

トンネル内のコンクリート舗装について

——中央自動車道笹子トンネル——

河 村 嘉 郎*

1. ま え が き

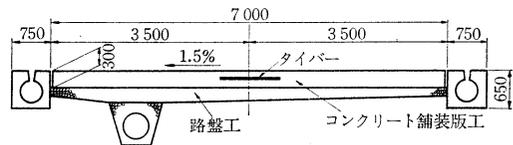
トンネル内の舗装としては、従来から比較的多くセメントコンクリート舗装（以下コンクリート舗装という）が採用されているが、一般の場合、平坦性が悪く走行性に不快感を与えていることは定評のあるところである。高速道路においても近年長大トンネルについては種々検討がなされ、次第に平坦性も良くなって来ているが、アスファルト舗装と比べればまだまだの感は取りさることではできないのが実状であった。

しかるに一昨年末開通した東北自動車道（矢板—白河間）のコンクリート舗装は、舗設機械の改良、輸入機械の導入などにより施工技術が著しく進歩し、アスファルト舗装に匹敵する平坦性が得られるようになってきている。従って笹子トンネルにおいても、よりよい品質と平坦性を求めて、トンネル内ということによる諸々の制約条件を排除しながら施工を行ったものである。本報告はその結果について記述したものである。

2. 工事の概要

当工事区間は、中央自動車道西宮線の山梨県大月市笹子町黒野田（標高 680 m）から山梨県東山梨郡大和村日影（標高 650 m）までの笹子峠を貫く笹子トンネルと、それに連続した黒野田トンネルを含めた、上り線 4784 m、下り線 4717 m である。コンクリート舗装版の施工期間は、昭和 50 年 5 月から 9 月までの夏季で、舗装面積約 66 500 m²（コンクリート容量約 20 000 m³）の舗装を行った。舗装構造としては図—1 に示すごとく、両側に円形水路のある幅員 3.5 m × 2 = 7 m でコンクリート版厚は 30 cm の鉄網入であり、路盤はトンネルずりを

* 日本道路公団第 2 建設局笹子トンネル工事事務所 副所長



図—1 標準断面図

破砕した 30 mm ~ 0 の粒度調整砕石を用いた。

3. 設計・施工上の問題点とその解決

明りの工事と相違し、トンネルという狭い空間での工事であること、また路側構造物などにより施工方法及び設計の点で、通常のコンクリート舗装と相違点が多々起こってくる。本工事の場合に問題点として取り上げた主なものについて述べると次のごとくである。

3.1 目地の設計について

(1) 横目地

横膨張目地はトンネル内は温度変化が極めて小さいことから、またこの舗装に隣接する明りの舗装がアスファルト舗装であるという見地から、各坑口から 10 m（1 スパン目の横目地）及び 100 m の位置のみに設けた。

横収縮目地間隔は 10 m で施工目地以外は全てカッター一切断によるめくら目地構造とし、その中で坑口から 100 m 間は 3 本に 1 本の割合で、また坑口より 100 m より奥は 5 本に 1 本の割合で、セメントスレート板を用いた打込み目地とした。

(2) 縦目地

舗設幅 7 m の中央に設ける縦目地は通常の場合、版底面に高さ 5 cm の三角材を用い、版表面からのカッター一切断深さは 4 cm にするのが普通であるが、本工事では路盤に粒度調整砕石を用いているため三角材の確実な固定方法に不安があった。このため版底面の三角材の使

用をやめ、版表面からのカッター切断深さを9 cmとし、注入目地材を注入した。

路側の円形水路に接する縦目地は、コンクリート版と円形水路との完全分離をはかるため厚さ 10 mm のエラストaitを版底面から 27 cm の高さまで設置し、版表面から 3 cm はカッター切断とし、注入目地材を注入した。

(3) 施工目地

連続して舗設している場合に設ける目地は全てめくら目地構造とするため、特にその目地位置で平坦性を悪くすることはないが、1日の打止りに設ける施工目地は、過去の経験によると必ずといえるほど平坦性の悪い結果を示している。従って本工事では施工目地を挟んだ前後の版の連続性には種々の検測をフレッシュコンクリートの時点で行うとともに、1日舗設量の増大をはかり、極力施工目地の数を減ずることに努めた。

