

1) A methodology for studying the high wall displacement of large scale underground cavern complexes and it's applications (pp.651~664)

大規模地下空洞構造物の側壁変位に関する研究とその応用

Authors: W.S. Zhu, B.Sui, X.J.Li, S.C.Li, W.T.Wang

中国における3つの代表的な地下水力発電所について、空洞側壁の変位を指標として空洞の安定性を検証するために様々な数値解析が実施された。

一般的に空洞の挙動に影響を及ぼすファクターとして以下の要因が挙げられる。

- 1) 周辺岩盤の剛性、2) 不連続性の分布状態、3) 地下水、4) 土被り、5) 主応力の方向、大きさ、6) 空洞形状、寸法、7) 施工方法

この中で本研究では、岩盤の剛性、土被り、主応力状態などを主要因として取り上げている。

また解析手法としては、1) 3D-FLAC、2) 無次元解析手法(Non-dimensional analysis)が採用されている。

Longtan (Fig. 1), Ertan, Xiaolangdi の3つのプロジェクトについて、パラメータスタディを行い Fig. 4 に示すような形で、地盤剛性、土被り圧、側壁高さ、側壁水平変位の関係をまとめた。

これらを多項式曲線近似して係数を定めることにより、側壁水平変位を求めるための推定式を決定した。

さらにこの式を他のプロジェクトに適用することにより、その妥当性を検証した。

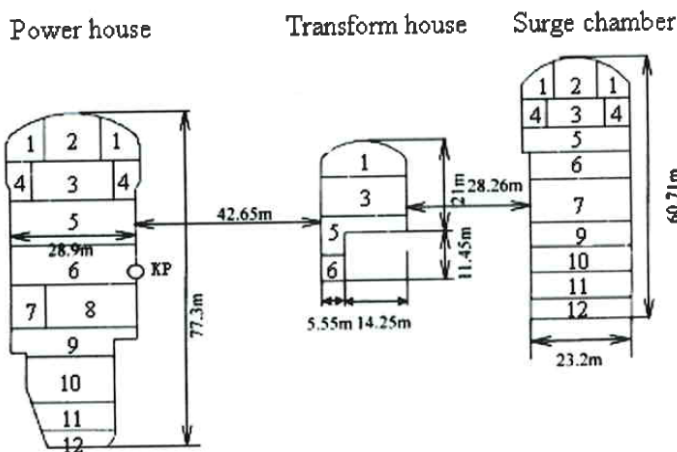


Fig. 1. Layout, dimension and spacing of three major openings for a typical project (Longtan).

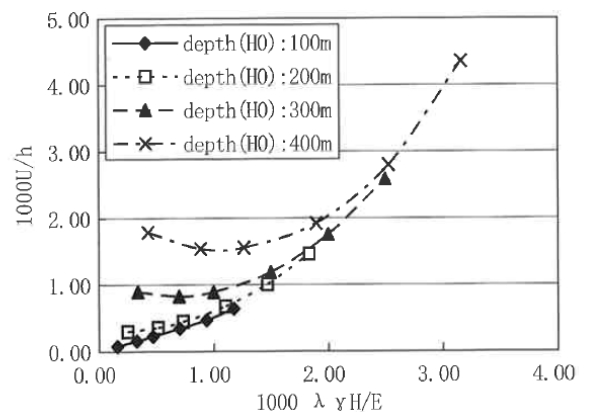


Fig. 4. Relation curves of relative displacements vs. lateral loads at key points on side walls for different overburden thicknesses (rock type I, $E = 10 \text{ GPa}$).

