

| | | |
|----------|------|-------|
| 京都大学大学院 | 学生員 | ○佐野和文 |
| 京都大学大学院 | 正会員 | 高井敦史 |
| 京都大学大学院 | 正会員 | 乾 徹 |
| 京都大学大学院 | 正会員 | 勝見 武 |
| ライト工業 | 正会員 | 荒木 進 |
| 香川高等専門学校 | フェロー | 嘉門雅史 |

1. はじめに

既設構造物直下では汚染土壌の除去や積極的な浄化が困難であるため、地中連続遮水壁を用いた原位置封じ込め工法が有効である。TRD工法を用いて、原位置土にベントナイトを添加、混合・攪拌することによって造成されるソイルベントナイト（以下、SBM）地中連続遮水壁工法は、高い遮水性、自己修復性を有する遮水壁としてその適用性が確認されている¹⁾。汚染物質の拡散防止措置であることから、均質にSBM遮水壁が造成される必要があるが、SBMの柔軟性が高くコアサンプルを採取することが困難である等の理由により、原位置において打設後の遮水壁の品質を確認する方法は未だ確立されていないのが現状である。本研究では品質保証手法としての電気式静的コーン貫入試験（以下、CPTU）の適用性を検討すべく、大型土槽試験を行い、SBMの配合条件が先端抵抗、周面摩擦、間隙水圧の三成分に及ぼす影響を評価するとともに、所定深度で貫入を止め間隙水圧消散試験を行うことで遮水性能を評価した。本編ではこのうち三成分の指示値に関して報告するが、周面摩擦は値のばらつきがある²⁾ため特に先端抵抗、間隙水圧について検証する。

2. 実験方法

2.1 供試体の作製 原位置土として砂質土を想定し、含水比を 26%に調節した珪砂 7 号（竹折磁業所製）をSBMの母材に用いた。ここにフロー値（JIS R 5201 に準拠）が 150 mmとなるように 10%濃度ベントナイトスラリーを添加した後、所定量の粉体ベントナイトを添加し、モルタルミキサーで十分に混合を行った。

2.2 電気式静的コーン貫入試験（CPTU） 図-1 に示す内径 0.8 mの鋼製大型土槽に直径 0.5 mの自立式のメッシュ（SUS網、ナイロンメッシュを重ねたもの）を設置し、その内部に遮水壁を模擬しSBMを、周囲には排水用の珪砂 7 号を詰めた。試料の充填は水中で行い、空隙を無くしながら充填した上で、最終的な水位は地表面と同位にした。試料の充填に際しては、別途実施した圧密試験（JIS A 1217）で得られた湿潤密度を用いた。土槽の天板にコーン貫入のための円形孔を設けるとともに、貫入に伴う地表面に隆起を防ぐため、試験の際にはエアバッグを介して約 30 kPaの上載圧をかけた状態で、貫入速度 1.0 cm/sでコーンを貫入した。表-1 に実験ケースを示す。ここで C_{BP} は粉体ベントナイト添加量である。Case A、Bは全深度同一条件で作製したSBMを、Case CはG.L.-0.35 m及びG.L.-0.65 mを境界に C_{BP} の異なるSBMをそれぞれ充填した。別途実施した透水試験（ASTM D 5084 に準拠）の結果から、 $C_{BP} = 50, 100 \text{ kg/m}^3$ のSBMの透水係数はそれぞれ $8.23 \times 10^{-10} \text{ m/s}$ 、 $9.42 \times 10^{-11} \text{ m/s}$ で 1 オーダー差異があるこ

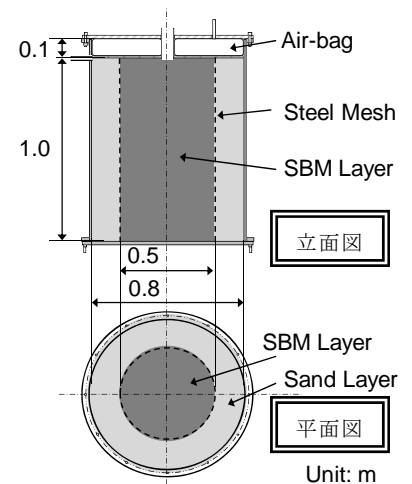


図-1 土槽模式図

表-1 実験条件一覧

| | C_{BP} (kg/m^3) | ρ_t (g/cm^3) |
|--------|---------------------------------|---------------------------------|
| Case A | 50 | 1.93 |
| Case B | 100 | 1.77 |
| Case C | 100 | 1.77 |
| | 50 | 1.93 |
| | 100 | 1.77 |