3.2 大型舗設機械の選定について

東北自動車道で使用した様な、高性能・高効率な大型舗設機械を用い、硬練りコンクリート（スランプ 2.5 cm 以下）で平坦性の良いコンクリート舗装を施工すべく種々検討を行った。

本工事に用いた主な舗設機械と選定経緯を示すと次のごとくである。

(1) コンクリート縦取機（1台使用）

コンクリートの敷きならしにボックス型スプレッダを使用するため、東北道の場合には横取機を使用したが、トンネル内の 7 m 全幅舗設では側道がないため使用できず、このため、この横取機を縦取機に改装して用いることにした（写真-1 参照）。縦取機を使用する利点としては、a. スプレッダのホッパーにダンプトラックで運ばれて来たコンクリートを直接供給することが困難であること、b. スプレッダの敷きならし時に運搬されたコンクリートを縦取機に一時ストックできるため供給ロスが少なくなること、c. スプレッダの敷きならしに都合よくコンクリートをホッパーに供給できること、d. その他としては当然のことながら能率よく、品質のよい

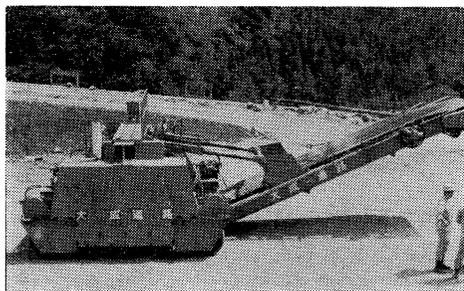


写真-1 コンクリート縦取機

コンクリートの舗設につながることを、縦取機の仕様を示すと次のごとくである。

（上り線・下り線とも同じ）

メーカー：千葉機械（株）

ベルト幅：1.5 m

ホッパー容量：4.5 m³

コンクリート供給能力：常用 250 m³/hr

(2) ボックス型スプレッダ（1台使用）

コンクリートの敷きならしには、コンクリートの均質性・平坦性に有利なボックス型スプレッダを使用することにした。東北道の場合はコンクリートを横取方式で供給したが、本工事では前記した縦取機を用いるため、スプレッダのホッパーを縦取方式に組み替えて用いた。また供給が1箇所であるため1台のスプレッダで上・下層の敷きならしを行った。ボックス型スプレッダの仕様を示すと次のごとくである。

（上り線） （下り線）

メーカー：西独 A.B.G. 社 川崎重工（株）

ホッパー容量：4.5 m³ 3 m³

作業速度：60 m/min 40 m/min

(3) コンクリートフィニッシャ（上り線は上・下層用として2台、下り線は上・下層兼用で1台）

コンクリートの締固め及び荒仕上げに用いるフィニッシャとしては、当初東北道の上層に用いた西独 A.B.G. 社のコンパクト型フィニッシャの使用を予定したが、国内の保有数が少なく本工事に用いることが困難であることがわかったので、国産のフェーゲル型フィニッシャを用いることにした。本工事の場合後述する様にレール面が通常の場合より約 10 数 cm 高いため、下層コンクリートの締固めの場合その高くなった分だけ振動板の下降ができる様に改造を行った。フィニッシャの仕様を示すと次のごとくである。

（上り線・下り線とも同じ）

メーカー：川崎重工（株）

振動数：最大 4500 rpm（通常 3000 rpm）

走行速度：0.7~40 m/min（作業時 0.7 m/min）

(4) 振動目地切機（1台使用）

打込み目地に用いる振動目地切機は、みぞを切るためのエッジの深さは 10 cm とし幅は 10 mm とした。

(5) 縦型表面仕上げ機（1台使用）

コンクリートの表面仕上げとしては、当初東北道の様に斜型表面仕上げ機及び縦型表面仕上げ機の導入を考慮したが、後述するごとく路側構造物が円形水路であり斜型表面仕上げ機の使用は困難であると考えて、縦型表面仕上げ機のみによる平坦仕上げを行うことにした。縦型表面仕上げ機の仕様を示すと次のごとくである。

