

東京低地の圧密特性を支配する地質学的効果について

The Geological Effect on Consolidation Characteristics of The Chuseki-so in Tokyo Lowland

田中 勝法[1]; 鈴木 清史[2]; 木村 克己[2]; 小川 勇二郎[3]

Katsunori Tanaka[1]; Kiyofumi Suzuki[2]; Katsumi Kimura[2]; Yujiro Ogawa[3]

[1] 筑波大・院・生命環境; [2] 産総研; [3] 筑波大・地球進化

[1] Earth Evolution Sci., Univ of Tsukuba; [2] GSJ/AIST; [3] Earth Evolution Sciences, Univ. Tsukuba

東京低地に分布する沖積粘性土の詳細な力学特性を把握し、堆積環境と土質力学特性発現の関係を検討する目的で、筑波大学が保有する自動制御三軸圧密試験器を用いて、載荷速度制御による K0 三軸圧密非排水剪断実験を行った。実験供試体には、産総研が実施した江戸川区小松川地区の試錐 (GS-KM-1C 孔) で得られた不攪乱試料を用いた。

実験は有楽町層相当層 (GL-0.0m ~ GL-29.0m) の GL-3m, -9m, -16m, -25m、七号地層相当層 (GL-29.0m ~ GL-60.0m) の GL-29m, -36m, -38m, -53m、計 8 深度にて行った。

実験結果から、粘性土が圧密の過程で辿る応力経路について詳細に検討し、補足的にレーザー回折法による粒度分析、XRD による含有粘土鉱物の同定、不攪乱試料の凍結乾燥試料の SEM 観察などを行った。

K0 三軸圧密実験結果から、深度 25m 以深で、土粒子同士を結合するセメント化作用 (続成効果) が、圧密特性を支配している事が明らかになった。セメント化作用の影響は、特に圧密降伏前の鉛直歪み α_x 2% 前後に、応力比 ($v'/h' (=K_0)$) の最小ピークとして出現する。このピークから応力比が増加する過程で、セメント化作用が圧密特性を支配する領域から、セメント構造の破壊に伴って粘性土本来の圧密特性が支配的となる領域へ漸移し、圧密降伏 (P_c) を迎えている。微視構造の検討から、圧密降伏に至る過程で、粘土構造のリンク部分に生じたセメント構造が破壊しているものと推察される。

XRD 分析および地盤環境の検討結果から、粘性土の圧密 (力学) 特性を支配するセメント化作用は、炭酸カルシウム (アラゴナイト?) によるものと考えられる。

上述の実験・測定・観察結果および解釈を基に、粘性土が過圧密に至る過程について、地盤工学的な従来の解釈を整理し、地質学的過程が圧密に与える影響を考慮して、地質学的効果としての年代効果・続成効果・環境変化 (効果) の重要性を提案する。粘性土は沈降・堆積した時点から、少なからず地質学的効果として、年代効果、続成効果、環境変化 (効果) を被り、現在の圧密状態に至っている事が指摘される。また、それぞれの効果は環境の変化によって様々に移り変わり、その過程で、最も強い影響を与えた効果、若しくは最後に被った効果が、最終的に粘性土の圧密特性などの工学的特性を決定づけるものと考えられる。

有楽町層・七号地層は何れも過圧密状態を示し、その要因として、有楽町層の深度 20 m 以深では続成効果によるセメント化作用が影響し、七号地層では年代効果による遅延圧密と後続の続成効果によるセメント化作用が影響しているものと考えられ、それらは堆積環境の変遷に密接に関連するものと考えられる。

すなわち、七号地層は、砂泥互層の堆積相により、一層の粘土層の層厚が薄く、圧密に係る排水距離が短いため、堆積同時性の圧密が促進され、続く有楽町層堆積開始までの堆積速度低下期に遅延圧密が進行し、ほぼ現在の間隙比 e 1 前後まで圧密した、有楽町層の堆積相は、デルタの前進に伴う、細粒分を主体とした粘性土の急速な堆積により特徴付けられ、この厚い粘土層厚により間隙水の排水が妨げられ、還元的な環境下で炭酸カルシウムの析出によって土粒子同士が固結するセメント化作用が生じた、同時に、下位の七号地層内の地下水質が変化 (塩水化) し、有楽町層同様のセメント化作用が生じた。

一方、深度 20 m 未満の有楽町層について、環境効果による間隙水の絞り出し、すなわち近世の地下水位低下に伴う地盤沈下、および交通荷重・構造物荷重など、人為的な環境変化が過圧密の要因となっている可能性が指摘される。