2) Control of surface settlements with umbrella arch method in second stage excavations of Istanbul Metro (pp.674~681)

イスタンブール地下鉄の第2ステージ掘削におけるアンブレラ工法(UAM)の適用による
地表面沈下コントロール

Author: Ibrahim ocak

イスタンブール地下鉄施工における地表面沈下抑制のためのアンブレラ工法(UAM)を適用し、その効果を検証した事例である。

イスタンブール地下鉄は、Phase1(Levent—Taksim 間) がすでに施工を完了し、2000年に開業している。現在 Phase2(Taksim—Yenikapi 間)、Phase3(Levent—Darussafaka 間)が施工中である。

本研究では、地表面沈下抑制のための UAM (Fig.6)を適用した断面と通常の NATM 工法により施工した断面の比較を行い、UAM の効果を検証している。

地質は砂岩、シルト、粘性土、頁岩などが層状に分布している。

まず土被り、トンネル径、地盤の弾性係数などから求められる地表面沈下の理論式(補助工法を考慮しない)によって各断面における地表面沈下を求め、実際に計測された地表面沈下と比較した。

その結果、補助工法のない通常の NATM 断面では、実測値に対する理論解の比率が 1.5 であったのに対して、UAM を適用した断面では比率が 5.0 となった。すなわち UAM の沈下抑制効果が実証されたことになる。

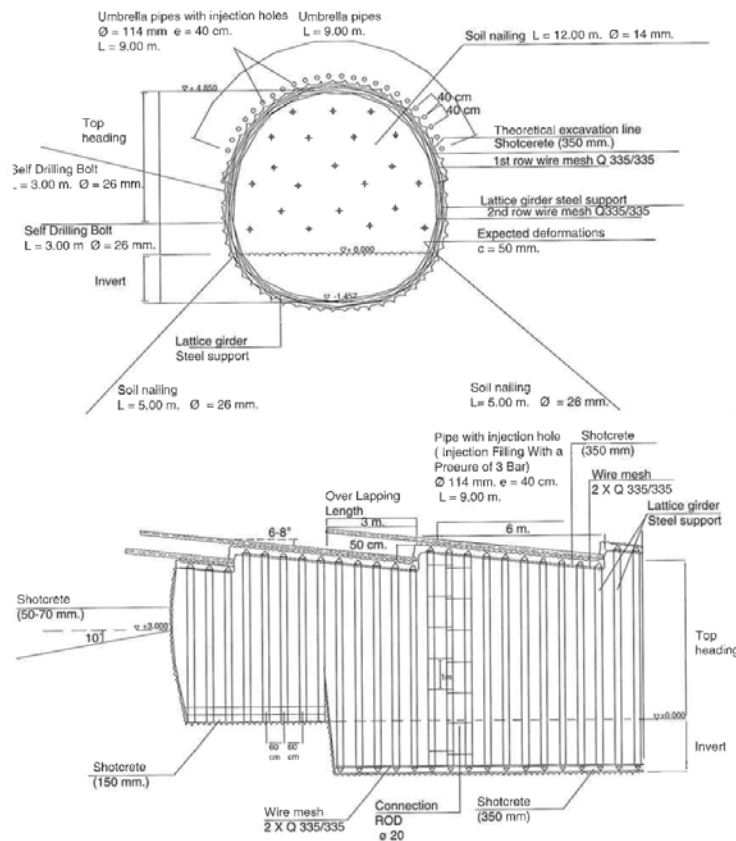


Fig. 6. Umbrella arch method, cross and longitudinal section.

3) Safe rapid drifting - Support selection (pp.682~699)

安全な急速横坑掘削 - 支保選定

Authors: F.T. Suorineni, P.K.kaiser, J.G. Henning

カナダの鉱山では採掘法としてブロックケービング法（※添付資料）がよく用いられる。しかしながらブロックケービング法は、生産コストが安価であるが、数キロに及ぶ横坑ネットワークを初期に構築しなければならないことから、この初期投資額を低減することが大きな課題となる。

しかしながら鉱山における横坑掘削速度は、土木などにおけるトンネル掘進速度が飛躍的に改善されているのに対して（Fig. 1）、それほど大きな進歩がみられない。その一因として、横坑掘削ではサイクルタイム上、支保建込み工が占める比率が大きなことがあげられる。

