

部 会 報 告

トンネル拡幅・補修用機械の現状

機械部会トンネル機械技術委員会廃棄物処理分科会

1. はじめに

機械部会トンネル機械施工技術委員会の廃棄物処理分科会では、部会の基本方針に沿って、トンネル拡幅・補修用機械の現状を把握する目的から、協会会員に拡幅・補修の技術提供をお願いして、現状を調査してきた。

本報告書は、これらの提供された技術をもとに、整理、分析して取りまとめたものである。

(1) 目 的

近年の運行車両の大型化、既設トンネル覆工の剥落などを受けて、当委員会では拡幅と補修に関する動向調査を実施した。これにより、トンネルの拡幅、補修（リニューアル）技術の実態とその機械化の動向を把握することを目的とした。

2. 調査方法および内容

調査にあたっては、当協会に所属する会員各社よりトンネルの拡幅、補修に関する保有技術、施工機械などのパンフレット、技術資料、公開資料の提供による。

- ・調査時期：平成 13 年 10 月
- ・調査先：協会会員会社 51 社
- ・調査対象：診断、拡幅、補修・補強技術
- ・調査方法：上記、対象技術に対する資料請求

3. 調査結果

(1) トンネルのリニューアル技術

トンネルのリニューアル技術を、その使用目的から、図-1 に示すとおり大別して、その動向を分析することとした。今回の調査に対する回収状況としては、会員各社の協力の下、53% の回答率であった。その多くは、調査内容の関係のためか、ゼネコンからの回答が大半を占め、メーカーからのものは少なかった。

その内容を、図-1 に示す技術区分により分類すると、表-1、図-2 に示すような結果である。

今回の調査結果から、トンネルのリニューアル技術と

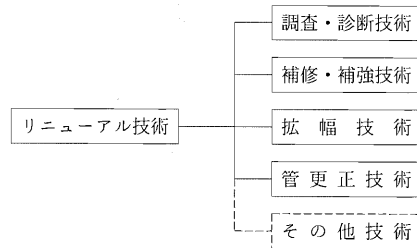


図-1 リニューアル技術の分類

表-1 リニューアル技術

技術区分	件 数
診断・調査技術	14 件
拡 幅 技 術	17 件
補修・補強技術	30 件

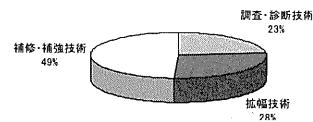


図-2 リニューアル技術の区分

しては補修・補強技術が約半数を占め、各社が補修・補強技術にリニューアル化戦略の中心を置いているのが判る。以下、個々の技術別によるその動向を探る。

(2) 調査・診断技術

調査・診断技術を、その使用目的により図-3 のように分類した。

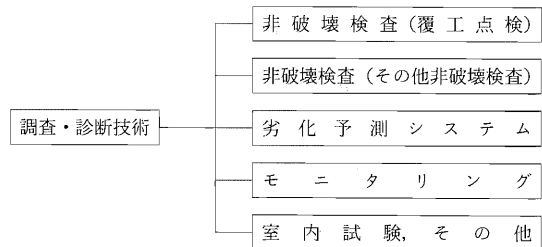
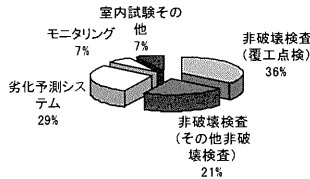


