

◇工事報告◇

栃木環状線におけるプレキャスト PC 版舗装の設計と施工

中 田 和 夫*
菅 野 昇 孝**

1. ま え が き

一般県道栃木環状線は、その北西約 2 km に位置する東北自動車道栃木インターチェンジの開業に併せて、昭和 47 年、市街地の通過交通を緩和するため環状道路として整備されたものである。

本環状線は国道 4 号線の西側に位置し、東武鉄道宇都宮線および日光線と平行に走っており、住民生活、産業、観光等にとって極めて活用度の高い基幹道路の 1 つである。

図-1 に工事場所を示す。

既設舗装は厚さ 25 cm のアスファルト舗装であるが、近年の車両の大型化や交通量の増大が原因で、轍掘れや割れなどの損傷が著しい。

本環状線の近隣には日産約 3 万トンの砕石工場群があり、特に上り線には、そこで生産される砕石の満載車が数多く走り、その損傷度が激しい。

そこで最近では、3~4 年ごとにアスファルトによるレーンパッチングや部分的な打替えを行っている状況である。

しかしながら、このような応急的な処置では再補修を余儀なくされており、3 年前から、本路線に適合する恒久的な舗装構造を目指して、NC や PC 等数種類の試験施工を実施してきている。

本工事もその試験工事の一貫であり、PC 版舗装は今回で 4 工区目を数える。

本工事は、施工規模が延長 100 m、幅 3.3 m の上り線 1 車線分と小さいが、これまでの PC 版舗装試験工事に、路盤や各 PC 版間の目地構造等改良を加えて行ったものである。