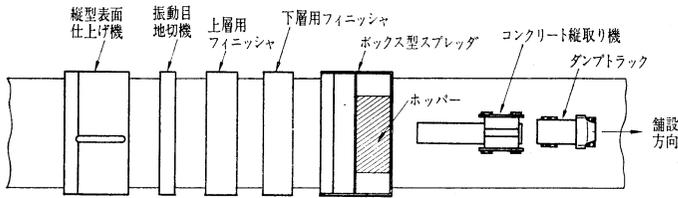


図-2 主な舗設機械の組合せ

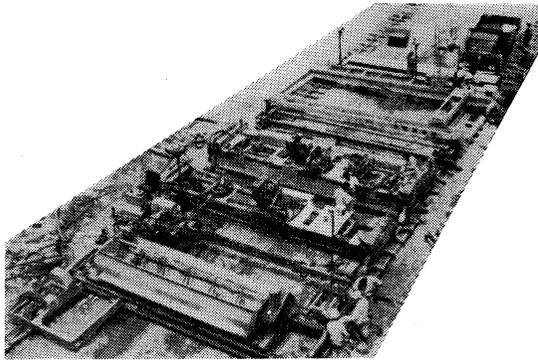


写真-2 舗設機械

(上り線) (下り線)

メーカー：川崎重工(株) 石川島コーリング(株)
 駆動方式：全油圧自走式 機械・油圧併用自走式

(6) その他

東北道ではこのほかに、自走式粗面仕上げ機、被膜養生剤散布機などがあるが、本工事ではコンクリートの供給能力とトンネル内ということで機械種類の多くなるのを防ぐため人力施工とした。

以上のごとくで舗設機械の組合せを図示すると図-2のごとくである(写真-2参照)。

3.3 路側円形水路と舗設機械走行用 レール 受金具について

図-1 に示すごとく路側には円形水路があるが、これは舗装に先立って施工した。路面排水の呑口を容易にするために円形水路の設計計画高さより5mm下りを施工高さとして定めるとともに、その仕上り面に舗設機械走行用レールが設置されるため、平坦性に十分留意して行った。このため円形水路の仕上り面の許容誤差は±5mmに定めたが、一部15mmの凹凸があったが全体的には許容値を満足していた。

舗設機械走行用レールはコンクリート版の平坦性の基準になるものであるから、レールの設置方法には、平坦性の確保と、重機械(最大約30t)の走行に対して移動しないこと、取付け・取りはずしの容易であることなどに十分検討を加え、その結果図-3に示すレール受金具を造った。円形水路表面の細かい不陸については

6種類の鋼板製キャンバーを準備し、必要に応じ種々の組合せで受金具の下に挿入した。レールは22kg/mを用い受金の間隔は70cmとした(写真-3参照)。

3.4 コンクリートプラントについて

舗装用コンクリートの品質は、他の構造物と異なり極めてコンシステンシーの小さい硬いコンクリートであり、特にその均質性を要求されるものである。従ってコンクリートプラントも専用化することを前提として検討した結果、トンネルの東側坑口に設けたトンネル内の巻立てその他に用いたプラント(公称練りまぜ容量1500lの強制練り)を使用することにした。従来このプラントでは比較的軟練りのコンクリートが用いられていたため、舗装用の硬練りコンクリー

