

III-263

飽和砂地盤の現場締固めにおける施工管理装置の開発

前田建設工業 正会員○飯島 健 嶋田三朗
 同 上 正会員 石黒 健 菅井正澄
 同 上 正会員 清水英樹

1. はじめに

現在、振動棒締固め工法においては、施工時に振動ロッドの深度やパイプロの負荷電流を測定することで日常の施工管理が行われている。そして締固め後の地盤強度については施工終了後に標準貫入試験を行ってN値を求めるという、いわば「事後確認」を行うにとどまっている状況にある。著者らはこのような現状を鑑み、振動締固め工法におけるリアルタイムの施工管理手法について研究開発を行ってきた¹⁾²⁾。今回新たに間隙水圧測定機能を有する施工管理装置を試作し、原位置における適用を試みたのでここに紹介する。

2. 施工管理の考え方

液状化対策の目的は「地盤の液状化抵抗を高める」ことにあるが、この液状化抵抗は「地震時の過剰間隙水圧発生量」と密接に結びついている。一方、振動締固め工法で用いる振動ロッドはそれ自体が振動源であり、これを利用して締固めた地盤に対して「地震時に似た状況」を再現することができる。そして、その際の過剰間隙水圧の発生状況を間隙水圧測定機能をもたせた計測管（締固め機械に着脱可能な構造を持つ）により計測することで、締固めた地盤の液状化抵抗を知ることができるはずである。今回提案する施工管理手法は、この「地震を模擬した振動」により発生する過剰間隙水圧の最大値（ Δu 値）を施工管理値として採用し、より合理的な日常管理を行うものである。

3. 施工管理装置

施工管理システムの概要を図-1に示す。地盤に圧入する「計測管」は以下のような構成からなる。

- ① 間隙水流入管（A）；中央部に間隙水がフィルターを通して流入する開口部を有している。そこからガス管及びシンプレックスチューブを介して地上部の水圧計にまで間隙水が導かれる。
- ② 加速度計内蔵管（B）；中央部に水平方向の振動を感知するための加速度計を内蔵している。ここで得られる値は施工管理には直接利用しないが、振動レベルを認識する参考値として計測する。
- ③ ジェット管（C）；計測管を圧入する際に用いるジェットング用の管である。

施工管理に先立ち、まず真空ポンプによりあらかじめA管の経路内を満水状態とする（この状態で水圧計の値は地下水位から水圧計までの位置水頭分の負圧となる）。施工管理時には振動ロッドによる「チェック加振」を実施し、地盤振動時の間隙水圧の変動（負圧からの増分量）を測定する。過剰間隙水圧値は地上部の動的計測システムでリアルタイムに検知され、得られる Δu 値を常時モニターしながら、この値が管理基準値をクリアしているか否かを確認する。計測管を写真-1に、施工管理の状況を写真-2に示す。

