

# 48. スパイキーハンマー付きコンクリートはつり機の開発

(株)間組：\*関 俊一郎，芳賀 佳之

## 1. はじめに

近年、コンクリートの劣化に伴い、下水道施設の老朽化が進んでいるという現状がある。

神戸市高松汚水幹線防食塗装改修工事は、硫酸の影響により下水道の劣化したコンクリートを除去し防菌モルタルを吹き付ける全国初の補修工事である。

工事は、延長 1,200m、仕上がり内径 $\phi$ 3,000mm の大規模補修工事であり、コンクリート劣化部は、数 $\sim$ 20mm 程度であるが、50 年の耐久性を確保するためには計算上 20mm の防菌剤吹付け厚が必要となった。したがって、トンネル断面積を変更しないために、劣化した管きょアーチ部のはつり除去厚も 20mm に設定した。このため、劣化部以外は  $40\text{N}/\text{mm}^2$  を越える硬いコンクリートとなり、これを効果的にはつることがこの工事の最大の課題となった。

また、補修工期は実質 2 ヶ月程度の厳しい条件となった。

人力によるはつりは、コンクリートの硬さから工程確保が困難であり、また、従来技術であるウォータージェット工法は、施工精度の問題、および長距離、円形断面における設備上の課題があった。

以上のことから、施工精度と工程の確保を満足するため、新たにスパイキーハンマー付きコンクリートはつり機を開発し、現場に適用した。

本報では、初めて下水道工事に適用したスパイキーハンマー付きコンクリートはつり機の概要および施工実績について以下に報告する。

## 2. 工事概要

- ・ 工事名称：高松汚水幹線防食塗装改修工事
- ・ 工事場所：神戸市長田区南駒栄町  
～東尻池 9 丁目
- ・ 工 期：平成 11 年 11 月 27 日  
～平成 12 年 3 月 31 日
- ・ 発注者：神戸市
- ・ 工事内容：防食塗装補修 L=1,200m  
トンネル内径  $\phi=3.0\text{m}$   
劣化除去工  $7,871\text{m}^2$   
モルタル吹付け工  $7,871\text{m}^2$



写真-1 はつり除去施工状況

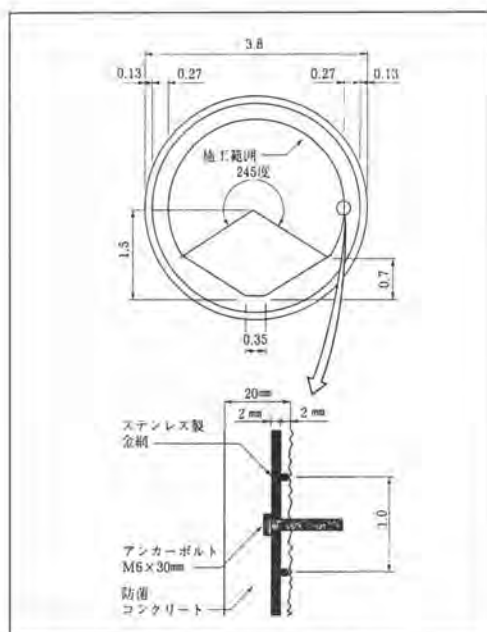


図-1 補修する下水道断面図

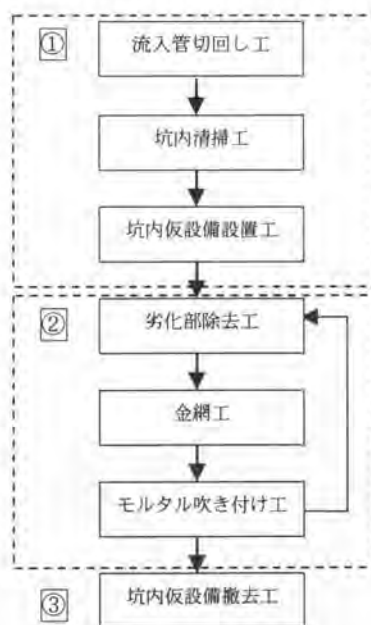


図-2 施工手順

### 3. 施工方法

補修する下水道断面を図-1、工事の施工手順を図-2に示す。

図-1より、施工範囲は硫酸の影響を受けた管きよの天端から側面の245度の範囲である。

施工方法は、厚さ20mmを除去した後、金網を設置し、20mmの防菌モルタル吹き付けを行う。したがって、はつり厚が吹き付け量に影響するため、はつり厚の精度管理が重要である。

施工手順は、坑内清掃工とほぼ同時に仮設備設置工として、レール、枕木の軌条設備を敷設した後、劣化部除去工、金網工、防菌モルタル吹き付け工を実施する。

はつり工からモルタル吹き付けまでの工程は約2ヶ月足らずという厳しいものであり、とくに最大のネックとなるのは、はつり除去の工程であった。

そこで、工事工程を確保するため、はつり機を2台使用し、コンクリート除去箇所に追従して、金網工、モルタル吹き付け工を施工する並行作業とした。

### 4. はつり機械の概要

はつり機は、図-3に示すように空圧式の打撃によってコンクリートを砕くスパイクハンマーをレール台車に搭載し、管きよアーチ部に沿ってガイドレールを中心に旋回する機構と、トンネル進行方向の前後2mをスライドする機構を組み合わせたものである。

はつり機の先端には、スパイクハンマーと呼ぶ直径65mmのビットが6本付いており、圧縮空気ビットを上下動させることで劣化したコンクリートを砕いていく。切削方法は、スパイクハンマー

