コラプス履歴が擁壁土圧に及ぼす影響

大阪工業大学大学院　学生会員　○東　紘士
大阪工業大学　正会員　日置和昭
大阪工業大学大学院　学生会員　菅　浩亮

１．はじめに

近年，我が国では異常気象に起因して様々な地盤災害が頻発し，人的・経済的被害が甚大となっている．豪雨時における擁壁の崩壊もその一例である．本研究では，豪雨により擁壁裏込め土の地下水位が急激に上昇する場合を想定し，浸水土圧試験を実施した．具体的には，浸水土圧試験装置を試作し，浸水に伴い裏込め土が沈下する場合（コラプス沈下が発生する場合）と沈下しない場合（コラプス沈下が発生しない場合）の擁壁土圧（擁壁に作用する土圧）増加量を測定することにより，コラプス履歴が擁壁土圧に及ぼす影響について検討を行った．

２．浸水土圧試験装置の試作

浸水土圧試験装置の概略図を**図１**に示す. 試験装置の主要部は, 試料を入れる透明アクリル容器(高さ 28.4cm, 奥行き 20.0cm)，変位制御装置，積層バー（9 個の縦横 3.0cm，奥行き 20.0cm の移動可能なバーであり，上下・左右にテフロンテープを貼付している)，ゴムスリーブ（積層バーに装着している)，荷重計（積層バーを介して土圧を測定する)，フィルター付底板（一様に水位を上昇させるため，同心円状と放射状の流路を設けている)，変速モーター付定流量ポンプから成る．

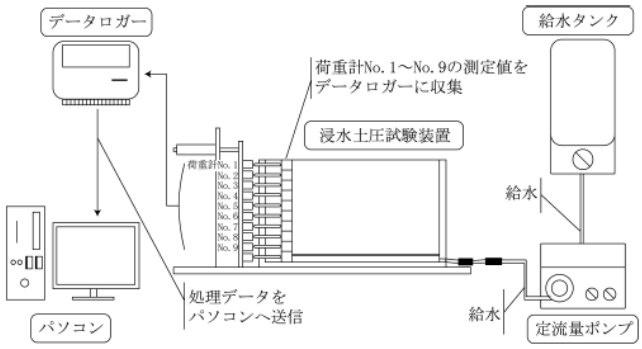

図１　浸水土圧試験装置の概略図

３．試料および試験方法

浸水土圧試験には，土粒子の密度が 2.69g/cm^3 で，砂分 95%，シルト以下分 5%のまさ土を用いた．試験手順は，以下のとおりである．

1) 含水比調整した試料（w_0＝10%）を所定の密度（①ρ_t＝1.40g/cm^3，②ρ_t＝1.60g/cm^3）となるよう透明アクリル容器内に均質に詰めた．
2) 5.0kN/m^2 の等分布荷重を載荷し，荷重により沈下が生じる場合には，沈下が収束するまで待った．
3) 定流量ポンプにより約 260cm^3/min で通水を行い，浸水に伴う土圧の増加量を荷重計 No.1～No.9 により自動計測した．また，水位と浸水による沈下量（コラプス沈下量）を目測した．なお，通水は水位が地表面に到達するまで続けた．

４．試験結果および考察

試験結果の一例として，荷重計 No.3 における土圧増加量の経時変化を水位ならびに沈下量と併せて**図２**に示す．ρ_t＝1.60g/cm^3 の場合は，水位上昇過程でコラプス沈下は発生せず，土圧増加量はほとんど認められなかった．しかし，ρ_t＝1.40g/cm^3 の場合には，水位上昇過程で約 3.3cm のコラプス沈下が発生し，土圧が著しく増加した（水位が荷重計 No.3 の高さまで上昇したとき，土圧増加量はピークを示し 0.40 N/cm^2 となり，さらに水位が上昇すると土圧増加量は減少し，最終的に土圧増加量は 0.11N/cm^2 となった)．このことから，緩い裏込め土の地下水位が上昇すると，水面付近で土粒子の移動（コラプス沈下）が発生し，強度が著しく低下する[1)]ことに起因して土圧は増加するが，土粒子の移動終了部では強度の回復に伴い土圧は減少する（ただし，土

キーワード　擁壁，土圧，コラプス
連絡先　〒535-8585 大阪市旭区大宮 5 丁目 16 番 1 号　大阪工業大学　工学部　都市デザイン工学科　TEL06-6954-4702

圧増加量はゼロには戻らず，何割かは残留する）ものと推察される．次に，荷重計 No.8 における土圧増加量の経時変化を水位ならびに沈下量と併せて**図 3** に示す．ρ_t＝1.60g/cm^3 の場合は，水位上昇過程でコラプス沈下の発生は認められなかったが，荷重計 No.3 とは異なり，土圧の増加（$\Delta\sigma'_{48②}$＝0.27N/cm^2）が確認された．この土圧増加量は，静水圧（理論値：0.21N/cm^2）とサクション減少に伴う強度低下によるものであろう．一方，ρ_t＝1.40g/cm^3 の場合には，給水後すぐにコラプス沈下発生に伴う著しい土圧の増加が認められ，その後（土粒子の移動終了後）も土圧はさらに増加し，最終的には 0.50N/cm^2 の増加量となった．これは，コラプス沈下に起因して増加した土圧が残留したものと静水圧によるものであると考えられる．