したがって横坑掘削速度を上げるためには、安全性を損なうことなく、より合理的な支保パターンを確立し、また効率的に支保を建込む方法が必要となる。

合理的な支保パターンを確立するためには、掘削前の地盤特性および掘削後の緩んだ地山の特性を把握することが重要となる。従来の岩盤分類手法である Q システムでは、掘削後にダメージを受けた地盤の評価ができないため、本研究では Q システムを改良した Q* システムを採用した。

また支保建込みサイクルを短縮する手段として、支保建込みを 2 段階に分け、仮支保（サイクルに組み込まれる）永久支保（サイクルから除外できる）として、永久支保は後工程で行う。その結果、全体サイクルの短縮が可能となった。

今後、他にも小型ジャンボの開発、非発破掘削工法の適用などによりさらにサイクルを短縮できる余地がある。

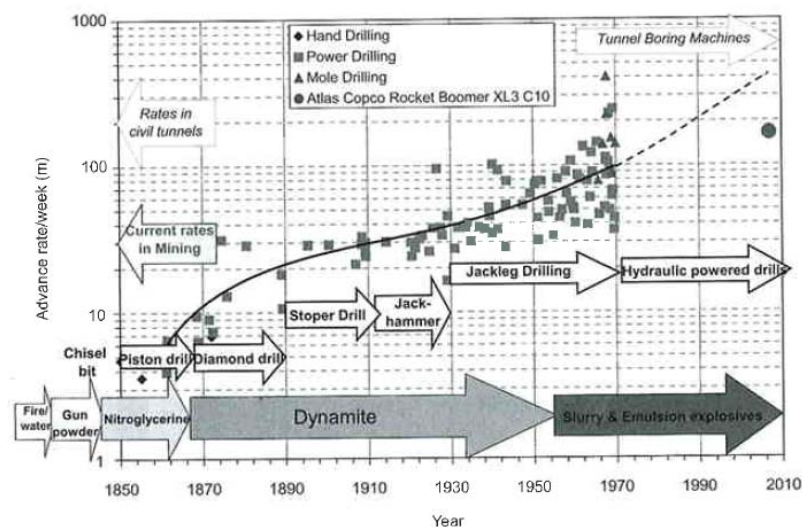


Fig. 1. Progress in advance rates in drill-and-blast tunneling with advances in drilling and explosive technologies: broken line is an extrapolation.

4) Renovation of brick interceptor sewers (pp.718~726)

ブロック造集合排水溝の修復

Authors: Cezary Madryas, Leszek Wysocki

本論文は、ポーランドにおいて 19 世紀から 20 世紀初めに構築されたブロック造集合排水溝の損傷状況、その原因および修復方法に関する報告である。

主な損傷状況は、1) ブロック間目地のモルタル分の洗い出し&劣化(Fig. 5)、2) 縦断ひび割れ、3) 横断ひび割れ、4) ブロックの緩み・抜け出し、5) 部分的損傷 などであり、その原因としては

1) 経年劣化、2) 車両荷重の増加に伴う設計以上の荷重の作用、3) 戦争時の損傷、4) 化学的作用、5) 集水量の増加、6) 地盤の不同沈下、7) 近接施工、8) 周辺での空洞の発生 などである。

このような状態に対する修復方針は以下のように考えられる。

- 1) 外的作用（地下水、土、下水）からの防護
- 2) シーリング
- 3) 構造補強
- 4) 管傾斜の修正
- 5) 周辺空洞の充填
- 6) 場合によっては取替

集合排水溝の修復は一般的には都会部の密集地帯で行われることを考えれば、非開削工法による修復が望ましい。

構造補強が必要でないのならば、劣化した表面をはつた上でのモルタル吹付けあるいはセラミックタイルの貼り付けなどが実施される。これらにより耐久性は向上する。ただし構造的な耐力の向上が必要であれば、PEHD(高密度ポリエチレン管)あるいは GRP (ガラス強化プラスチック)などが用いられる。特に GRP などは円形だけでなく矩形断面などの補強も可能である(Fig.11)。



Fig. 5. Damage to interceptor sewer J – damaged mortar and dislocated bricks.



Fig. 11. Tex Tec GRP modules for renovating rectangular sewer structures by Hobas System (Hobas).