

P10-

50 years of the STUVA-Future and Outlook

創立 50 年を経た STUVA の今後の展望

2010 年 6 月 Research Association for Underground Transportation Facilities (STUVA: ドイツ地下交通研究所)は創立 50 周年を迎えた。STUVA の歴史に関する様々な議論の中で、本稿では Dr. Rlond Leucker の STUVA の将来ありかたについて焦点を当てる。

本稿では以下の記述などがされている。

- ・ STUVA は創立当初から、トンネルの新しい工法・材料の適応を試みている。
 - (1) 繊維補強コンクリートを使用したセグメントを適用しており、初期費用の削減を目的にしておらず、ライフサイクルコストの削減を目的にしている。
 - (2) 土圧式シールドにおいては、掘削土の再利用や環境に良い添加材を使用しており、発破においては、環境に良い発破方法を適応している。
 - (3) 改良工事においては古い部分と新しい部分のジョイントが最重要問題になるが、このようなウィークポイントは古い部分と新しい部分をラップして施工している。
 - (4) 維持管理については施工中、補修中共に、自動モニタリングや調査を精度よく行うことで、維持管理の効率化を図っている。
- ・ STUVA はトンネル施工の安全性においては地山の安定を最も重要視している。また、火災に対するセグメントの防護・変位についても考慮している。
- ・ 施工費だけでなくライフサイクルコストの削減を目的とした試験、開発を行っている。
 - (1) 路盤と軌道の維持管理費を削減するための、強固なスラブ軌道の開発や低コストのバネ質量系を研究している。
 - (2) 施工の自動化、交通障害の最小化や将来を見据えた維持管理の開発を行っている。
- ・ エネルギーの効率化や環境保護においては、地熱を使用する研究や産廃物処理により発生する熱量を取り出す研究を行っている。

今後、STUVA は 50 年間で培った経験・技術を広く普及させる責任がある。また、その優れた専門知識を広め、仕様書、ガイドライン、提言書へ採用されることを目指す。

また、STUVA は地下交通施設に関する知識を、非営利団体として、またはコンサルティングを行う営利団体として、発展させていく予定である。



P21~

Laboratory Test with various conditioned Soils for Tunnelling with Earth Pressure Balance Shield Machines

土圧式シールドマシンと様々な土質状況の室内試験

土圧式シールドの適応範囲は細粒分含有率が少なくとも 30%以上ある土質である。特に粗粒土で、地下水圧が存在する場合、主に気泡などの補助工法が必要である。この気泡自体の論理的基礎を改善するために、Institute for Tunnelling and Construction Management において実際に製造した気泡を用いた試験が行われた。本稿は上記内容の 2010 年 10 月にロンドンで行われた第 4 回 BASFTBM 会議で紹介されたものである。

本稿では以下の記述などがされている。

- ・ A、B、C の異なった土の試料を使用して試験を行った。A は純粋な細砂であり、B と C は実際のトンネルの粒径分布の土である。B は、2 層の異なった土層である複雑なトンネル表面から採取し、約 25%の砂利を含有している。C は、約 60%の砂利を含有しており、破碎している堆積岩の材料である。
- ・ 気泡材作成設備は、流入量や周辺圧力などの現実的な境界条件のもとで気泡を作り出すことが可能である。
- ・ 試験では以下に示す気泡のパラメーターの調節が可能である。
 - ・ 室内試験と施工用の発泡装置
 - ・ 流入率(それぞれ 150L/min~650L/min、40L/min~100L/min)
 - ・ 注入圧
 - ・ 注入管の長さ
 - ・ 品質改良剤
 - ・ 界面活性剤の量
 - ・ 気泡膨張率
- ・ 気泡混合率を変化させて混合土を作成し、ワーカビリティを検討するためにスランプ試験を行った。スランプ試験の結果が 10cm~20cm であれば土圧式シールドに適応可能である。
- ・ 試料 A: 気泡混合率 45%~75%土圧式シールドで適応可能である。試料 B: 気泡混合率 20%~30%土圧式シールドで適応可能である。試料 C: 適当な結果を得ることができなかった。また、高比重スラリーを追加添加して再実験を行ったところ、空気量の変化やスランプの変化が見られた。

室内実験の結果では、土圧式シールドを施工するために土の粒度分布のガイドラインを用いることは有用である。しかしながら、正確な数値等は、実施工前に試験を行って決めなければならない。なぜなら、土の粒度分布だけの情報では不十分だからである。異なる条件の土でも、気泡混合率を変化させることや気泡のパラメーターの調節により、施工性(例、スランプ)に関しては全く同じ結果を得ることが出来る。

試料 C の土に高比重スラリーを用いる実験が物性の変化を示す様に、気泡のみを考慮するのではなく、ポリマーや高比重スラリーや更には、これら 3 つのコンビネーションも考慮しなければならない。将来の研究では、材料の相互関係にも焦点を当てなければならない。



5 Setzmaßeergebnisse des Bodens A mit FIR = 45 % (1), FIR = 70 % (2) und FIR = 75 % (3)
 5 Slump results of soil A with FIR = 45 % (1), FIR = 70 % (2) and FIR = 75 % (3)