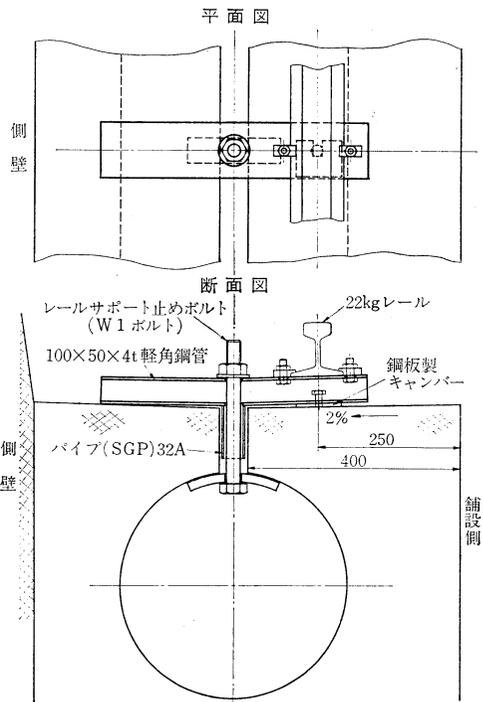


図-3 レール受金具

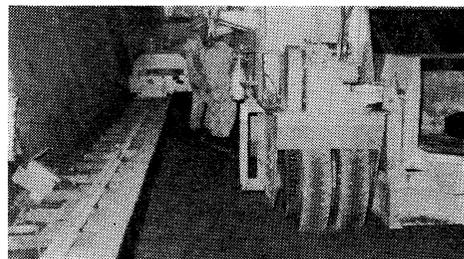


写真-3 レール受金具の設置状況

トを生産するために次に示すごとく改良を行った。

(1) 骨材ストックヤード

- 細骨材のストックヤードは2箇所にし、最小1日は仮置きして水切りを行う様にした。
- 骨材のストックヤードには上屋を設け、表面水量の変動を少なくした。
- ストックヤードの底はコンクリート版とし、排水を高め、泥土の混入をなくす様にした。
- プラント貯蔵槽への骨材の供給は、ショベルとベルトコンベヤで行っているが、ショベルでの採取位置を、骨材の分離しない様に留意した。

(2) プラント

- ターンヘッド振り分けシュートの細骨材の付着をなくした。
- 計量器各部の清掃整備を十分行った。
- 集合ホッパーに振動機を取り付け、排出を容易にした。
- 水の放出パイプを改造し、ミキサ内への分散をよくした。

(3) 練りませ能力の決定

前記したごとくプラント全般に亘り整備を行ったものについて、コンシステンシーの小さい舗装用のコンクリートの最適な練りませサイクルタイムを得るため、練りませ性能試験を行い、バッチ容量ミキサへの投入順序及び練りませ時間などの決定をするとともに、実際に練りませたコンクリートを所定時間運搬し、スランプ並びに空気量の低下量の測定を行った。

その結果、練りませ容量は1000lとし練りませ時間は45秒が適当であることがわかった。従って練りませのサイクルタイムとしては、ミキサへの材料の投入約20秒、練りませ時間45秒、コンクリートの放出約20秒及びその他運搬車の入替などの時間を含めて、多少安全をみて合計100秒とした。従ってこのプラントの練りませ能力としては $1000l \times (3600 \div 100) = 36 \text{ m}^3/\text{hr}$ となり舗設計画の基準とした。

4. コンクリート

4.1 コンクリート材料の選定

(1) セメント

水和作用による発熱量が少なく、収縮が小さくひびわれの発生が抑制される舗装用セメントの使用について検討を行ったが、総必要量が少ないこと並びに納入までに日時を要することなどから、普通ポルトランドセメントを十分な管理のもとに使用することにした。

(2) 骨材

当初は、富士川河川産粗骨材と、釜無川水系の陸掘りの細骨材の使用を予定し、種々の組合せによるコンクリート試験の結果、釜無川水系の陸掘りの細骨材を用いたものが強度的に目標強度を満足しなかったため、粗・細骨材共に富士川河川産のものを用いることにした。

(3) 混和剤

減水剤としてはポゾリスを使用したがり線(6月施工)にはNo.5L、上り線(7月施工)にはNo.8を用いた。

4.2 コンクリートの示方配合

配合設計を行った結果、舗装用コンクリートの示方配合を、表-1のごとく定めた。

5. コンクリート版の舗設概要

コンクリートプラントの設置位置が、前記したごとく東側坑口に設けてあるため、上・下線ともトンネル内を運搬路として用い、西側坑口から東側坑口に向って舗設を行った。前述したごとく施工目地を極力少なくするため1日の舗設延長をなるべく長くするため、舗設作業は1日2交代制で施工し、通常の作業時間は、6時30分～7時を舗設の開始とし、打込みの終りが19～20時頃、また仕上げの完了が22時～22時30頃まで、1日の作業時間は平均15～16時間であった。

舗設に要した時間は下り線が昭和50年6月2日より7月6日までの実稼働日数30日で、上り線が7月11日より8月9日までの実稼働日数27日である。舗設量についての詳細を示すと表-2のごとくである。

舗設方法は、前記図-2に示す舗設機械により、版厚30cmのコンクリートを、2層敷きならし、2層締固め方式で行うもので、各工種の作業内容及び人員配置を示すと表-3のごとくである。

