

1) Application of ground penetrating radar in grouting evaluation for shield tunnel construction (pp.99~107)

シールドトンネル施工におけるグラウト評価のための地中レーダの適用について

Authors: F. Zhang, X. Xie, H. Huang

シールドトンネル掘削におけるセグメント背面のグラウトの均一性や品質を確保することは、トンネル構造自身を安定化させ、また防水の役割も持ち、長期的な周辺地盤の沈下防止のためにも重要となる。実際に上海地下鉄 No.1 ラインでは最大で 160mm の沈下を生じさせている。

本論文では、このようなグラウトの均一性を確認するための方法として、地中レーダ (GPR) による非破壊探査手法を提案する。

現地試験は上海地下鉄 No.9 ライン(施工 2002-2007 年) において実施され、周波数として 250MHz, 500MHz, 1GHz の 3 種類が使用されてその有効性について検証を行った。

その結果、250MHz では解像度が低く、1GHz では探査深度が浅くなる。500MHz における調査結果が解像度、探査深度ともに満足いくものであった(Fig.20, 21)。

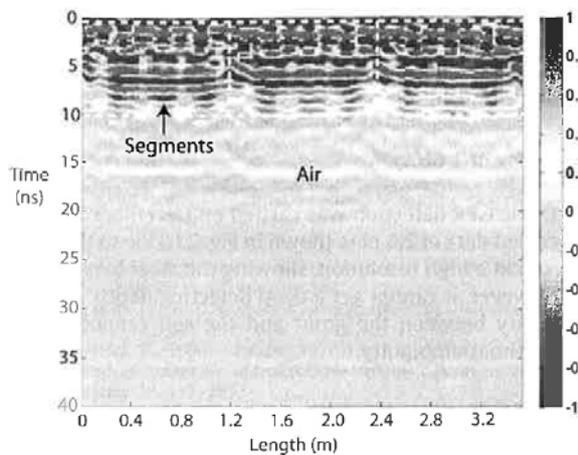


Fig. 20. Data of 500 MHz GPR field test (on starting segments).

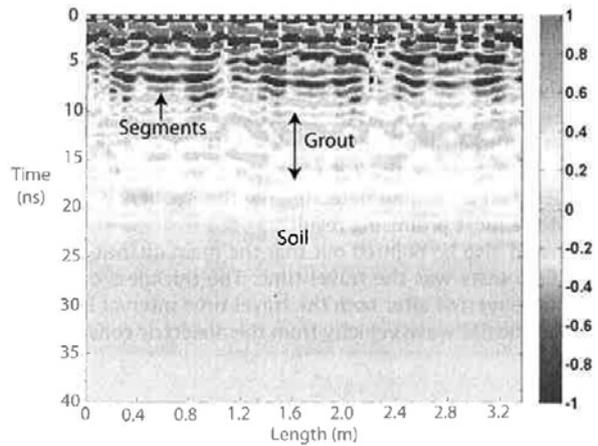


Fig. 21. Data of 500 MHz GPR field test (regular test).

2) Shrinkage characteristics of high-strength concrete for large underground space structures (pp.108~113)

大規模地下構造物に用いられる高強度コンクリートの収縮特性

Author: K.-H. Min, H.-C. Jung, J.-M. Yang, Y.-S Yoon

本研究は、大規模地下構造物に適用される 50MPa の高強度コンクリートに関するものである。高強度コンクリートの配合として、フライアッシュと微粉末高炉スラグの配合比率を変えることにより 8 種類の配合が用意された(Tab.2)。

これらの材料について、圧縮強度、割裂引張り強度および乾燥収縮、自己収縮特性の測定が実施された。

試験結果として以下の結論が得られた。

- 1) 本研究で用いた全配合において 7 日強度として 30MPa 以上の値が得られた。
- 2) フライアッシュ、微粉末高炉スラグを用いることでコンクリートの乾燥収縮を低減できる (Fig.4)。特に微粉末高炉スラグを用いた場合に、その効果は顕著であった。
- 3) 一方、微粉末高炉スラグを用いると自己収縮は増大し、また強度発現が遅れる傾向にある (Fig.6)。
- 4) 多量の混和材を用いた高強度コンクリートの収縮挙動は、水和反応や乾燥特性に影響を与えることになる打設条件を考慮の上で評価されなければならない。
- 5) 大規模地下施設に関する高強度コンクリートの適用性を改善するためには、耐久性や水和熱反応について研究を重ねる必要がある。

