

ツインアーチフォーム工法によるトンネル覆工の施工実績

国土交通省 近畿地方整備局 奈良国道事務所 中村隆之
鹿島建設(株) 正会員 尾鍋卓巳 小池健生 羽田 滋 ○沖 俊貴

1. はじめに

トンネル覆工工事における、ツインアーチフォーム工法（TAF 工法）での品質向上効果および覆工サイクル工程の改善結果について報告する。

TAF 工法とは、従来、材齢 18 時間程度で脱型するところを 2 台のセントルを使用することで、材齢 66 時間まで脱型せずに養生し、従来の 18 時間養生と同じ工程を維持して、コンクリートの品質を向上させることを目的とした工法である（写真-1）。



写真-1 トンネル坑内セントル

2. TAF 工法による品質向上効果

本工事における、覆工コンクリートの養生時間と幅 0.2mm 以上のひび割れ発生確率の関係を表-1 に示す。

当初計画では、全てのブロックで 66 時間養生を行う計画であった。しかし、全体工程短縮のため、2 基目のセントル組立完了までの 10BL は、やむなく 18 時間養生で施工することになった。その結果、18 時間養生と 66 時間養生で、幅 0.2mm 以上の有害なひび割れの発生確率に大きな差が出た。

TAF 工法による 66 時間養生は、ひび割れ発生確率を大幅に低減する品質向上効果があることがわかった。

表-1 養生時間とひび割れ発生確率

| 項目 \ 養生時間 | 18時間養生 | 66時間養生 | 計 |
|-----------|--------|--------|-------|
| 覆工BL数 | 10BL | 131BL | 141BL |
| ひび割れ発生BL | 7BL | 14BL | 21BL |
| ひび割れ発生確率 | 70.0% | 10.7% | 14.9% |

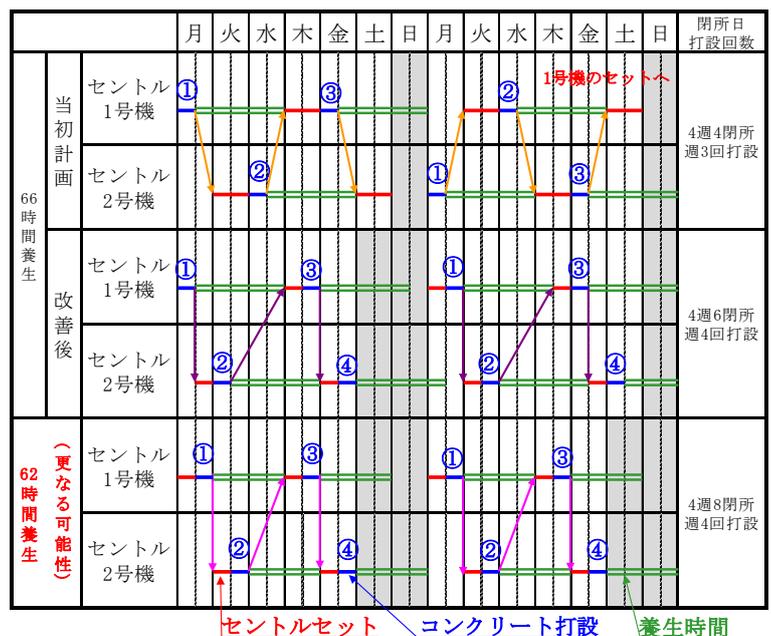
3. TAF 工法による覆工サイクル工程の改善

3.1 覆工サイクル工程の改善

TAF 工法による、覆工サイクル工程の改善効果を表-2 に示す。

当初計画（表-2 上段）では、ノルマである週 3 回のコンクリート打設が月・水・金、セントルセットが火・木・土で、休日は日曜日のみであった。しかし、働き方改革推進のため、現場閉所日を増加させ、最低でも 4 週 6 閉所とすることが課題となった。当初計画における、覆工サイクル工程は、大きく分けると、セントルセット（1 日）、コンクリート打設（半日）、養生（66 時間）に分類される。コンクリート打設と養生は、これ以上短縮することができないため、セントルセットのサイクルタイムを短縮し、コンクリート打設とセントルセットを一日でできるように改善した結果、4 週 6 閉所で、週 4 回のコンクリート打設が可能であることを実証した（表-2 中段）。