舗設を各工種別にその概要を示すと次のごとくである。

表-1 舗装用コンクリートの示方配合

| 粗骨材の最大寸法 (mm) | スランプの目標値 | | 空気量の目標値 | | 水セメント比 W/C (%) | 単位粗骨材容積 | 単 位 量 (kg/m ³) | | | | | |
|------------------|--------------|------------|-------------|-----------|----------------------|---------|----------------------------|-----------|----------|-------|-----|-------|
| | プラント (cm) | 現場 (cm) | プラント (%) | 現場 (%) | | | 水 W | セメント C | 細骨材 S | 粗骨材 G | | 混和剤 |
| | | | | | 40~25 | | | | | 25~5 | | |
| 40 | 5.0 | 2.5 以下 | 6 | 3~6 | 38 | 0.774 | 133 | 350 | 565 | 400 | 933 | 0.875 |

表-2 舗設置の詳細

| 区分 | 曆日数 | 実稼働日 | 稼働時間 | | 稼働日 当り平均 混合時間 | 舗 設 延 長 (m) | | | | | 舗 設 面 積 (m ²) | | | | |
|-----|-----|------|----------|----------|---------------------|-------------|----------|--------|-------------------------|-----|---------------------------|----------|--------|-------------------------|------|
| | | | 混合 時間 | 舗設 時間 | | 全延長 | 曆日 平均 | 稼働日あたり | | | 全面積 | 曆日 平均 | 稼働日当り | | |
| | | | | | | | | 平均 | 混合時間を 8時間とし た時の平均 | 日最大 | | | 平均 | 混合時間を 8時間とし た時の平均 | 日最大 |
| 下り線 | 35 | 30 | 319 | 398.5 | 10.6 | 4717 | 134.8 | 157.2 | 118.3 | 200 | 33019 | 943.4 | 1106.3 | 828 | 1420 |
| 上り線 | 31 | 27 | 326 | 407 | 12.1 | 4784 | 154.3 | 177.2 | 117.2 | 230 | 33488 | 1080.3 | 1240.3 | 820.4 | 1610 |

表-3 工程による機械と人員配置

| 工 種 | 作 業 内 容 | 職 員 (人) | オペレータ (人) | コンクリート工 (人) | 使 用 機 械 |
|---------------|--|--------------|-----------|-------------|--------------------------|
| レール受金具工 | 1. レール受金具の設置・組立て 2. " " 点検調整 3. " " 取り外し | 0.5 | 1 | 4 | レール運搬車 (8t 平ボデー) |
| 目 地 工 | 1. 目地アセンブリーの設置 2. エラストイトと取り付け | | 1 | 6 | 目地アセンブリーなどの運搬車 (4t 平ボデー) |
| 下層コンクリート工 | コンクリートの供給 | 1 | 5 | 6 | コンクリート縦取機 |
| | 下層コンクリートの敷きならし | | | | ボックス型スプレッダ |
| | 下層コンクリートの締固め | | | | フィニッシャ、棒状振動機 |
| タイバー・鉄網・補強鉄筋工 | タイバーの挿入 | | 5 | 5 | — |
| | 鉄網・補強鉄筋の設置 | | | | |
| 上層コンクリート工 | コンクリートの供給 | | (5) | (6) | コンクリート縦取機 |
| | 上層コンクリートの敷きならし | ボックス型スプレッダ | | | |
| | 下層コンクリートの締固め荒仕上げ | フィニッシャ、棒状振動機 | | | |
| 打込み目地工 | 打込み目地の設置 | 2 | 1 | 振動目地切機、作業足場 | |
| 表面仕上げ工 | 平たん仕上げ | | 2 | 縦型表面仕上げ機 | |
| | 粗面仕上げ | | 2 | 粗面仕上げ機、作業足場 | |
| 養 生 工 | 養生マットのかけ外し | 0.5 | 1 | 6 | 作業足場、マット運搬車 |
| | 散 水 | | | | |
| 合 計 | | 2 | 10 | 32 | |

る。

した。

5.1 路盤の維持

路盤材は、トンネルずりを破碎した粒度調整砕石であるため、十分転圧をしたのち乳剤 (PK-4, 0.8 l/m²) を散布したが、コンクリート運搬車の走行により路盤面の損傷を防ぐため、乳剤を散布したうえに更に砂を 3 m²/100 m² 程度の散布を行った。