Table 2
Mix proportions.

| Mixture | w/b (%) | S/a (%) | Unit weight (kg/m ³) | | | | | |
|---------|---------|---------|----------------------------------|--------|----|-----|-----------|-------------|
| | | | Water | Cement | FA | BS | Fine Agg. | Coarse Agg. |
| OPC | 36 | 50 | 170 | 472 | - | - | 842 | 855 |
| FA10 | | | | 425 | 47 | - | 833 | 846 |
| FA20 | | | | 378 | 94 | - | 825 | 838 |
| BS30 | | | | 331 | - | 142 | 835 | 847 |
| BS50 | | | | 236 | - | 236 | 830 | 843 |
| F10S40 | | | | 236 | 47 | 189 | 824 | 836 |
| F15S35 | | | | | 71 | 165 | 821 | 833 |
| F20S30 | | | | | 94 | 142 | 818 | 830 |

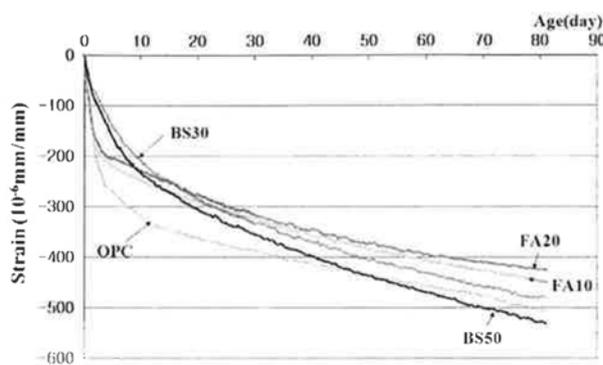


Fig. 4. Drying shrinkage of binary mixtures.

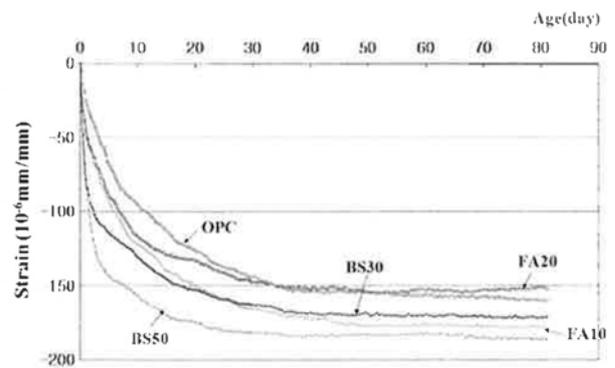


Fig. 6. Autogenous shrinkage of binary shrinkage.

3) Tunnel boring machines under squeezing conditions (pp.139~157)

押し出し性地山におけるトンネルボーリングマシン

Authors: M. Ramoni, G. Anagnostou

TBMの掘進性能は、硬岩地山における掘進速度の問題、多層地山、亀裂性地山における振動や方向制御の問題など様々な地山条件の影響を受けるが、押し出し性地山もまた掘進性能に影響を与える因子である。

本論文では、まず押し出し性地山におけるTBM掘進上の問題点について述べ、次にN²-チャートというシステム因子の相関性分析に用いられる手法により、地山条件、トンネル設備、支保の相関性分析を行った結果について述べる。また最後に押し出し性地山におけるトンネル掘進の際に適用される技術についてのレビューを行う。

相関性分析は、グリッパーつきTBMとセグメント方式TBM(いわゆるシールド工法)に分けて行った。Fig.2にはグリッパーつきTBMのN²-チャートを示す。

例えばいわゆるシールド工法ではマシン長が長くなるほどジャーミング発生リスクが大きくなるが、それは地盤条件だけの単一的な原因で生じるのではない。またグリッパーつきTBMについても低スラストや低掘進速度のリスクを持つが、これも地盤条件だけでなく、変位収束速度、支保規模などに左右されることになる。これらの結果は、上記の分析手法なしでは得ることができなかった。