表-2 TAF 工法による覆工サイクル工程の改善効果



キーワード 山岳トンネル、工程短縮、養生時間、働き方改革、ひび割れ抑制

連絡先 〒540-0001 大阪府大阪市中央区城見 2-2-22 マルイト OBP ビル TEL 06-6946-3311

表-2下段は、養生時間を62時間程度にした場合に、実現可能と考えられるサイクル工程である。養生時間を62時間程度にすることで、午後のコンクリート打設で17時に完了した場合でも、打設3日後の7時から脱型できるため、午前中の養生時間待ちがなくなり、週4回の打設で4週8閉所が実現できると考えている。養生時間による脱型開始時間の違いを表-3に示す。

3.2 セントルセットのサイクルタイム短縮対策

覆工サイクル工程を短縮するために、セントルセットのサイクルタイムを短縮した結果を表-4に示す。トンネル現場では、慣例的に10時間労働（7時～18時：昼休憩1時間）をしてきたが、覆工作业では、1日当たりの作業時間を8時間とすることができた。

具体的な短縮対策として次に示す(1)～(3)を実施した。

(1) 自動ケレン装置と剥離剤噴霧装置の装備

ケレン専用のタワシおよび、剥離剤噴霧用の配管とノズルを取り付けたベルトが電動で動き、セントル全体をくまなくケレンした後、剥離剤を噴霧することが可能な装置である。この装置を装備することで、ケレンおよび、剥離塗布の作業時間を短縮することができた（写真-2）。

(2) 覆工背面平滑化の精度向上

本工事では、覆工コンクリート背面の凹凸をなくし、平滑化してから覆工コンクリートを打設する計画となっていた。そこで、鋼製支保工をガイドにして、吹付面の凹凸をそぎ落とすことができ、バックホウのアタッチメントとして取付け可能な「吹付面平滑カッター」を製作して、吹付面の平滑化精度を向上させた（写真-3）。その結果、覆工巻厚が均一になり、妻型枠の調整や再加工を大幅に軽減することができ、妻型枠組立の作業時間短縮に繋がった（写真-4）。

(3) コンクリート打設とセントルセットのラップ作業

改善前は、覆工班5人全員で1号機のコンクリート打設を完了した後、2号機のセントルセットに移動していた。改善後は、コンクリートが天端近くまで到達した時点で、5人中2人は、2号機のセントルセットに取り掛かるように配置替えを行い、コンクリート打設とセントルセットを1日（8時間労働）で施工可能となった。

4. まとめ

TAF工法は、ひび割れ発生確率を大幅に改善し、品質向上に寄与することがわかった。また、TAF工法による覆工サイクルの改善を行うことで、建設業界の至上命題である現場4週8閉所実現のための、有効な工法であることが実証できた。

今後、当工事の実績が、覆工コンクリートの品質向上および働き方改革の1つの例として他の現場の参考になれば幸いである。

表-3 養生時間による脱型開始時間の違い

| 経過日数 養生時間 | 1日目 | | 2日目 | 3日目 | 4日目（打設3日後） | |
|--------------|-----|----------|--------|-----|------------|-----------|
| | AM | PM | | | AM | PM |
| 66時間 | | 17時に打設完了 | | | 11時 | 11時から脱型開始 |
| 62時間 | | | 養生62時間 | 7時 | | 8時から脱型開始 |
| | | | | | | 13時から打設可能 |

表-4 セントルセットのサイクルタイム

| 時刻 | 7時 | 8時 | 9時 | 10時 | 11時 | 12時 | 13時 | 14時 | 15時 | 16時 | 17時 | 18時 |
|-----|----------------|----------|-------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 改善前 | ダウン移動 | ケレン | 剥離剤塗布 | セント | 妻型枠組立 | | | | | | | その他作業 |
| | 10時間労働（11時間拘束） | | | | | | | | | | | |
| 改善後 | | コンクリート打設 | | | | | | | | | | |
| | 8時間労働（9時間拘束） | | | | | | | | | | | |



写真-2 自動ケレン装置・剥離剤噴霧装置



写真-3 吹付面平滑カッター



写真-4 妻型枠の設置状況