固まり,再液状化の発生が抑 制された状態を捉えることができ,定量的な評価を行 える可能性を示した.今後はゆるみの伝播やゆるみ分 布を表すトモグラフィーの作成を行い,洗掘メカニズ ムの解明を目指す.

謝辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金基礎研 究(B) 23360203 および、研究スタート支援 26889035 の助成を受けたことに記して謝意を表す.

参考文献

- 今瀬達也他(2012):間隙圧の変化に着目した開水 路流れ及び越流による洗掘メカニズムの実験的考 察,土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.2, No.2, pp.I-836-840.
- 伊藤嘉他(2013):比抵抗モニタリングを用いた降 雨浸透挙動の可視化とその評価,第48回地盤工学 研究発表会講演要旨集,pp.1065-1066.