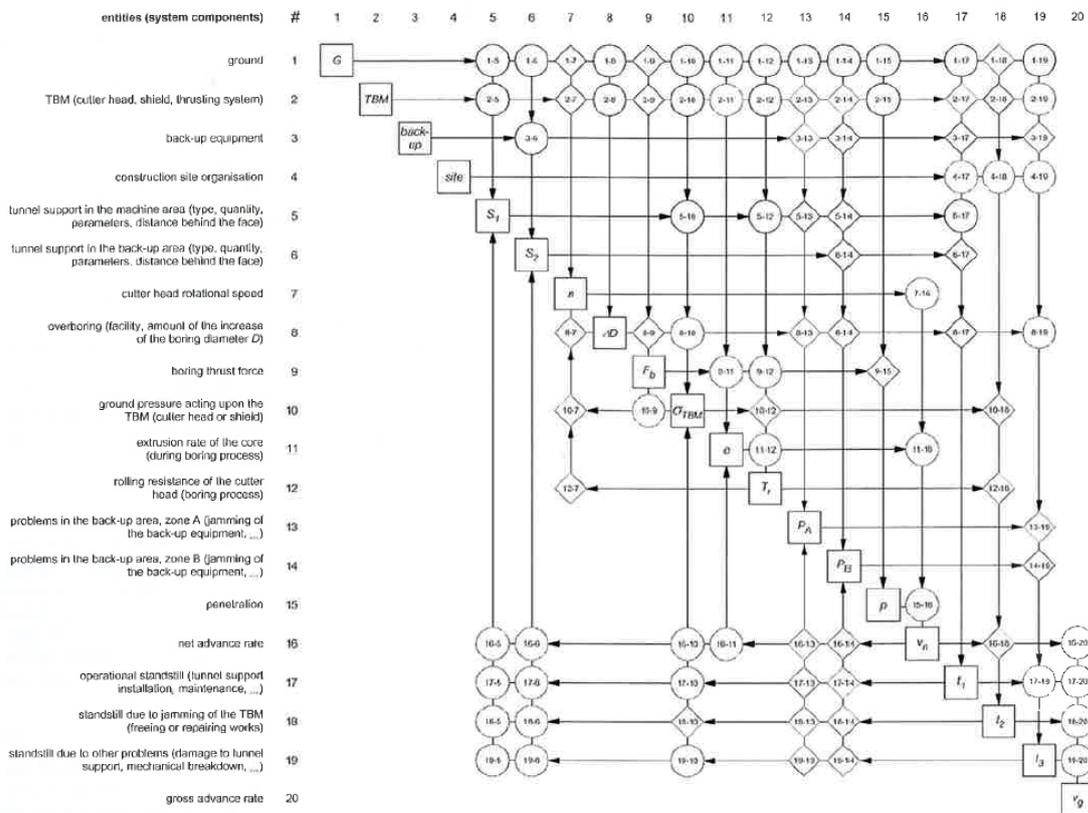


Fig. 2. N² chart for a gripper TBM drive through squeezing ground (see Fig. 1 for the mapping rules).

4) Comparative studies on the performance of a roadheader, impact hammer and drilling and blasting method in the excavation of metro station tunnels in Istanbul (pp.181~187)

イスタンブールの地下鉄駅施工におけるロードヘッダ、ジャイアントブレイカー、
発破掘削工法の比較検討

Authors: I. Ocak, N. Bilgin

近年、硬岩地山においても発破工法だけでなくロードヘッダやジャイアントブレイカーの利用が進んできている。ただし機械掘削を適用する場合は、掘進効率の事前予測が非常に重要となる。

本論文は、イスタンブールにおける地下鉄建設(Kadikoy - Kozyatagi - Kartal 間)のうち、Kadikoy - Kozyatagi 間におけるトンネル掘削方式の施工結果について比較を行ったものである。