図-3 調査・診断技術の分類

次に、この結果を表-2、図-4 に示す。
この技術は、光学的な専門技術によって構成される調

表—2 調査・診断技術

技術区分	件数
非破壊検査（覆工点検）	5件
非破壊検査（その他）	3件
劣化予測システム	4件
モニタリング	1件
室内試験	1件

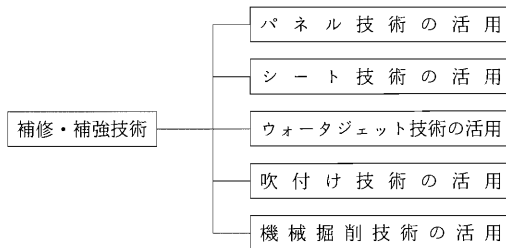


図—4 調査・診断技術の実態

査手段が技術として用いられている場合が多いので、専門メーカーによって開発された単体の固有技術を組合わせて、一連のシステムを構築しているものがほとんどである。図—4の結果からも判るように、既設トンネルの覆工面を非破壊で検査するものが、首位を占めているが、調査、その結果を診断する技術は完全に完成されていない現状にある。また、30%近くは、劣化の進行状態を判定するような技術開発が行われている。本技術の機械化の現状は、技術によっては完全にシステム化が成され専用車によって、調査可能としているものがあるが、要素技術だけに留まっているものもあり、今後さらなる技術開発が展開されると考える（詳細資料省略）。

（3）補修・補強技術

補修・補強技術は活用技術により図—5に示すように分類した。



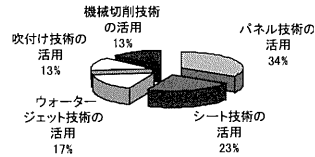
図—5 補修・補強技術の分類

次に、この結果を表—3および図—6に示す。

補修・補強技術では、パネル技術とシート技術によるものが、その主流を占めている。パネル技術については、一般機械の組合せにより対応している現状である。パネル取付けにあたって、専用機を開発しているものも一部見受けられる。シート技術については、各社、その使用目的に合わせた形態で新素材を活用し、大半は一般機械の組合せにより対応している。また、人力によるところも大きいのが現状である。

表—3 補修・補強技術

技術区分	件数
パネル技術の活用	10件
シート技術の活用	7件
ウォータージェット技術の活用	5件
吹付け技術の活用	4件
機械掘削技術の活用	4件



図—6 補修・補強技術の現状

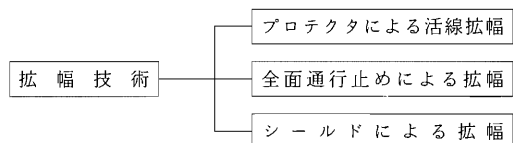
次に、補修の前段階で用いる切削・切断技術としては、ウォータージェット、機械切削のものがある。ここで、ウォータージェット技術については、各社、目的に合わせてノズル形状を改良し、一般機械との組合せにより対応しているのが現状である。一方、機械切削技術については、用途目的に合わせる形態で専用機を開発・システム化し、運用している実例もある。

最後に、吹付け技術については、吹付け機械を部分的に改良して活用しているものが多く、基本的には一般機械の組合せによって対応している（詳細資料省略）。

（4）拡幅技術

拡幅技術については、工法、技術、手段等によって構成されているため、技術全体を統一的に分類するためには種々の分類法があるが、今回の調査においては、車両の運行を阻害しないで行われる活線拡幅か否かを主眼に分類し、図—7に示すとおりとした。

拡幅の現状は、その主流はプロテクタも使用した活線拡幅が大半を占め、プロテクタの中には、既設交通に影響を与えないように隔壁を設けたもの、あるいは、昇降機構を設けたものもある。拡幅そのものは、従来技術によるため、発破掘削あるいは機械掘削と一般機械を地山に合わせ、組合せ使用している現状である（詳細資料省略）。



図—7 拡幅技術の分類

表—4 拡幅技術

技術区分	件数
プロテクタによる活線拡幅	9件
全面通行止めによる拡幅	4件
シールドによる拡幅	4件

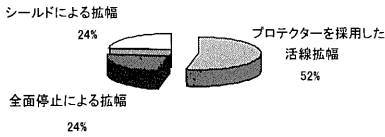


図-8 拡幅技術の現状

(5) 管更正技術

今回、トンネルのリニューアル技術として調査したが、都市トンネル、特に下水道関連のリニューアル技術である管更正技術が調査結果では現れなかったため、別途、公開されている資料に基づき、追跡調査を実施し独自に取りまとめた。