6 Setzmaßeergebnisse des Bodens B mit FIR = 10 % (1), FIR = 20 % (2) und FIR = 30 % (3)
 6 Slump results of soil B with FIR = 10 % (1), FIR = 20 % (2) and FIR = 30 % (3)



7 Setzmaßeergebnisse des Bodens C mit FIR = 50 % (1), FIR = 70 % (2), FIR = 70 % und PIR = 0,2 % (3)
 7 Slump results of soil C with FIR = 50 % (1), FIR = 70 % (2), FIR = 70 % and PIR = 0,2 % (3)



8 Setzmaßeergebnisse des Bodens C mit HDLS = 0 % und FIR = 0 % (1), HDLS = 30 % und FIR = 0 % (2), HDLS = 30 % und FIR = 30 % (3)
 8 Slump results of soil C with HDLS = 0 % and FIR = 0 % (1), HDLS = 30 % and FIR = 0 % (2), HDLS = 30 % and FIR = 30 % (3)

P31~

Wet Shotcrete Performance - Laboratory Test Methods and influencing Factors in Practice

湿潤吹付コンクリートの性能：室内試験の方法と施工における影響要因

吹付コンクリートとトンネル工事は、切り離せない関係にある。湿潤吹付コンクリートの画期的な性能評価方法及び、コンクリート技術や環境による影響を述べている。吹付けコンクリートの性能は、セメントの改良を通じて無アルカリ促進剤の使用により影響されることも示されている。

本稿では以下の記述などがされている。

- ・ 湿潤吹付コンクリートの硬化は、今日、無アルカリ促進剤を用いて行われている。これは、衛生面と安全面で大きな優位性があるためである。
- ・ 促進剤の効果は、アルカリを含む促進剤と根本的に異なり、明白にセメントに左右されている。
- ・ 現場での吹付コンクリートの試験は費用がかかることから、Heideberg セメントの開発した試験方法により、促進剤の効果をペーストで再現している。また、促進剤による強度発現は、室内試験で評価している。
- ・ 硬化の促進効果は、フレッシュコンクリートの温度に無関係である。一方、無アルカリ促進剤の必要性は、セメント量の低下に伴う水セメント比の増加により大きくなっている。さらに調査結果では、周囲の気温が強度にかなりの影響がある。



1 Düse mit Druckluft und Beschleuniger-Zugabe

1 Nozzle with compressed air and addition of accelerator

P42 ~

Non-destructive Determining of the Thickness of Tunnel Inner Shells : Finding

非破壊検査によるトンネルの覆工コンクリート厚さの測定の成果

トンネルの覆工コンクリート厚さを非破壊検査で測定したことにより得られた結果をまとめた。本稿は、巻き厚が不足した覆工コンクリートについて考察している。

本稿では以下の記述などがされている。

- ・ コンクリート打設の方向が覆工コンクリートの欠陥に大きな影響を与えている。
- ・ 幾つかのトンネルでは、クラウン部の鉄筋がコンクリートで覆われていない例がある。このことにより最悪の結果、シーリングが損傷し、漏水につながる。それ故、クラウン部分へコンクリートを打設し、鉄筋を覆うことが重要である。
- ・ 過去の非破壊試験では、充填が確認できないトンネルがあった。これに関して、調査が行われた。その結果、巻き厚不足は施工不良が原因であった。
- ・ 施工不良を改善するには、コンクリート打設時に記録を取り、厚みを確認することが重要である。そうすることで、複雑で時間がかかる欠陥の修理を回避することが可能である。



1 Freiliegende Bewehrung im Firstbereich einer Tunnelinnenschale

1 Exposed reinforcement in the roof zone of a tunnel inner shell

P49 ~

Safety in Road Tunnels

道路トンネルの安全性

ヨーロッパのトンネルは、毎年 ADAC Tunnel Test の基準で安全評価が行われている。その結果、ヨーロッパの多くのトンネルの安全に関する詳細なデータベースが作成された。最近、今年の評価結果が公表された。

本稿では以下の記述などがされている。

- ・ 安全評価の項目を挙げる。()内の数値は 1 項目における評価の重み付けである。
 - (1) トンネルシステム(14%)
 - (2) 照明とエネルギー供給(7%)
 - (3) 交通量とそのモニタリング(17%)
 - (4) 緊急時の連絡設備(11%)
 - (5) 緊急時のルート(14%)
 - (6) 火災に対する防護(18%)
 - (7) 換気装置 (11%)
 - (8) 緊急時のマネージメント(8%)
- ・ 今年の評価で明らかになった良い傾向は、トンネルの運営会社が上記に挙げた項目の安全基準を改善していることである。
- ・ 新しいトンネルや修復したトンネルは、必ず高得点を得ているが、古いトンネルや修復が必要なトンネルは低い点数を得ている。つまり、継続的に補修を行う必要がある。

2014 年までにトンネルを再生するというガイドラインに従って、常にトンネルの修復を続けなければならない。

ドイツでは、232 本のトンネルで約 810 百万ユーロを費やしトンネルの近代化と安全向上を目指している。なお、オーストリアとフランスにおいて修復後のトンネルは安全評価の結果が良好であり、この修復計画も成功するものと考えられる。