

トンネル覆工天端における締固め方法の違いによる品質検証 ～圧縮強度の比較検証～

前田建設工業株式会社 正会員 ○渡邊 泰行 正会員 前田 啓太
正会員 福原 康顕 原 秀利
九州大学大学院 正会員 佐川 康貴

1. はじめに

山岳トンネル覆工コンクリートの品質及び長期耐久性の向上を目的とした「覆工マルチ工法（図-1）」は、コンクリートの打設、締固め、養生までの一連の作業工程をシステム化した工法であり、多くの施工実績を積み重ねている。

覆工の天端部は狭隘な閉鎖空間での打設となるため、従来から締固め不足が懸念されていた。本稿では、覆工天端部の十分な締固めのために開発された「高品質トンネル覆工天端部締固めシステム」及び「マゴノテ工法」の品質を検証するために行った各種試験のうち、強度性状について報告する。

2. 覆工天端部の締固め方法の概要

(1) 従来工法

施工済みブロック側（ラップ側）の打設口から順次コンクリートを打ち込み、打設窓を利用して可能な範囲での人力による締固めを行い、目視で充填状況の確認を行う。狭隘で閉鎖された空間に奥からコンクリートを押し流してくることから、締固め不足や背面空洞が発生する恐れがある。

(2) 覆工マルチ工法

①高品質トンネル覆工天端部締固めシステム（以下、引抜）

上記従来工法に加えて、充填圧をかけて打込みを完了した後に、コンクリート打設前に設置したパイプレータを引き抜きながら締固める工法である（図-2）。これにより、天端部の締固めを確実に行うことができる。

②マゴノテ工法（以下、マゴノテ）

ブロック両ラップ区間等の引抜での締固めが困難な箇所を補完するために開発された工法である（図-3）。

充填圧をかけて打込みを完了した後、セントル天端の打設窓に設けたパイプレータ挿入口（φ100mm）から棒状パイプレータを挿入し、周囲約2mの範囲のコンクリートを締め固める工法であり（写真-1）、パイプレータ挿入口を設ければどこでも実施できる。

3. 試験概要

(1) 模擬供試体の作製

「引抜」と「マゴノテ」による締固め効果を検証するために、比

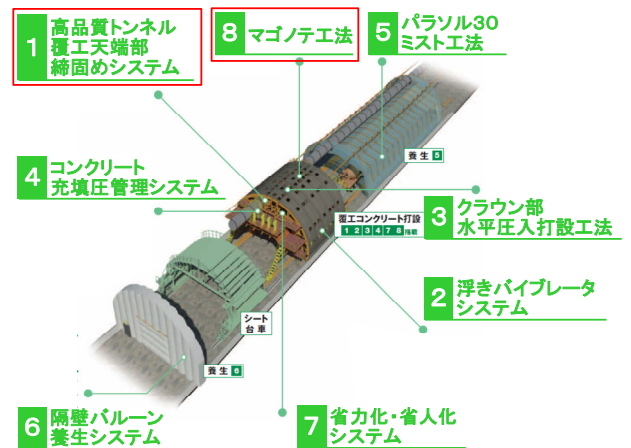


図-1 覆工マルチ工法の概要

引抜きパイプレータ

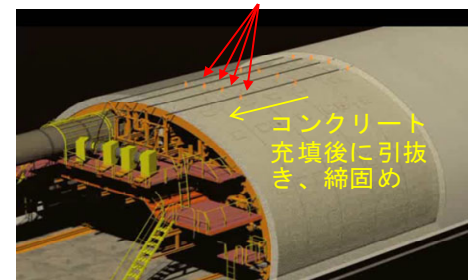


図-2 天端部締固めシステム

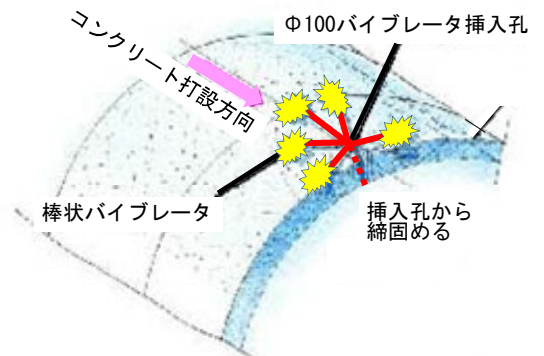


図-3 マゴノテ工法による締固めイメージ



写真-1 マゴノテ工法実施状況

キーワード トンネル覆工コンクリート、覆工マルチ工法、高品質覆工天端締固めシステム、マゴノテ工法
連絡先 〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東 2-14-1 前田建設工業（株）九州支店 TEL 092-451-1549

較対象として、従来工法を想定したバイブレータによる締固めを行わないパターン（以下、バイブなし）を加え、覆工天端部を模した模擬供試体を締固め方法の違いにより 3 体作製した。模擬供試体の寸法は、図-4 に示す実施工からの切り取りイメージより 2400mm×2000mm×350mm とした。写真-2 に模擬供試体作成時の型枠組立状況を示す。コンクリートの配合は、一般的な覆工と同じ 21-15-20BB とし、打設後 1 週間は養生マットによる湿潤養生を行った。後述する試験用のコア試験体は、模擬供試体から材齢 8 日で採取し、材齢 28 日まで施工中のトンネル坑内で暴露養生した。

