

III-58

局部振動による地盤の掘削攪拌に関する実験的研究

その2-地盤の密度、湿潤状態および流体の吐出による影響

竹中技術研究所 畑中宗憲 鈴木善雄

日 本 工 大 関 宗 弘 水 島 靖 喜

1. まえがき 本研究はセメント系硬化剤による深層混合処理工法を砂質土に適用して砂質地盤の耐液状化工法としての可能性を検討したものである。本報告（その2）は、砂地盤の密度、湿潤状態およびロッドからの流体の吐出の有無、流体の種類によるロッドの貫入抵抗への影響について述べたものである。

2. 実験装置 実験装置は内径90cm、深さ120cmの加圧砂タンクと貫入ロッドを回転及び昇降させるための起動部からなる。砂地盤の表面のゴムバッグに空気圧を加えて地盤に上載圧を加える（図1）。貫入ロッドは全長1.5m、直径3cm、先端22cmに8分割の横リブがある（文献1）。流体吐出を伴うロッドの貫入試験の場合は、貫入ロッドの先端には直径4mmの穴が4方向にあり、そこから流体が吐出する（図2）。そのほか流体を圧送する加圧タンクと流体が地盤中に入り易くするために流体に振動圧を付加する装置とがある。

3. 実験方法

3-1 ロッドから流体吐出のない貫入試験 実験は静的貫入試験と回転貫入試験（貫入ロッドをねじり回転±9°させながら一方向に貫入する）の2種類で行った。模型砂地盤は豊浦砂を用いて作成した。実験は相対密度90%と50%の乾燥地盤と相対密度60%の飽和地盤について行った。文献1の結果に基づき実験はロッド鉛直貫入速度5mm/sec、ロッドねじり回転周波数15Hz、上載圧0.1, 2 kg/cm²の条件で実施した。

3-2 ロッドから流体吐出のある貫入試験 実験は飽和砂地盤に上載圧を2kg/cm²加え、貫入速度10mm/sec、吐出流体は水とセメントベントナイトスラリー（以下CBスラリーという）の2種類、流体吐出周波数は20Hzとした。CBスラリーを用いた場合は固化砂柱の範囲も調べた。なお、3-1節の実験も含めて飽和砂地盤の場合はロッド貫入中、タンク外周12ヶ所のドレーンは排水状態にしてある。

4. 実験結果と考察

4-1 砂の密度による貫入抵抗への影響（図3）

静的貫入試験も回転貫入試験も上載圧が同じならば相対密度の小さい方が貫入抵抗も回転抵抗も小さい。この理由は密な状態ではロッド貫入により地盤のダイレタンシー効果が発生し、そのため地盤中の応力が増加し貫入抵抗も回転抵抗も大きくなるものと考えられる。

4-2 砂の湿潤状態による貫入抵抗への影響（図4）

飽和地盤は乾燥地盤よりも貫入抵抗も回転抵抗も小さい。この理由は回転貫入によりロッド周囲の砂は液状化し、貫入抵抗も回転抵抗も減少すると考えられる（回転貫入試験）。

4-3 回転貫入と静的貫入の比較（図5）

回転貫入は静的貫入よりも貫入抵抗が小さい。これは回転を加えて砂地盤へ貫入する方がロッド周辺の砂の摩擦抵抗が減少し貫入抵抗が小さくなるためと考えられる。

4-4 吐出流体を伴うロッドの貫入試験

4-4-1 吐出流体が水の場合

静的貫入試験の場合、同じ貫入深さに対して吐出水を伴う貫入の方が貫入抵抗が小さい（図6）。回転貫入試験の場合、貫入抵抗も回転抵抗も吐出水を伴う場合の方が小さい

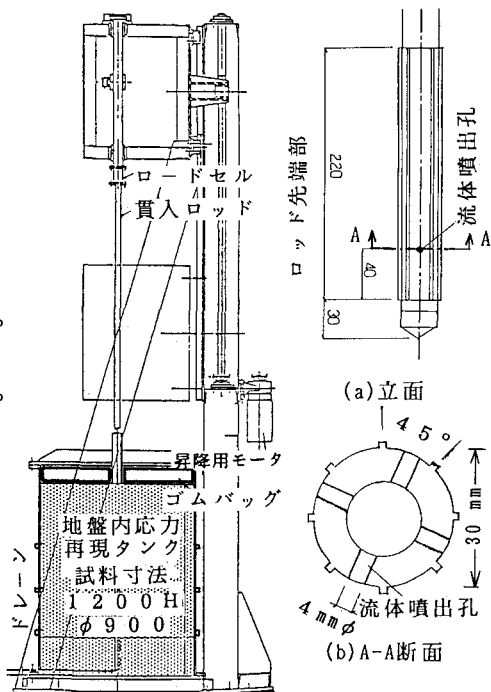


図1 実験装置断面図 図2 ロッド先端部詳細

(図7)。これは、吐出水を伴う場合、ロッドの周囲地盤が液状化し、かつ、吐出水により水圧がある程度維持されているためと考えられる。また、貫入深さがわずか数センチで回転抵抗が最大値に達し、その後は抵抗の増大が見られないのが特徴的である(図7-b)。