5.2 目地位置の確認

膨張目地、収縮目地及び打込み目地の位置を正確に設置するため、それぞれの記号を定め円形水路の表面に印

5.3 目地アセンブリー、タイバー、路盤紙及び養生マットなどの仮置き

目地アセンブリー、鉄網、補強鉄筋及び路盤紙などはあらかじめ所定位置付近の路側に舗設作業に支障を起させない様に仮置きし、その都度必要に応じて所定の位置に設置した。

5.4 コンクリート縦取機からボックス型スプレッダへのコンクリートの供給

A.B.G 社のボックス型スプレッダは容量も多く能率

的であるが、ホッパーは図-2 に示すごとく、横断方向に長く設置しているため、コンクリートの供給をホッパー中央に多くなる様にする、敷きならし方向が縦断方向に行うため、当然のことながら路側部分がコンクリートが不足し、敷きならしに時間がかかるとともに、2~3度の敷きならしの必要が生ずるため、敷きならしたコンクリートの密度に差異ができ、平たん性を悪くする恐れがある。従って、ボックス型スプレッダのホッパーへのコンクリートの供給は、路側に多少多くなる様に行うことが必要である。

5.5 下層コンクリート（厚さ 20 cm）の打設

ボックス型スプレッダによるコンクリートの敷きならしは、版の横断こう配（2%）を考慮して横断方向の余盛りを変化させた。この場合の平均余盛り量としては 2~3 cm で、締固めた後 20 cm の厚さが確保できる様にした。敷きならしの方法は、両路側より行き版幅の中心部をあとで行う様に作業を行った。締固めはフィニッシャーで行い、補助として両路側部分のみ棒状振動機を用いて人力の締固めを行った。

5.6 タイバー、鉄網及び補強鉄筋の設置

所定の締固めが終わった下層コンクリート版に、タイバー、鉄網及び補強鉄筋の設置を行った。タイバーの設置位置は、所定目地位置に水糸を張りそれを基準にして正しく 1 m 間隔に置き、下層コンクリートの仕上げ面より 5 cm 下に押込んだ。鉄網も前記水糸を基準にして、目地に重ならない様に正しく置き、補強鉄筋を人力で鉄網に結束させた。

5.7 上層コンクリート（厚さ 10 cm）の打設

下層コンクリートに準じて行ったが、余盛りについてはよりいっそう留意して行き、平均的には下層の半分くらいであったが、コンクリートのコンシステンシーに応じてその都度余盛り量を変化させ、フィニッシャー通過後の平たん性の確保につとめた。

5.8 打込み目地の施工

フィニッシャーによる締固め荒仕上げが終わった直後、振動目地切り機により打込み目地の施工を行った。仮挿入物としてはセメントスレート板（幅 5 mm、深さ 7 cm）を用い、荒仕上げ面より約 5 mm 程度深くなる様に埋め込み、その前後を人力でコテなどでダンピングを行い、更に人力フロートにより荒仕上げを行った。

5.9 表面仕上げ

平たん仕上げは、前記した縦型表面仕上げ機により行

い、フロートは縦方向に 1/2 の長さずつラップさせながら仕上げを行った。フロート通過後は全面にフロートあとが残ることは当然であるが、荒仕上げのコンクリートが余り高いと、フロート端からモルタルが仕上げ面に残る場合があるが、この様な場合には、再び仕上げを行い余分なモルタルの除去を行った。

粗面仕上げには当初粗面仕上げ機を使用した。ほろろきが堅く、コンクリート中の粗骨材（細粒のもの）を起こしてしまい、均一な面の確保が困難であったため、人力による粗面仕上げに切りかえた。

5.10 養生

粗面仕上げが終り、コンクリート面の水光りが消えた時機に被膜養生剤（0.4 l/m²）を散布し初期養生を行った。トンネル内であるため温度、湿度とも表-4 のごとくであり、版表面に養生マットをかけ損傷が生じないまで、そのまま放置した。後期養生としては養生マットで覆い、路側に配置した給水管よりホースにより散水をし完全湿潤養生を 7 日間行った。また更に 7 日間は、湿潤養生は中止したが、無載荷のまま養生を行った。