管更正技術については、今回の調査内容としては、最もシステム化が進んでいる分野である。その大半のものが、地上部より遠隔操作により無人化施工できるような専用機が開発されている。また、車載型としてシステム化されている特徴がある。

更正技術は、長い袋状のものを既設管渠に反転注入して硬化させ更正する反転工法と内巻きなどにより樹脂製の管を既設管の内側に形成する形成工法が主流である。これらの技術は、部分補修としても活用され、さらには、取付け管部分にも活用されている。

この分野は、システム化および施工事例も最も進んで

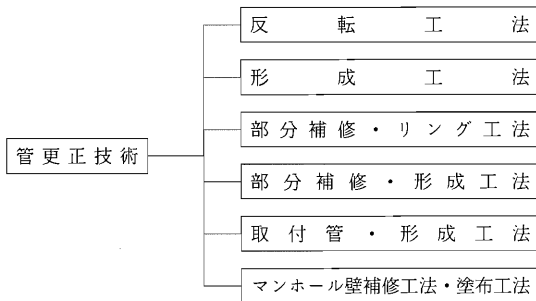


図-9 管更正技術の分類

表-5 管更正技術

技術区分	件数
反転工法	4件
形成工法	3件
部分補修・リング工法	1件
部分補修・形成工法	4件
取付け管・形成工法	5件
マンホール壁補修工法・塗布工法	2件

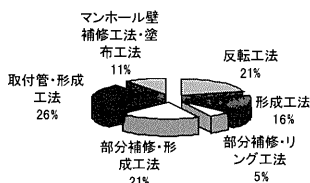


図-10 管更正技術の現状

いる領域である（詳細資料省略）。

4. まとめ

山岳トンネルを中心とするリニューアル技術については、その実態を把握する調査・診断技術分野では、既設覆工を非破壊で検査する技術が主流となっている。既に、一連の検査機器を車載し、自走しながら連続的に計測し判定するシステムもあり、実績をあげている。

次に、補修・補強技術については、近年の覆工の剥落事故を受ける形で、ゼネコン各社が独自性を打ち出しながら、現在、もっとも取組みが進められている分野である。しかし、その施工規模の割には、一般機械の組合せにより対処しており、人手を介する作業も多く、専用機の開発はいま一步なされていない。今後の、インフラストラクチャ整備は維持管理技術に移行する中で、システム化が推し進められるものと考えられる。

一方、既設トンネルを拡幅して、その輸送量の拡大を図る拡幅技術については、運用中の道路トンネルを対象としたものが多く、既設交通に影響を与える事なく、同時併行作業で拡幅を行う活線拡幅が主流となっている。このため、既設交通空間を確保するためプロテクターを用いる事例が大半を占めている。そして、拡幅そのものは、既存のトンネル技術を用いるため、トンネル機械の組合せで対応している現状である。

更に、トンネルのリニューアル化に関する実態調査では、機械化あるいはシステム化の側面からは、下水道分野にて実施されている管更正技術が最も進化している。

以上、今回の調査では、実施例を含めた形態での調査であり、ゼネコン各社からの資料提供がほとんどであった。しかしながら、全体的な動向としては、補修・補強に関するものが約半数を占め、今後、機械化に向けて大きく動いて行くものと思われる。

最後に、今回の調査にあたり、業務多忙な中、ご協力頂きました会員各社に、誌面をお借りしてお礼申し上げ、動向調査報告といたします。

JICMA

トンネル機械技術委員会廃棄物処理分科会
(トンネル拡幅・補修用機械調査グループ)

- 森田 芳樹 (株)奥村組東京支社機械部 (分科会長)
- 斉藤 雅春 鉄建建設(株)技術研究所 (グループリーダー)
- 結城 邦之 (株)荏原製作所風水力営業第一部
- 波多腰 明 三菱重工業(株)神戸造船所建設機械部
- 鈴木 悦雄 三井造船(株)産業機械営業部
- 大西 常康 (株)竹中土木工事本部機材部

詳細問合せ先：本調査報告書の全文入手を希望される方は、当協会宛ご連絡下さい。

Tel. 03(3433)1501 ; Fax. 03(3432)0289.