

オクトパス工法の開発（その7） 余堀り部沈下抑止充てん材料の適用性

鹿島技術研究所 正会員 永谷 英基
 正会員 五十嵐寛昌
 正会員 真鍋 智

1. 概要

過密化した都市部地下空間における合理的なシールド工法として、図-1 に示すオクトパス工法の開発を行っている。本工法は、複雑な線形を有する地下鉄や地下高速道路などへの適用を考えており、分岐前の非円形・超大断面時での曲線区間の施工も予想されることから、図-2 に示す余堀り部を確保する技術が求められている。しかし、従来シールド工法と比べ、オクトパス工法は非円形・超大断面であることから、非常に大きな余堀り部を長い期間地中に生じさせるため、地山の崩落による地表面沈下、並びにマシンの姿勢制御不能などが懸念される。

著者らは、この余堀り部の安定保持を目的に、（従来の裏込め注入材のように）固結せずに地山を保持し、マシンの移動が可能な材料で充てんすることで上記問題を解消できると考え、沈下抑止特殊充てん材料の開発を行っている。また、遠心場において充てん実験を実施することで、実規模大の自重作用環境下での余堀り部の安定効果について検証している。本報文では、とくに自立しにくく、充てん材の散逸が考えられる粒径の粗い模型地盤での充てん実験について報告する。

2. 沈下抑止特殊充てん材

今回、開発した特殊充てん材は、繊維を混合することでせん断抵抗力を向上させ、地山の保持機能を向上させたものである。以下に充てん材の目標品質を列挙する。

- 固結せずに高いせん断抵抗力を有すること
- シールドスキンプレートに付着固化しないこと
- 長期間安定する材料であること
- 人体や環境に害の無いものであること
- 低コストであること

3. 充てん実験装置

遠心場充てん実験装置の概要図を図-3 に示す。本実験装置はオクトパス工法における分岐前の超大断面を左右対称として、その片側を模擬し、トンネル本体固定部と余堀り部を想定した引抜き模型部から構成されている。充てん実験は、この余堀り部模型を土槽背面方向に 15mm/min で引抜きながら、特殊充てん材を任意の充てん率で注入することで充てん施工時を再現している。

Key Words：シールドトンネル,オクトパス工法,遠心模型実験,余堀り,充てん材

連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1, TEL 0424(85)1111, FAX 0424(89)7034



図-1 オクトパス工法概要図

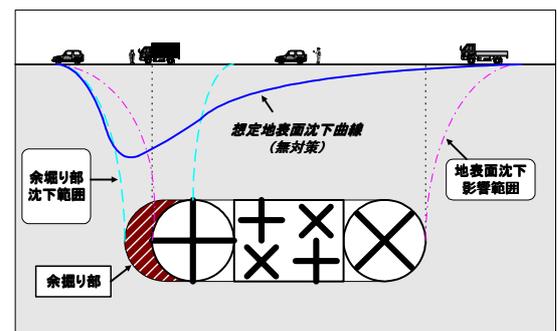


図-2 余堀り部概要図

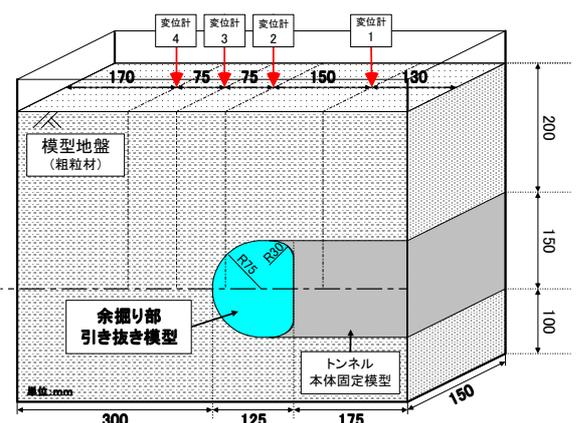


図-3 遠心場充てん実験装置

4. 実験概要

粒径 5 mm 程度に調整した気乾状態の粗砂材を密に詰め、単位体積重量が約 11.6kN/m³ (1.2gf/cm³) でトンネル土被り 20cm の層厚になるように模型地盤を作製した。計測項目としては、図-3 に示す土槽中心線の地表面沈下を 4 台のレザ-変位計で計測している。また、充てん率 100% になるように余堀り引抜き速度と充てん材圧入速度を管理計測している。なお、遠心載荷は 981m/s² (100G) である。