表-4 施工時のトンネル内温度及び湿度

| 項 目 | | 下り線 | 上り線 |
|--------|----------------|------|------|
| 温 度 | 最高温度 (°C) | 22.5 | 26 |
| | 最高温度の平均 (°C/月) | 19.5 | 23.5 |
| | 最低温度 (°C) | 13 | 19 |
| | 最低温度の平均 (°C/月) | 14.5 | 19 |
| 湿 度 | 最高湿度 (%) | 92 | 93 |
| | 最高湿度の平均 (%) | 86 | 88 |
| | 最低湿度 (%) | 60 | 64 |
| | 最低湿度の平均 (%) | 69 | 68 |

5.11 目地の施工

横目地のカッターによる切断は、舗設の翌日より行った。縦目地は工程の関係で舗設後 4 日目から行ったが、コンクリートの硬化が進み 9 cm の全深を一度に切ることが困難となり、2 度に分けて行った。

横収縮目地の切断深さは 7 cm としたが、各目地のひびわれの割合は、平均的でなく収縮目地に関係なく 80~100 m 間隔に集中している様である。もちろん各目地は暫時ひびわれが入るものと考えられる。

注入目地材の注入は、加熱注入目地材を使用した。注入に先立ち、カッター切断時のカスを取り除くとともにサンドブラストを行い十分乾燥してからプライヤーを塗布して行った。注入に際して 9 月中旬頃までは、外気温の影響により結露現象が起り路面が常に湿潤状態が続き施工できなかった。このことはトンネル内工事として特異な問題であろう。注入目地材の注入深さについて

は、夏季のみだし、冬季の付着不良などを考慮し、収縮目地については版表面まで、また膨張目地についてはV形に版表面から約10mmの切り下げを行った。

6. 管理試験結果

6.1 コンクリートのスランプ

コンシステンシーの管理が、舗設時の施工性に極めて大きい影響のあることはいままでもないが、特記仕様書に定められたコンシステンシー特性値は舗設位置においてスランプで2.5cm以下としたため、十分留意して管理を行った。このためプラントと舗設位置の2箇所測定を行ったが、スランプの平均値、ばらつき及び運搬中の低下を示すと表-5のごとくである。すなわち、スランプの平均値としては1.6~1.7cmとなり変動も少なく良好であったが、これは舗設機械の締固め・表面仕上げの能力、及び版表面に浮き上るモルタル量などから、最も適当なものであったと考えられる。なお運搬中のスランプの低下量は、夏季になるに従って多少増加の傾向を示していた。

6.2 コンクリートの空気量

空気量の変動は、コンクリートのワーカビリティに大きい影響を与えるものであるため、スランプと同様に十分留意し、プラント及び舗設位置の箇所測定を行った。平均値、ばらつき及び運搬中の低下を示すと表-6のごとくであり、特記仕様書に定められた3~6%の範囲を十分満足することができた。

6.3 コンクリートの曲げ強度

設計基準曲げ強度は45kg/cm²で、割増し係数を1.15とし目標強度を51.75kg/cm²として行った。材令28日の曲げ強度の平均値、標準偏差及び変動係数を示すと表-7のごとくである。

6.4 コンクリート版からの抜き取りコア

コアの採取は特記仕様書の規定に従い舗設延長100mに1本の割合に、コンクリート版縦目間縁部から50cmの位置を千鳥に行った。コアの厚さを示すと表-8のごとくである。

コアから観察した結果からは、版表面に集まるといわれているモルタル層の厚みは、いずれも2mm以下であり、また粗骨材の分布も良好であった。

6.5 コンクリート版の平たん性

8mのプロフィロメータを用い平たん性の測定を行った。測定位置は走行、追越の両車線について各々2箇所ずつ全線の測定を行ったが、結果を示すと表-9のごとく

表-5 スランプの測定結果

| 項目 | 車線 | | 上り線 | | 下り線 | |
|------------------|-----------|------|------|------|------|------|
| | 西側 | 東側 | 西側 | 東側 | 西側 | 東側 |
| 舗設位置のスランプ | 平均 (cm) | | 1.59 | 1.65 | 1.7 | 1.7 |
| | 標準偏差 (cm) | | 0.26 | 0.27 | 0.39 | 0.22 |
| | 変動係数 (%) | | 16.4 | 16.4 | 22.8 | 12.9 |
| プラントのスランプ平均 (cm) | | 3.16 | 3.58 | 2.7 | 2.7 | |
| 運搬中のスランプ低下 (cm) | | 1.57 | 1.93 | 1.0 | 1.0 | |