なお、本環状線は、上り下り各々 2 車線の 4 車線道路で、幅 3.5 m の両歩道を有している。

2. 工 事 概 要

工 事 名：舗装修繕工事

路 線 名：一般県道栃木環状線

工事箇所：栃木県栃木市箱森町

工 期：自) 昭和 63 年 12 月 28 日、至) 平成元年 3 月 20 日

工事内容：栃木環状線 4 車線のうち 1 車線を延長 100 m 分舗装打替え

概略数量：既設アスファルト舗装版の撤去；345 m²

プレキャスト PC 版の製作および敷設；
3.3 m × 10.0 m × 0.17 m, 10 枚

すりつけ版の製作および敷設；
3.3 m × 5.0 m × 0.17 m, 2 枚

枕版工（現場打ち）；2 箇所
裏込めグラウト工；7.1 m³

目地工；206 m

すりつけ舗装工；91 m³

交通安全施設工；294 m

施 工 者：富士ピー・エス・コンクリート（株）

3. 設 計

3.1 設計条件

設計輪荷重： $P=1.15 \times 8.0 t=9.2 \text{ ton}$



図-1 工事場所

* Kazuo NAKADA：栃木県栃木土木事務所

** Noritaka SUGANO：富士ピー・エス・コンクリート（株）

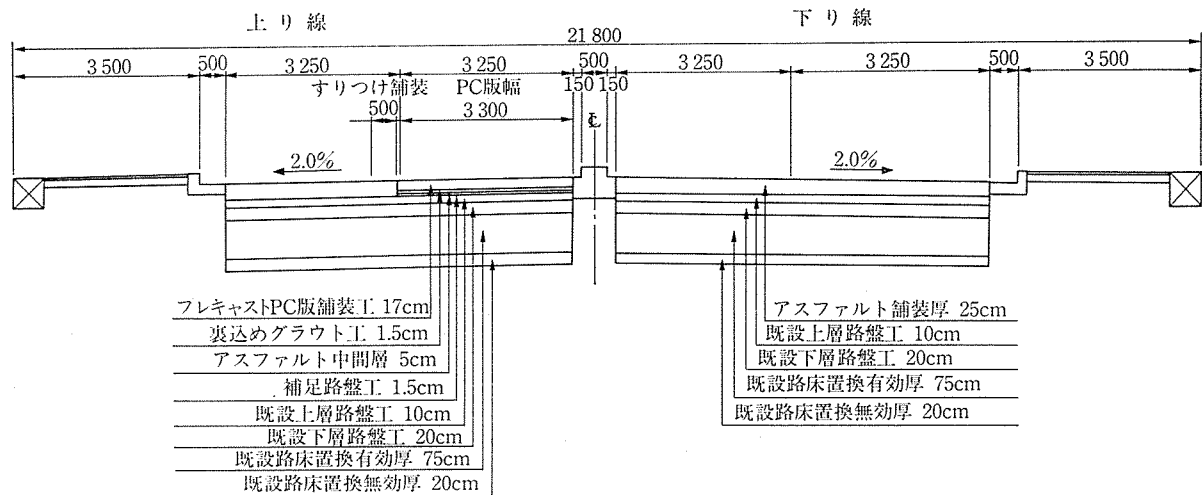


図-2 道路横断面図

路盤の支持力係数：K 30=15 kgf/cm³

温度勾配：0.7°C/cm

PC版に用いたコンクリートの性質：

設計基準強度；400 kgf/cm²

曲げ引張強度；50 kgf/cm²

プレストレス導入時の圧縮強度（材令1日）；
350 kgf/cm²

PC鋼材の性質：SWPR 7 A φ12.4

引張強度；175 kgf/mm²

降伏点応力度；150 kgf/mm²

ひびわれ幅制御のための鉄筋の増加応力度の制限値：
1 000 kgf/cm²

鉄筋の性質：SD 30 A

許容引張応力度；1 800 kgf/cm²

スリップバーの性質：SR 24

許容引張応力度；1 400 kgf/cm²

断面設計のレベル：

PC版長手方向；

縁部—ひびわれの発生を許容するプレストレストコンクリート構造

中央部—曲げ引張応力の発生を許容するプレストレストコンクリート構造

PC版短手方向；

縁部—鉄筋コンクリート構造

中央部—鉄筋コンクリート構造

3.2 設計上の特色

(1) 路盤

従来のプレキャストPC版舗装の路盤は、上層路盤として粒調碎石を用い、その上に厚さ5mm程度の敷砂あるいはドライモルタル層を設ける場合が多かった。

また、PC版は上層路盤上から約10~15mm浮かせた状態で敷設し、その隙間に裏込めグラウトの充填を行

うが、このときグラウトの充填性を向上させるために、通常、上層路盤上に厚さが0.1mm程度のポリエチレンフィルムを敷く。

しかし、本工事では、粒調碎石とPC版との間に厚さ50mmのアスファルト中間層（密粒度アスコン）を設けて、仮に、PC版と路肩や各PC版間の目地が損傷した場合でも、漏水等により路盤材が乱されないよう配慮した。

本工事の場合は、アスファルト中間層を設けたことで路盤表面の平坦性が改善され、これが防水層としての効果も期待できるため、ポリエチレンフィルムなしで施工した。

なお、ポリエチレンフィルムを介在させると、路盤とフィルムとの間に空気レンズ（空気密封部分）が生じる可能性もあり、この危惧もなくなった。

アスファルト中間層を路盤材として評価すると、粒調碎石の約2.5倍の強度になるといわれ、路盤の強度改善にもつながった。つまり、一石三鳥の効果をもたらしたわけである。

図-2に舗装打替え前後の道路横断面図を示す。

(2) PC版の形状および寸法

従来のPC版寸法は、運搬上の制約から、長さは10m以下、幅は2.5m以下とされており、通常の道路における走行車線幅3.25mを2分割して、版幅を1.6m~1.7mとする場合が多かった。

ところで、PC版自体は、他のアスファルト舗装や鉄筋コンクリート舗装に比べて、プレストレスの効果により荷重や変形に対して“耐久的である”といえる。しかしながら、各PC版間の目地は、他のコンクリート舗装と同様に、目地材の経年劣化等により将来の損傷原因ともなりかねない。

