

導水路トンネルにおける補修機械の開発

前田建設工業（株） 正会員 ○春田 克樹 森田 篤 浅井 秀明 水谷 和彦
 （株）南組 南 修 南 真樹 西谷内 龍司

1. はじめに

近年、再生可能エネルギーの普及拡大を目的とした水力発電設備のリニューアルを伴う、導水路トンネルの更新工事が多数計画されている。この工事は、大型機械の適用が難しいため人力作業の割合が多く、工事規模に対して生産性が著しく劣る。また、熟練技術者の減少に伴う人員不足や、作業用足場上の狭隘な空間での苦汁作業（写真-1）が多いことが課題である。

このような背景より、筆者らは導水路トンネル更新工事における労働投入量低減を目的として、小断面トンネル内面補強工を対象とした、ポリマーセメント系モルタルの吹付けおよび均し作業の施工機械を開発した。



写真-1 導水路トンネル作業状況

2. 自動吹付け機

自動吹付け機（写真-2）は、トンネルのアーチ形状に合わせて加工されたレール上を移動する機構（以下、横行機構）と、トンネル壁面に対して左右に移動する機構（以下、往復機構）の組み合わせにより、トンネル壁面に所定の厚さで均一に材料を吹き付けることを可能にする。また、往復機構の速度制御により任意の吹付け厚さを確保することが可能である。

3. 自動均し機

自動均し機（写真-3）は、横行機構に取り付けた左右に微動するブレードにより、吹付け面を均す機械である。タンピングの代わりに微動するブレードにてセメントペースト分を浮き上がらせ、表面を均一に均し、余剰分のセメントペースト分を削ぎ落しながら壁面を平滑に仕上げることが可能である。



写真-2 導水路トンネル自動吹付け機



写真-3 導水路トンネル自動均し機

4. 実証試験

自動吹付け機、自動均し機の動作および仕上がり厚の精度を確認するため、屋内ヤードに設けた導水路を模擬したトンネル空間にて実証試験を実施した。

キーワード 導水路トンネル, 自動吹付け, 自動均し, 省人化,

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-2 前田建設工業(株) TEL03-5276-5551

自動吹付け機の試験は、トンネルの側壁脚部より1m上がり～天端（センターライン）までの半断面を、一次吹き（6mm）、二次吹き（6mm）の計2回（12mm）に分けて吹き付け（写真-4）をしたのち、吹付け箇所を自動均し機で仕上げる試験（写真-5）を実施した。また、仕上がり厚さの精度確認に際して、実際の施工環境を再現するため、トンネルを模擬した壁面にFRP格子筋を配置し、一次吹付け後（写真-6）、二次吹付け後（写真-7）、均し仕上げ後（写真-8）それぞれの巻厚確認を実施した。



写真-4 自動吹付け機実証試験



写真-5 自動均し機実証試験



写真-6 一次吹付け厚確認 (上)



写真-7 二次吹付け厚確認 (下)



写真-8 均し仕上げ後巻厚確認

5. 試験結果

実証試験の結果、6mmに設定した一次および二次吹付けにおいて、それぞれ一次吹付け約8mm、二次吹付け約15mmを確保できていることを確認した。また、自動均し機においては、設定した12mmの目標巻厚に対して約12mm確保できていることに加え、壁面のアーチ形状に合わせた均一な仕上げが可能であることを確認した。

開発した施工機械の導入により、従来であれば6人/班必要であったポリマーセメント系モルタルの吹付けおよび、均し作業が4人/班での施工が可能となり、約33%の労働投入量低減が期待される。

6. おわりに

今回の自動吹付け機実証試験では、設定した吹付け厚で均一に吹付けができることを確認した。また、自動均し機については、木ゴテでの均しと同程度の仕上がりを確認した。今後はこれら自動の吹付け、均し技術の早期確立を目指すとともに、導水路トンネル更新工事の他工種においても機械施工による省人化を図ることで、更なる労働投入量低減と苦汁作業の削減に役立てたいと考えている。