とを確認しており、 $C_{BP} = 50 \text{ kg/m}^3$ のSBMは遮水壁中の貧配合箇所を想定している。

3. 実験の結果および考察

3.1 先端抵抗に及ぼす影響 図-2 に三成分コーンで計測した先端抵抗と深度の関係を示す。Case Aでは最大約4.0 MPaの先端抵抗を示すのに対し、Case Bでは深度に関わらず上載圧の30 kPaとほぼ同等の値を連続的に示すことがわかる。 $C_{BP} = 50 \text{ kg/m}^3$ のSBMでは細粒分含有率が約4%で砂分が主体であり、地盤調査においても砂層への貫入時の方が粘土層への貫入に比べ先端抵抗値が増大することに鑑みれば、妥当な結果といえる。次にCase Cでは、上部の $C_{BP} = 100 \text{ kg/m}^3$ のSBM層では深度に関わらず30 kPa程度の値を連続的に示し、その後貧配合箇所である $C_{BP} = 50 \text{ kg/m}^3$ のSBM層上端（G.L.-0.35 m付近）で急激に値が増加し、下部の $C_{BP} = 100 \text{ kg/m}^3$ のSBM層の上端（G.L.-0.65 m付近）で再び小さい値を示す傾向がみられた。このことから貧配合層では先端抵抗が大きく増加することが明らかとなった。

3.2 間隙水圧に及ぼす影響 図-3 に間隙水圧と深度の関係を示す。Case Aでは貫入直後から負圧が生じ、その後静水圧よりやや低い値を示している。Case Bでは負圧と正圧を前後する結果となったがこの結果については現時点では原因の解明に至っておらず、今後検討が必要である。Case Cでは上部の $C_{BP} = 100 \text{ kg/m}^3$ のSBM層では貫入に伴い過剰間隙水圧が発生し、その後 $C_{BP} = 50 \text{ kg/m}^3$ の層で負圧に転じた後、下部の $C_{BP} = 100 \text{ kg/m}^3$ の層で再び静水圧より大きな間隙水圧を示す傾向にあることがわかった。この貫入に伴う負圧の発生は砂層への貫入時に見られるものであり³⁾、 $C_{BP} = 50 \text{ kg/m}^3$ のSBMが工学的分類では砂(S)に分類されることを踏まえると妥当な結果であるといえる。以上のことから、CPTUで連続的に得られる三成分の指示傾向により、遮水壁中に存在する貧配合箇所を検知しうる可能性が示唆された。

4. おわりに

五層で作製した大型土槽実験から、CPTUで得られる各種物性値はSBMの配合により異なり、CPTUが遮水壁の鉛直方向への品質保証手法として有効である可能性が示唆された。貧配合箇所では先端抵抗が増加するとともに間隙水圧値が低下することが示された。今後は試験精度の向上を図るとともに、異なる母材を用いて試験を行い一般性を高めるべく検討を進める予定である。

謝辞: CPTUの実施に際し、吉村貢氏、寺尾庸孝氏（以上ソイルアンドロック株式会社）に多大な御協力、御尽力をいただいた。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 高井敦史・乾 徹・勝見 武・嘉門雅史・荒木 進(2012)：ソイルベントナイト連続遮水壁の遮水性能に及ぼす影響因子、土木学会論文集C, Vol. 68, No. 1, pp.1-14.
- 2) T.B.S. Pradhan (1998): Soil identification using piezocone data by fuzzy method, *Soils and Foundations*, Vol. 38, No. 1, pp.255-262.
- 3) 吉村貢・斎藤邦夫・利藤房男：CPT結果のばらつきの要因分析、地盤工学会誌, Vol. 57, No. 8, pp.20-23, 2009

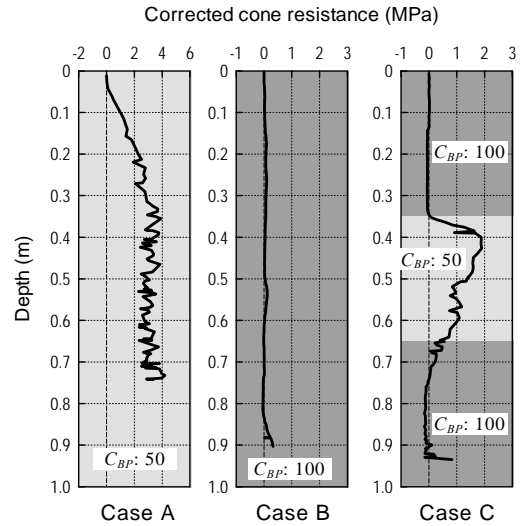


図-2 先端抵抗の深度分布

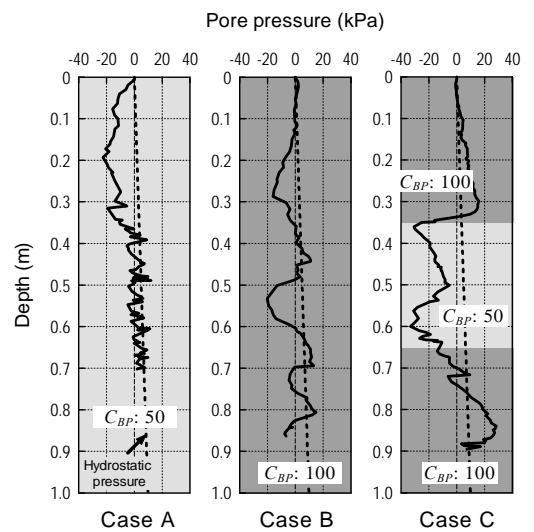


図-3 間隙水圧の深度分布