5. 実験結果

充てん完了後の地表面沈下の経時変化を図-4 に示す。全体的に緩やかに沈下が進んでおり、充てん完了後 5 分 (実規模換算で 1 ヶ月相当) でかなり落ち着きつつあることがわかる。また、地表面沈下の時間推移図を図-5 に示す。余堀り部直上を示す変位計 2 よりも外側の変位計 3 の沈下量がやや大きく、実規模換算で 0.5 ~ 0.9cm 程度であった。余堀り部よりさらに外側の変位計 4 は変位計 2 とほぼ同程度の沈下量を示しており、変位計 1 の固定トンネル直上はほとんど沈下が見られなかった。

次に、充てん実験状況について、写真-1 に遠心場での充てん開始直後、写真-2 に実験終了後の切り出し状況を示す。また、図-6 に横断面のスケッチを示す。実験開始後、余堀り引抜き模型部が抜けた際に、充てん材が周辺地山に浸透しつつ、余堀り部に密実に充てんされ、地山を保持していることがわかる。また、深度方向に地山との境界浸透量が増える傾向にあり、余堀り下部では 30mm ほど地山側に浸透し、余堀り上部はやや粗砂材が落ち込んでいる。これらは、本実験では気乾状態の粗砂地盤で実験を行ったために下部への浸透量が多くなり、充てん率は 100% としたことから上部では充てん材の量が不足することになり、余堀り上部の地山の保持が十分に行えなかったものと思われる。

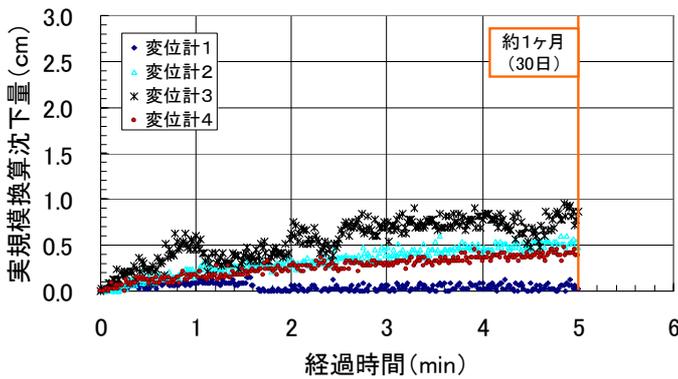
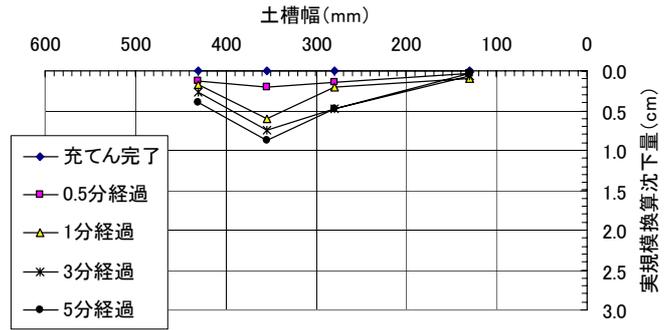


図-4 時間-沈下曲線



(注意) 图中番号は変位計を示す。

図-5 地表面沈下推移図



写真-1 充てん実験開始直後



写真-2 実験終了後切り出し観察

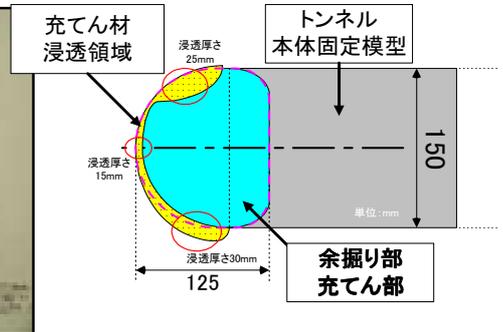


図-6 切り出しスケッチ図

6. まとめ

新しく開発した特殊充てん材による自立しない模型地盤での余堀り部安定性について検証した結果、実規模換算で 1 ヶ月間の地表面沈下量を 0.5 ~ 0.9cm に抑えることが確認された。ただし、本実験は充てん率 100% のため、余堀り上部で十分に沈下を抑えられなかった。従って、充てん率を上げることにより、沈下量をさらに低減させることが可能と思われる。