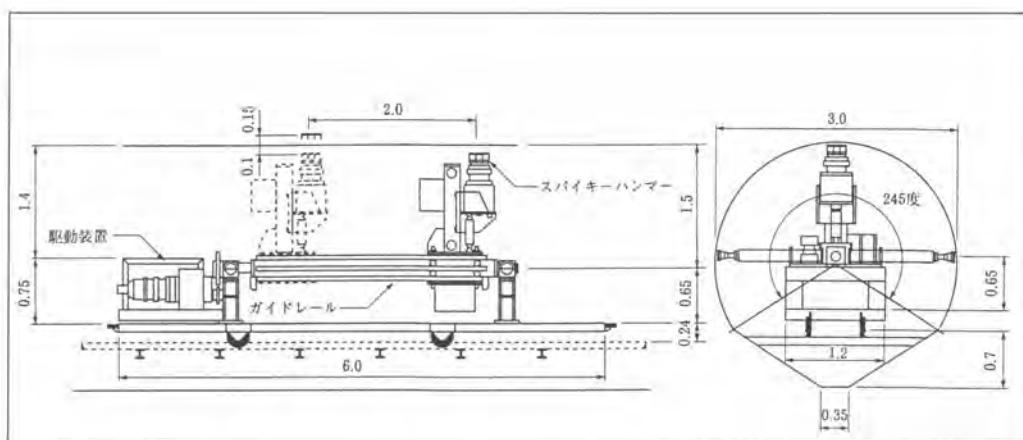


図-3 スパイキーハンマー付きコンクリートはつり機

本体部がトンネル進行方向を一定速度でスライドする。はつり機の1スパンは2mであり、スパイキーハンマーのチゼル束径 $\phi 230\text{mm}$ を1列とし、1スパンあたりは32列となる。また、列の移動は旋回機構によるものである。

表-1にスパイキーハンマー本体の仕様、写真-2に本体部を示す。

このスパイキーハンマーはバックホウ先端に取り付けて建築工事で使用されていたものである。

打撃圧は、高く設定すると劣化部分だけでなく、背後のコンクリートにまでクラックが入ってしまうため $0.49\text{MPa}$ に設定した。

はつり機の特徴を以下に示す。

①空気圧と送り速度を変化させることで、はつりを調整する。今回の施工の場合、1回のスライドで削る厚さを $5\text{mm}$ に設定し、管きょ本体に影響を与えないと同時に小刻みに削ることで施工精度を向上できるものとした。

②均一な仕上げ面を確保でき凹凸も少ないため、はつり施工後のモルタル吹き付け量を減少できる。

③トンネル延長に関係なく施工でき、円形断面での適用が可能である。

④オペレータ1名で運転可能であり、人力作業と比較し苦渋作業の低減、省力化を図れる。

表-1 スパイキーハンマー本体仕様

項目	仕様
ハンマー重量	285(kg)
打撃数	1,600(blow/min)
空気消費量	7.0( $\text{m}^3/\text{min}$ )
使用空気圧力	0.49(MPa)
チゼル径×本数	70 $\phi$ ×6本
チゼル束径	$\phi 230(\text{mm})$



写真-2 スパイキーハンマー本体部

## 5. 施工実績

表-2にはつり機2台当りの施工実績、図-4に1スパン当りのサイクルタイムを示す。目標とした日当り施工量には若干及ばなかったが、ほぼ目標値に近い100m<sup>2</sup>/台日の実績が得られた。人力によると、実働8時間で4m<sup>2</sup>/人日が限界とされていることから、省力化、省人化の成果は十分得られた。

図-4のサイクルタイムから、最も時間を費やしているのは切削時間であり、1列の切削に約5分、1スパン当り160分という切削時間が進行を妨げていることがわかる。この原因としては、コンクリート劣化状況が当初の想定より良好であり、そのコンクリート強度は40N/mm<sup>2</sup>を越えていたことから、切削速度（スライド送り速度）を小さく設定せざるを得なかったためである。

また、はつり厚の精度に関しては、凹凸が±5mm以内の結果となった。これは、写真-3に示すように、はつり面の状況からチゼルの跡が縞状に発生したためである。

以上の実績から今後の課題を以下に示す。

- ①一部（スライド機構）は自動化されているが、基本的には手動操作であることからオペレータによって進捗、施工精度にバラツキがある。
- ②硬いコンクリートを24時間稼働ではつるという過酷な条件下により、今回は延長500m程度が機械の限界であったことから、耐久性の向上が必要である。
- ③はつり面の均一化（打撃プラス回転機能の検討）
- ④切削ずり処理設備の検討が必要である。



写真-3 はつり面の状況

実切削量	5.12m <sup>2</sup> /H
日当り施工量 (目標値)	33.3m <sup>2</sup> /日
	213m <sup>2</sup> /日
日当り施工量 (実績値)	30.0m <sup>2</sup> /日
	188m <sup>2</sup> /日

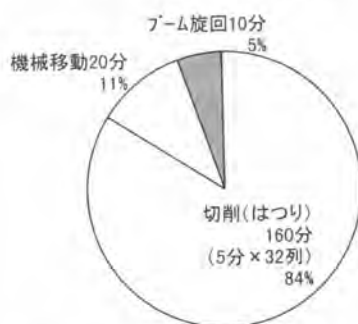


図-4 1スパン当りのサイクルタイム(実績)

## 6. おわりに

今回開発したはつり機の現場適用の実績から、長距離トンネルおよび円形断面におけるはつり施工能力の有効性について実証できた。今後は、施工能力の向上と、上記で抽出した課題点の克服、そして、一般的なφ2.0m級の下水道に適用できるものに改良する必要がある。

今後の市場として、下水道管きよ補修技術については注目されることと同時に、補修工事は増加するものと予想されている。よって、今回の施工実績を活かし、さらなる技術のステップに繋げていきたい。

最後に、この機械の開発にあたり、ご支援、ご指導頂いた多くの方々に厚く御礼申し上げます。