地質は主にシルト岩、砂岩、頁岩、石灰岩などからなり、強風化を受けている個所もある。土被りは20~45m(Fig.2)。

本トンネルは2005年5月に2台のTBMにより掘進開始され現在も掘削中である。Fig.2においてArea-Aではロードヘッダが用いられ、Area-B,Cではジャイアントブレイカーが用いられた。各掘削工法の性能をまとめてFig.5に示す。

サイクルタイムにおけるロードヘッダの使用時間比率は28.2%、ジャイアントブレイカーは14.2%、発破掘削工法は15.4%(削孔・装薬、換気)、ずり出しに要する時間は、ロードヘッダ9.8%、ブレイカー13.3%、発破29.4%となった。

次に既存の掘削効率予測手法を用いて、本実績と比較した。その結果、既存の提案式は、岩盤の走向、傾斜によって補正されなければならないことが示された。

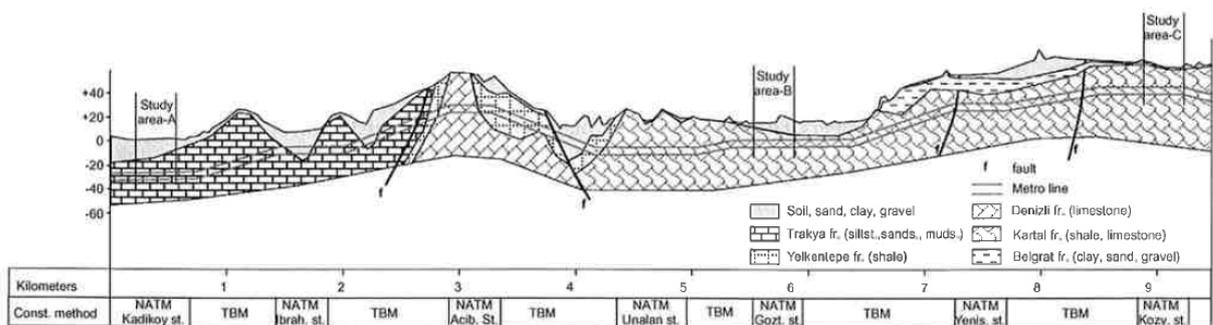


Fig. 2. Geological cross section of the Kadikoy-Kartal metro stage 1.

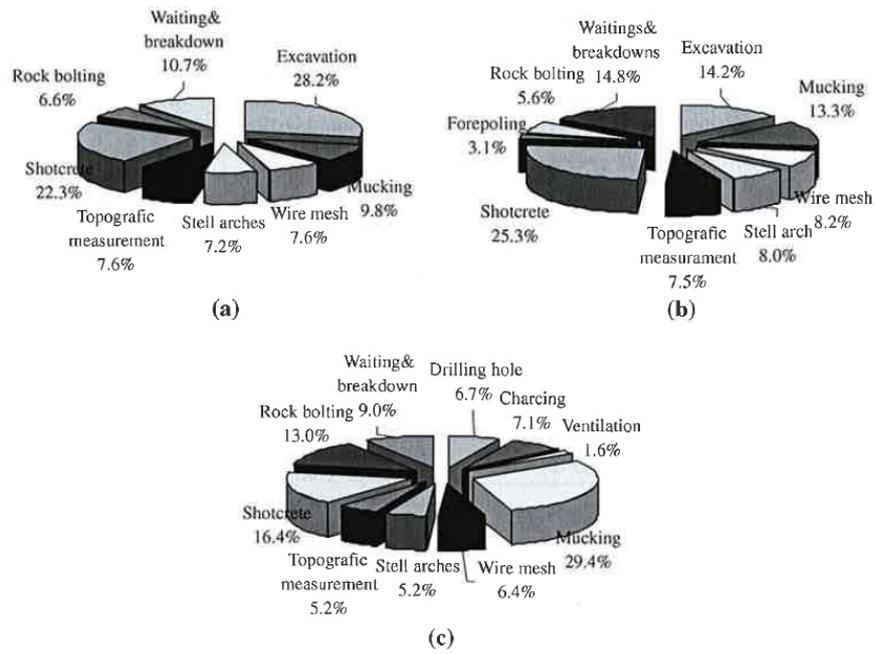


Fig. 5. Overall performance: (a) roadheader, (b) average of impact hammers, and (c) D&B.