

土層実験における注水にともなう弾性波の走時変化

#中山雅之¹・川方裕則¹・土井一生²・高橋直樹³

1. 立命館大学, 2. 京都大学防災研究所, 3. 三井住友建設(株)

近年、集中豪雨や地震などに起因する斜面崩壊や地すべりによる甚大な被害が多発している（八木ほか, 2007; Chigira et al., 2013; 土志田ほか, 2014）。斜面崩壊や地すべり活動を活発化させる主な要因の1つとして、地下水が挙げられる。現在、地下水の挙動を調べる方法として土中水分計測などが行われているが、これらの方法は局所的な情報であるため、地下水による斜面状態の変化を包括的に捉えるためには、対象とする斜面全体を網羅する広域的なモニタリング手法が期待される。媒質を伝播する弾性波の振幅や速度は地下水の影響によって変化するため、弾性波を用いて地下水の挙動による斜面状態の変化が捉えられる可能性がある。本研究では、このような手法を現場に適用する前に、室内での砂層地盤による土層実験を行い、注水時の地盤中を伝播する弾性波の伝播特性の変化について調べた。

模型砂層地盤の概略図を図1に示す。砂層地盤は空中落下法により作成し、珪砂6号（標準粒径0.2~0.4 mm）で作成したA層（乾燥密度1.46 g/cm³）と珪砂8号（標準粒径0.05~0.2 mm）で作成したB層（乾燥密度1.45 g/cm³）から成る2層構造とした。地盤内には、弾性波生成用の加振器に加え加速度計および間隙水圧計を埋設した。地盤に影響を与えない程の微弱なステップ電圧を印加間隔0.25 sで与え続け、地盤内を伝播する弾性波を51.2 ksp/sで測定した。地盤作成後、ポーラスストーン製の底板の下から水道水を土層最上部までおよそ1300 sかけて注水した。

間隙水圧計の結果を見ると、土層下方に埋設したPW1,2については、およそ600 s以降、水位上昇にともない間隙水圧が単調増加した。土層上方に埋設したPW3,4については、およそ1200 sから間隙水圧が増加した。次に、加速度計で収録された波形の時刻歴の一例を図2に示す。計測開始後およそ1000 sまでは波群の到達が遅れ、その後早くなっていることが分かる。さらに、収録された各加速度波形について、基準波形と相互相関を取ることで最大相関係数の推移と走時の変化を調べた。加振器に取り付けた加速度計（AC1）で収録された波形について、水が加振器に到達し充填されるまでと推定される期間、間隙水の影響によりわずかに相関の低下が見られたが、概ね一定の波を放射し続けていたと考えられる。また、その他の加速度計で収録された波形については、時間の経過にともない相関が0.5程度まで低下した。時間ずれば、計測開始からおよそ1000 sまで増加傾向にあり、それ以降は減少傾向を示した。最後に、加速度波形のランニングスペクトルを調べたところ、AC1はほぼ一定の強度の波を放射し続けたのに対し、その他の加速度計では時間経過にともない高周波の強度低下が見られた一方、1000 s以降に高周波の強度が回復する様子が見られた。以上の結果より、間隙水により、およそ1000 sまでは高周波が通りづらく走時が長くなる一方で、1000 s以降には、高周波が通りやすく走時が短くなるという、弾性的および非弾性的な変化を捉えること

ができた。間隙水圧が注水中に単調増加を続けたにもかかわらず、弾性波の走時や周波数特性については複雑な変化を示した。このことは弾性的な変化のみならず、非弾性的な変化の存在も示唆しており、地盤中の状態は複雑に変化していたと考えられる。今後は、間隙水による地盤中の状態変化と弾性波の伝播特性の変化との対応について、より精密な実験を実施して明らかにしていく予定である。

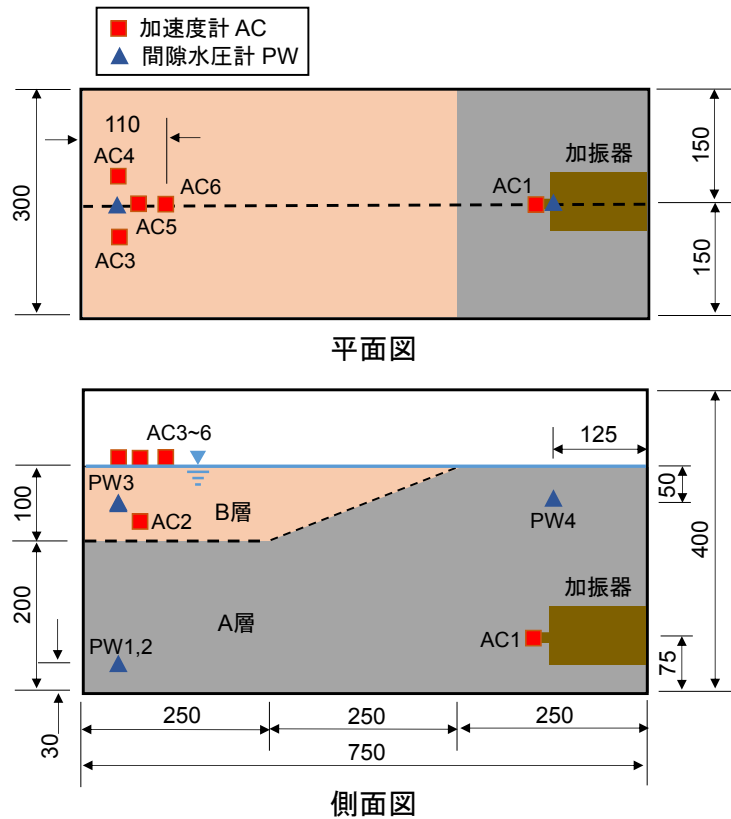


図 1 模型砂層地盤の概略図

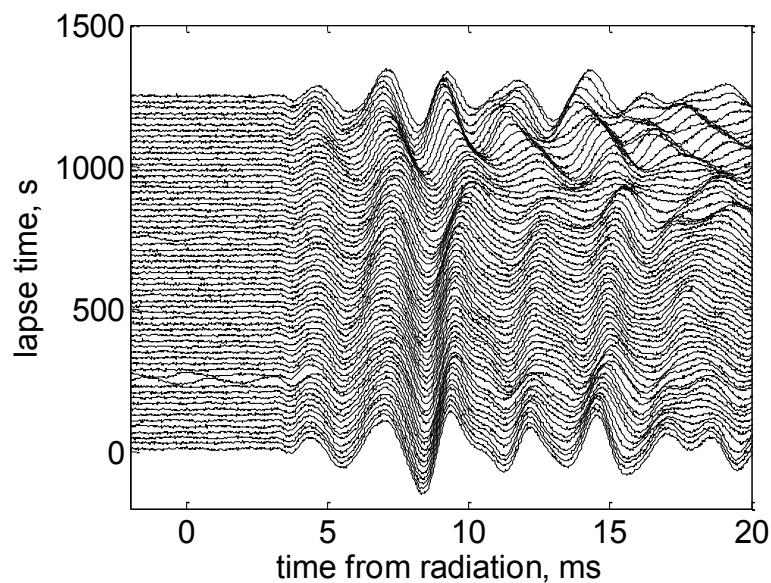


図 2 加速度計 (AC3) で収録された波形の時刻歴