

NSWS 地盤調査機および高粘性ポンプを用いた空隙充填材の注入技術

NSWS ; 高粘性ポンプ ; 空隙充填材

京都大学 (国) 稲積真哉
 トーメック ○(正) 宍戸賢一
 日本化学塗料 (正) 加藤研二
 日本化学塗料 (正) 小林賢勝
 大北耕商事 (正) 大北耕三

1. はじめに

現在、地盤調査としてスウェーデン式サウンディング (SWS) 調査機が広く採用・導入されている。一方、近年において新たに開発された NSWS (Nippon Screw Weight System) 地盤調査機^{1),2)} (写真1参照) は SWS 地盤調査機の測定間隔が 25cm に対し、5cm 以下の範囲で測定することができ、細分化された地盤調査を可能としている。同時に、中空の貫入ロッドを採用している NSWS 地盤調査機は、本体に高粘性搬送ポンプを取り付けることで、中空ロッドを介して高粘性の物質を地盤内に注入することができる。

本報告では NSWS 地盤調査機を用いた地盤調査および地盤改良の一連実施の確立を目的とし、地盤改良注入材として空隙充填材に着目し、空隙充填材の搬送および注入技術を検討している。

2. NSWS 地盤調査機の概要

構造物を構築する場合、事前に地盤調査を実施する必要がある。また、既存の構造物が沈下等を起こしている場合には、原因究明と対策のために当該地盤の調査が必要となる。地盤調査は従来、貫入試験やサウンディングによる方法が主流であったものの、当該調査方法の測定頻度では世代の異なる土質構成、地層境界、水みち位置の特定、空洞の有無、およびその周辺地盤のゆるみ等の状態を把握するのに不十分であった。すなわち、5cm 以下の頻度で計測が必要であると考えられる。同時に、調査の迅速性および経済性は無論、データの連続性および原地盤の拘束圧の下で現状をリアルタイムに評価できる原位置試験方法が求められており、このような要望で開発されたのが NSWS 地盤調査機^{1),2)}である。

NSWS 地盤調査機の基本構造は図1に示すとおり、空気圧を載荷源とする空油圧シリンダと動滑車チェーンを任意に設定することができ、連続的な荷重調整と計測の細分化による高い分解能を有する。

以下に主な NSWS 地盤調査機の特徴を記載する。

- ① 駆動・載荷部自重に対し負圧載荷させ、50N ピッチで 0~2500N までの連続載荷
- ② 25~38mm ピッチで載荷荷重、回転数、および沈下時間を測定
- ③ 沈下時間計測により沈下速度を定義し、速度値をパラメータとした空洞もしくはゆるみ範囲の特定
- ④ 鉛直~傾斜~水平方向の計測
- ⑤ BSP (超硬) による特殊刃で軟岩程度の貫入が可能
- ⑥ 2500N にて載荷のみの場合、載荷 0~2500N におけるコーンとしての載荷試験機としての動きが可能



写真1 NSWS 地盤調査機

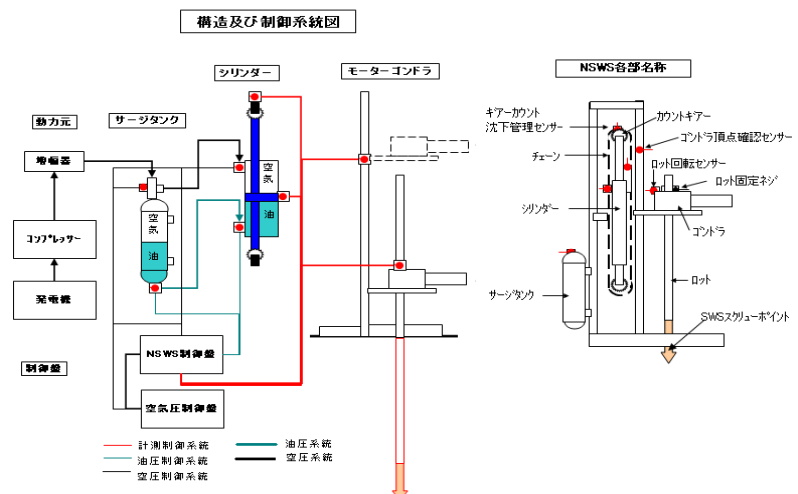


図1 NSWS 構造および荷重重作用状態

An injection technology of water swelling sealing materials using an NSWS geotechnical investigation machine and the high viscosity pump
 S. Inazumi*, K. Shishido**, K. Kato***, M. Kobayashi*** and K. Okita****

*Kyoto University **Tomec Corporation ***Nippon Chemical Paint Co., Ltd. ****Okita-ko Co. Ltd.