ここで，コラプス履歴が擁壁土圧に及ぼす影響について検討するため，ρ_t＝1.40g/cm^3（ただし，通水完了後にはコラプス沈下により湿潤密度は ρ_t＝1.40g/cm^3 から 1.61g/cm^3 まで増大した）の場合と ρ_t＝1.60g/cm^3 の場合における通水完了後の土圧増加量（荷重計 No.1～No.9）を併せて**図 4** に示す．これによると，通水完了後の湿潤密度（ρ_t≒1.60g/cm^3）や飽和度（S_r≒80%）はほぼ同じであるにもかかわらず，コラプス履歴を受けた試料の方がコラプス履歴を受けていない試料と比較し，土圧増加量はかなり大きい値（1.5～2.0 倍程度）を示している．この要因としては，コラプス履歴を受けた試料と受けていない試料の“構造の差”が考えられる．既往の文献によると，Yi[2]は，電子顕微鏡を用いて，密度と飽和度がほぼ等しい状態にあってもコラプス履歴の異なる試料では空隙の大きさの相違から“構造の差”があることを確認し，原田[3]は，活性度の低い試料ほどコラプス履歴が静的および動的強度に及ぼす影響（コラプス履歴を受けた試料と受けていない試料との強度差）が大きくなると報告している．以上を踏まえると，過去にコラプス履歴を受けたことのある擁壁裏込め土が浸水すると，擁壁に作用する土圧は通常想定される土圧よりも大きくなる可能性がある．また，水締めによって施工された裏込め土は，転圧によって施工された裏込め土と比較し，強度的に劣る可能性がある．

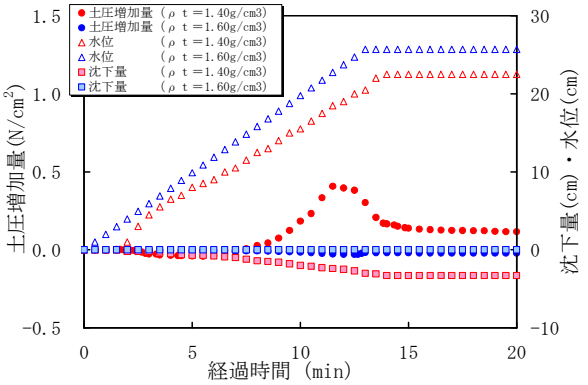

図 2　土圧増加量の経時変化（荷重計 No.3）

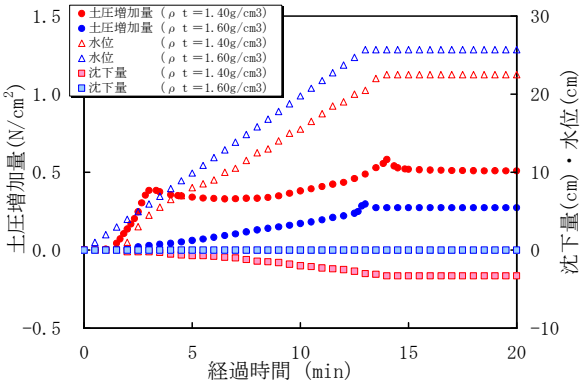

図 3　土圧増加量の経時変化（荷重計 No.8）

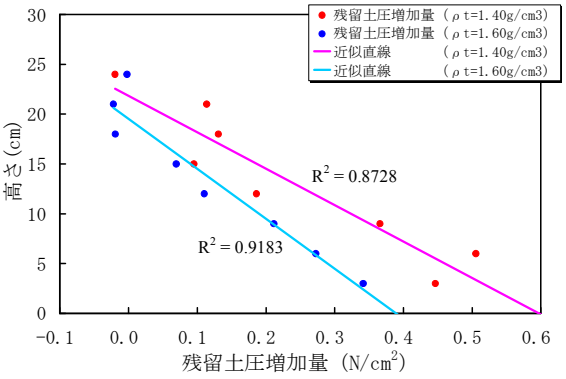

図 4　残留土圧増加量

5．おわりに

本研究では，コラプス履歴が擁壁土圧に及ぼす影響について検討を行った．今後は，水締め裏込め土と転圧裏込め土の強度特性について検討を行う予定である．

参考文献

1)　福田護：浸水に伴う土のせん断抵抗の低下と盛土斜面の一安定解析，土質工学会論文報告集，Vol.18，No3，pp.76～82，1978.

2)　Yi, F：Behavior of Compacted Collapsible Soils Subjected to Water Infiltration，doctor thesis presented to University of Tokyo，1991.

3)　原田健二：締固め崩壊性土の水浸による体積と強度変化に関する研究，東京大学博士請求論文，1994.