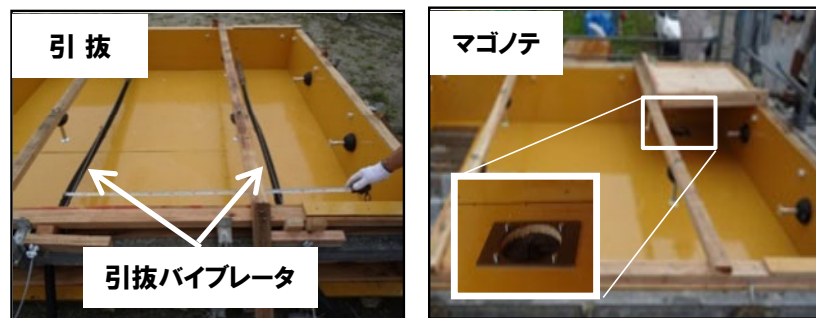


写真-2 模擬供試体用型枠組立状況

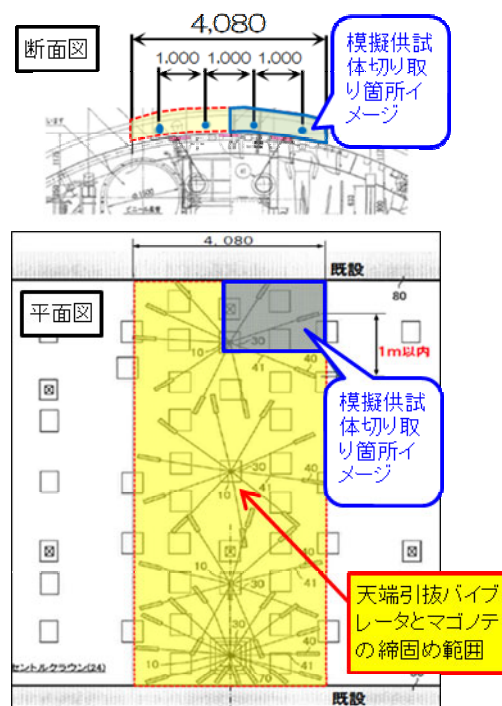


図-4 模擬供試体切り取り箇所イメージ

(2) コア試験体及び試験内容

コンクリートの品質を表す代表的な値として圧縮強度を選定し、模擬供試体から採取したコアで圧縮強度を求めた（図-5）。

4. 圧縮強度試験結果

模擬供試体から採取した9本の $\phi 70 \times 350\text{mm}$ のコアは切断・端面研磨し、圧縮強度試験用に $\phi 70 \times 140\text{mm}$ の円柱試験体を 2 本ずつ（底面側、上面側）作製¹⁾して、材齢 28 日にて試験を実施した。表-1 及び図-6 に試験結果を示す。

上面側、底面側ともに バイブなし＜引抜＜マゴノテ という結果を得た。また、底面側の標準偏差に着目すると、バイブなし、引抜、マゴノテの順にバラツキが小さいことが顕著に示されており、締固め方法が均一性にも影響を与えていることが分かる。

5. まとめ

「覆工マルチ工法」によりトンネル覆工コンクリートの高品質化を図ってきたが、その中の天端締固めに関する 2 つの工法が、今回の検証試験により品質向上に寄与することが実証された。

参考文献

1) 前田ら:トンネル覆工天端における締固め方法の違いによる品質検証～密実性の比較検証～, 土木学会第 71 回年次学術講演会, 2016 (投稿中)

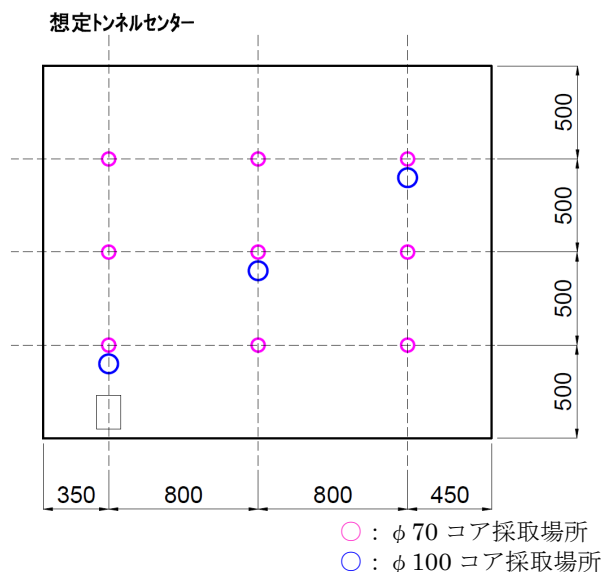


図-5 コア採取場所（平面図）

表-1 圧縮強度の比較 (N/mm²)

【上面側】	平均	標準偏差	【底面側】	平均	標準偏差
バイブなし	22.0	2.10	バイブなし	26.5	4.02
引抜	23.6	2.19	引抜	26.6	2.94
マゴノテ	24.8	3.35	マゴノテ	28.2	1.50

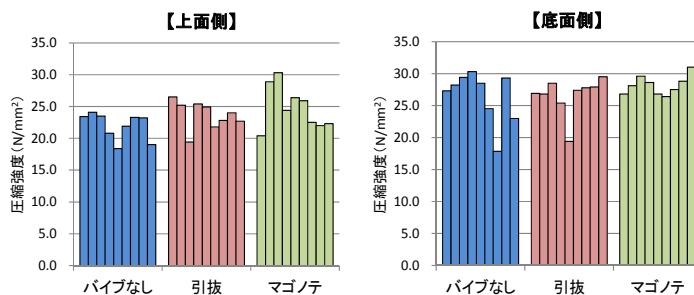


図-6 圧縮強度の比較