4-4-2 吐出流体がCBスラリーの場合 回転抵抗についてはCBスラリーも水もほとんど差がない(図8-b)。しかし、貫入抵抗は、CBスラリーの場合はほぼ貫入深さとともに増大するが、水の場合はある深さ(15 cm)で最大値を示しその後低下する。また、CBスラリーが固化した砂柱の断面は、ある深さまでは貫入抵抗の増大に伴いCBスラリーの吐出がしにくくなっているため減少しているがその深さを過ぎると回転抵抗がほとんど変化していないことと対応して砂柱断面はほぼ一定になっている(図9)。

5. あとがき 固化による砂地盤の耐液状化改良に関する基礎的研究として文献1に引きつづき相対密度約60%の飽和砂地盤を対象に吐出流体を伴うロッドの貫入に関する模型実験を実施した。今後は流体圧によるCBスラリーの浸透状況などについてさらに検討していきたいと考えている。

参考文献: 鈴木善雄, 畑中宗憲, 小林陽, 渡辺憲介(1987): 局部振動による地盤の掘削攪拌に関する実験的研究(その1) 上載圧、攪拌棒の形状、鉛直貫入速度、回転周波数の影響について、土木学会年次学術講演会

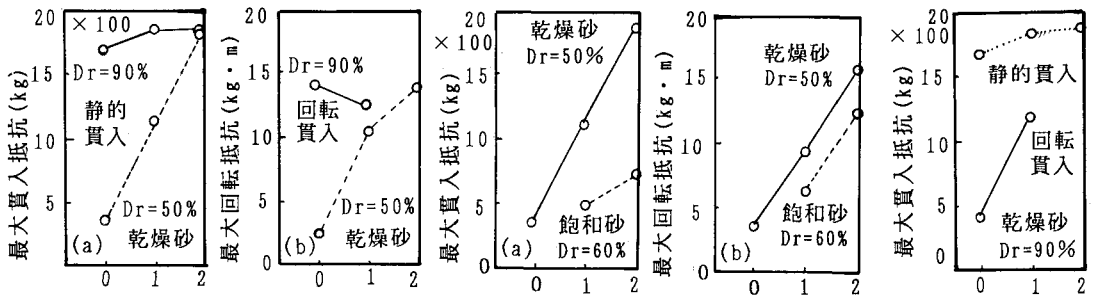


図3 地盤密度の影響

図4 地盤の湿潤状態の影響
(回転貫入試験)

図5 回転貫入と静的貫入の比較

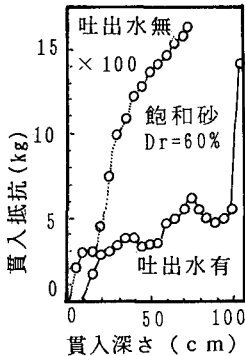


図6 吐出水の影響
(静的貫入試験)

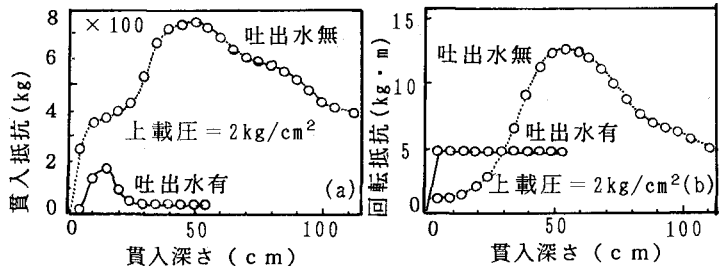


図7 吐出水の影響(回転貫入試験、飽和砂、Dr=60%)

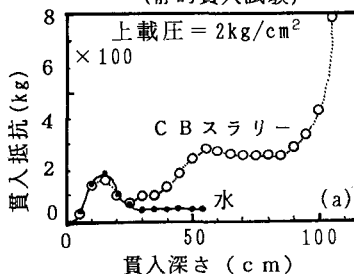


図8 CBスラリーと水の比較(回転貫入試験、飽和砂、Dr=60%)

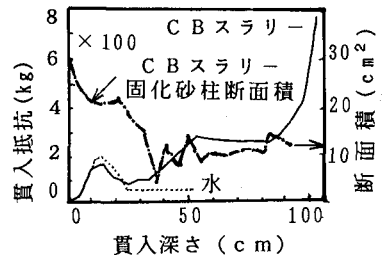
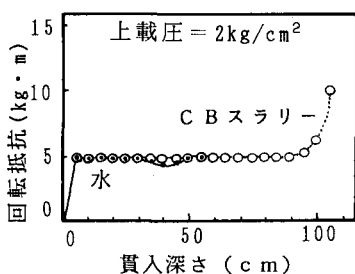


図9 CBスラリーの吐出範囲
(回転貫入試験、飽和砂、Dr=60%)