- ⑦ 中空軸により薬液注入，地下水の採取等が可能

3. 高粘性搬送ポンプ

エアリー式による排圧管理型高粘性ポンプは1ストロークで1L程度排出することが可能であり、且つ最高排出圧30kg/cm²の高圧排出が可能なポンプである。さらに、当該高粘性ポンプは使用後の洗浄を鑑み、ワンタッチ分解を導入している。

小型高粘性搬送ポンプ



鋼矢板



写真2 高粘性ポンプと空洞と見立てた鋼矢板&注入

4. 空隙充填材

地盤改良は、その地盤の状態により種々の工法（方法）が採用されている。例えば、軟弱地盤の改良にはセメント系ならびに石灰系材料が多く用いられている。また、地盤空洞の改良には当該空洞を充填するため、目的に合わせて土質材、モルタル、薬液、および樹脂系等が使用されている。本研究では地盤空洞の充填補修を主目的として、「NSWS 地盤調査機+高粘性搬送ポンプ」による一連の調査・注入工法を検討することを目的とした。この工法に適した充填材の必要条件としては、地下水（空洞水）の有無に関係なく、注入時には空洞の隅々まで充填できる流動性を保ち、一定時間後に固化して必要な強度ならびに遮水性が維持されることである。これらの条件に適する空隙充填材として有機の「ウレタン系樹脂」を選択し、搬送・注入試験を実施した。

ウレタン系空隙充填材は以下の特徴を有している。

- ① 特殊ウレタン樹脂の一液型タイプ
- ② 湿気反応により硬化
- ③ 粘度特性 3000~12000mPa・s を有する流動性のある物質
- ④ 組成中に揮発性の有機溶剤は未含有
- ⑤ 硬化膜を浸漬した抽出水は水道法水質基準に適合

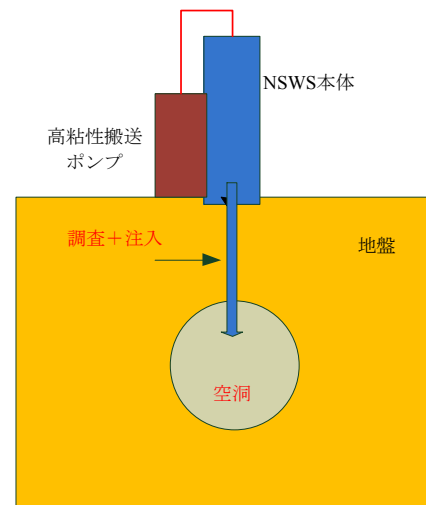


図2 NSWS 試験機による調査+注入のイメージ

5. 高粘性搬送ポンプによる空隙充填材の搬送・注入試験

ウレタン系空隙充填材を小型の高粘性搬送ポンプによる搬送・注入試験を実施した。写真2に示すように鋼矢板の継手を嵌合させ、その嵌合部の隙間を空洞と見立て（仮想空洞）、この隙間に小型の高粘性搬送ポンプによるウレタン系空隙充填材の搬送と注入方法について検討した。ウレタン系空隙充填材の粘度特性が高くなると、搬送スピードは遅くなる傾向になるものの、粘度変化に十分追従し、搬送することができた。よって、NSWS 地盤調査機に高粘性搬送ポンプを取り付けることで、地盤内空洞ゆるみの領域を特定し、さらに、高粘度搬送ポンプで搬送された空隙充填材をNSWS 地盤調査機の中空の貫入ロッドを介して直接に注入充填することが可能であることが確認できた（図2参照）。なお、ウレタン系空隙充填材は、水を充滿した条件下での注入に際しても十分に硬化膜を形成することが併せて確認でき、本工法における地盤の空隙充填材としては非常に適していると考えられる。

今後はウレタン空隙充填材の注入量、さらに空隙充填材膜強度を増す配合について、詳細検討を実施する予定である。

6. おわりに

NSWS 地盤調査機は、従来のSWS 地盤調査機で得ることが困難であった詳細な地盤情報の提供が可能な試験機である。さらに、調査で特定された地盤内の空洞・ゆるみ領域を確認しつつ、NSWS 地盤調査機に取り付けた高粘性搬送ポンプで空隙充填材等を直接注入することが可能である。今後は、NSWS 地盤調査+ウレタン系空隙充填材を用いた地盤改良工法の技術確立を計る予定である。

【参考文献】

- 1) 近藤 巧・大北耕三：地盤内自沈領域の詳細調査方法およびその調査機，地盤工学会誌，Vol56，No.9，pp.30-31，2008.
- 2) 稲積真哉・宍戸賢一・大北耕三：NSWSを用いた地盤内空洞調査と簡易グラフトによる地盤補修，第9回地盤改良シンポジウム論文集，pp.233-236，2010.