4. 現場における適用例

前述の施工管理装置を原位置地盤（初期のN値が6程度の緩い砂層）に適用した事例を紹介する。実験では、計測管による間隙水

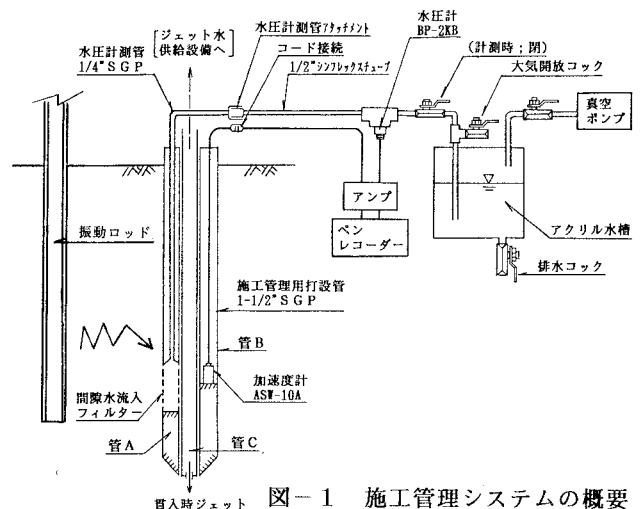


図-1 施工管理システムの概要

圧計測深度を深度6 m地点とし、その深度を中心とした振動締固めを3サイクル繰返した。また初期貫入終了後、および締固めの各サイクル終了後に、深度6 m地点に振動ロッド先端を固定しパイプロの振動のみを与える「チェック加振」を30秒間実施した。なお過剰間隙水圧の計測は実験の全工程を通して行い、実験前及び実験終了後にラムサウンディングによるN d 値の測定を行った。図-2に締固めのパターンと計測のタイミングを示す。図-3はチェック加振時における地盤内過剰間隙水圧の時刻歴を示している。チェック加振時に発生する過剰間隙水圧は締固めが進み地盤が締固まるにつれて小さくなっていき、振動に対する地盤の抵抗力（液状化抵抗）が増加していく様子がうかがえる。図-4は、過剰間隙水圧の最大値（ Δu 値）とN d 値の関係を求めたものである。地盤のN d 値の計測は、未改良地盤と3サイクルの締固め終了後の2回しか行っていないため図上に2点しかプロットされていないが、 Δu 値の減少傾向からN d 値の増加を推定することが可能であることが分かる。図には他現場での計測例（ただし間隙水圧の計測は地盤に埋設した間隙水圧計による）を併記したが、 Δu 値とN d 値には同様の負の相関が見られた。こういった関係を利用し、例えば今回の現場における必要N d 値が15であれば、対応する Δu 値は0.1付近となり、この値を日常の施工管理の管理基準値とすればよいことになる。

図-4に示した Δu 値～N d 値関係が振動締固め工法の現場管理における施工管理用チャートとなるが、この関係は図示したように、対象土質と施工機械の組合せなどにより異なったものとなる。振動締固め工法においては、施工ピッチやサイクルタイムを決定するための「試験施工」が本施工に先立ち実施される。そこで、この試験施工の際にその現場における施工管理用チャート（ Δu 値～N d 値関係）を本施工管理装置を用いて求めておくことで、より合理的な日常管理が可能となる。

5. おわりに

間隙水圧測定機能を有する簡便な施工管理装置を試作し、原位置での適用性を確認した。従来の施工管理に加えて、本装置を用いたリアルタイムの日常管理を併用することで、より高品質の振動締固め施工が行えるものと考えている。

（参考文献）

- 1) 石黒他(1990)「飽和砂地盤の振動締固めにおける合理的な施工管理に関する一考察」第45回土木学会年次学術講演会
- 2) 石黒(1991)「飽和砂地盤の現場締固め管理に関する一考察」第46回土木学会年次学術講演会

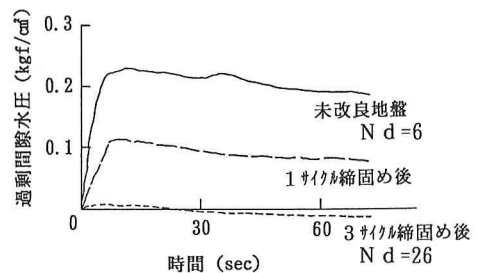
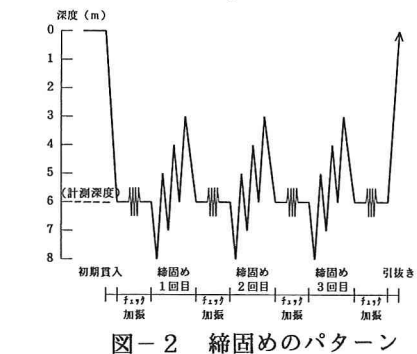
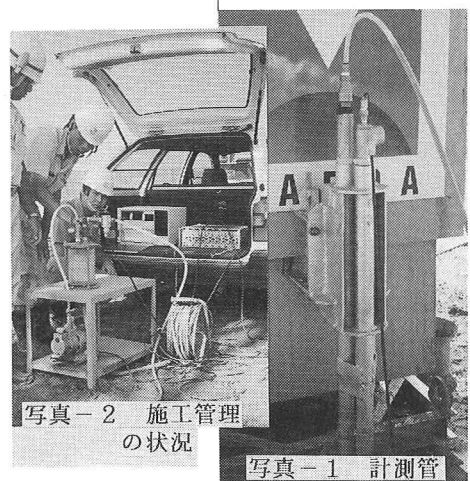


図-3 過剰間隙水圧の時刻歴

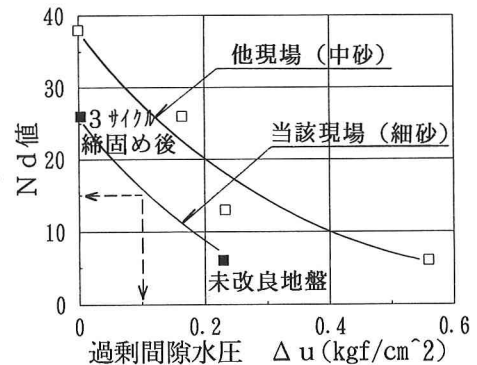


図-4 Δu 値とN d 値の関係