表-6 空気量の測定結果

| 項目 | 車線 | | 上り線 | | 下り線 | |
|----------------|----------|------|------|------|------|------|
| | 西側 | 東側 | 西側 | 東側 | 西側 | 東側 |
| 舗設位置の空気量 | 平均 (%) | | 3.74 | 3.8 | 3.9 | 4.0 |
| | 標準偏差 (%) | | 0.6 | 0.18 | 0.33 | 0.23 |
| | 変動係数 (%) | | 16.0 | 4.74 | 8.5 | 5.8 |
| プラントの空気量平均 (%) | | 4.76 | 4.83 | 4.6 | 5.4 | |
| 運搬中の空気量低下 (%) | | 1.02 | 1.03 | 0.7 | 1.4 | |

表-7 曲げ強度の試験結果

| 項目 | 車線 | | 上り線 | | 下り線 | |
|-------------|-------------------------------------|----|-------|----|------|----|
| | 西側 | 東側 | 西側 | 東側 | 西側 | 東側 |
| 曲げ強度 (標準養生) | 平均値 \bar{x} (kg/cm ²) | | 62.49 | | 59.8 | |
| | 標準偏差 σ (kg/cm ²) | | 2.31 | | 3.04 | |
| | 変動係数 ν (%) | | 3.7 | | 5.1 | |

表-8 コアの厚さ

| 項目 | 車線 | | 上り線 | | 下り線 | |
|------|--------------------|----|-------|----|-------|----|
| | 西側 | 東側 | 西側 | 東側 | 西側 | 東側 |
| コア厚さ | 平均値 \bar{x} (cm) | | 30.65 | | 30.93 | |
| | 標準偏差 σ (cm) | | 0.67 | | 0.90 | |
| | 変動係数 ν (%) | | 2.17 | | 2.95 | |

表-9 コンクリート版の平たん性

| 測定位置 | 上り線 | | | | 下り線 | | | |
|------|------------|------|------|------|------------|------|------|------|
| | 走行車線 | | 追越車線 | | 走行車線 | | 追越車線 | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| PrI | 3.72 | 3.43 | 3.55 | 3.88 | 3.56 | 3.20 | 3.79 | 4.31 |
| | 3.35 | | 3.72 | | 3.38 | | 4.05 | |
| | 33.5 cm/km | | | | 3.71 cm/km | | | |
| TCR | 125 cm/km | | | | 135 cm/km | | | |

くである。表—9 からわかる 様に全平均値としては、PrI で 3.5~3.7 cm/km で極めて良い結果を得ることができたが、舗設開始直後の西側坑口付近は、機械調整・コンクリートのばらつきにより余り良い結果が得られなかった。

PrI のみについては東北道の場合より優れた結果が得られたが、TCR については逆に多少悪い結果であった。これは舗設機械の組合せで斜型表面仕上げ機を用いなかったことに起因するものと考えられる。

7. む す び

トンネル内の大型舗設機械によるコンクリート舗装ということで、当初色々心配をしたが、終ってみるとむしろ幸いした面も多かった。すなわち、夏季の施工であるにもかかわらずトンネルの内部は湿度が高く、昼夜の気温差が殆んどといえるほど変わらず常に 20°C 前後ということで、いわゆる標準養生のもとで舗設できたこと

で、コンクリート版には目に見えない品質上のプラスがあったものと考えられる。また舗設機械のレールについても円形水路上ということで、通常の場合より堅固な固定ができたことは、平たん性の良い舗装を得ることができたものと考えられる。

大型舗設機械を導入したことにより、作業員に対する安全管理についても十分留意し、特に排気ガスについては浄化装置の配置を行うとともにガス量の観測も常時行った結果が安全に作業ができたものとする。

いずれにしても、たわみ性舗装、剛性舗装の差はあっても、完成直後のアスファルト舗装と同等の平たん性を確保できたことは、今後のトンネル舗装に対するコンクリート舗装の置かれる立場は大きく前進したものと考えられる。

最後に施工に際し終始熱心に協力して頂いた業者の皆様にお礼を述べるとともに、事故の皆無であったことは誠に喜びにたえないことである。