今回は、PC版の製作工場が栃木県内で、運搬経路の

◇工事報告◇

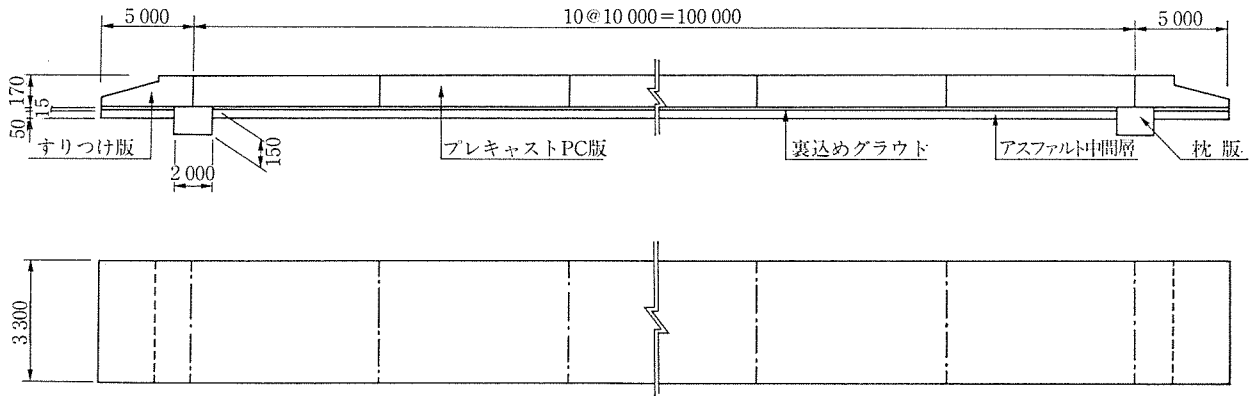


図-3 PC版割付け図

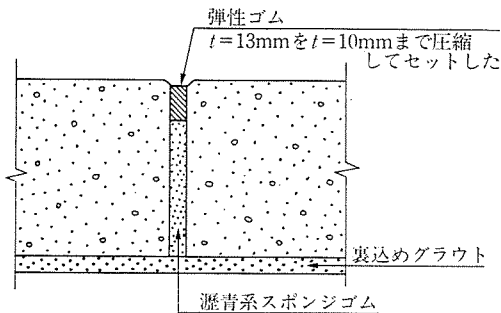


図-4 横目地部

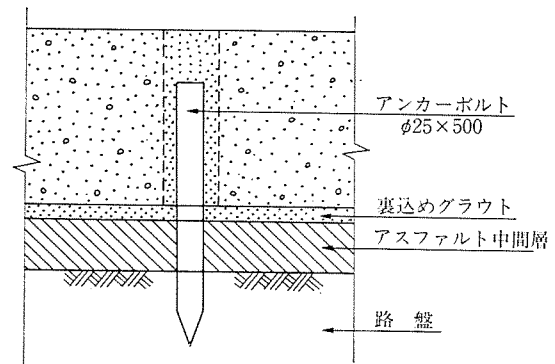


図-5 ずれどめ工

条件がととのったことから、PC版の幅を3.3mとし、低床トレーラーで運搬することとした。

ただし、運搬は午後10時から翌朝6時までの比較的交通量の少ない時間帯に行った（特殊車両通行許可の条件）。

なお、版幅を大きくとることによりPC版枚数を減らし、かつ目地延長を減少することができたので、各PC版間のジョイント工やPC版敷設工に関わる費用の削減も可能となった。

PC版の割付け図を図-3に示す。

(3) 横目地の構造

従来の目地構造は、PC版上面から3cm~4cm下端にバックアップ材を挿入し、その上に瀝青系注入目地材を施工するものであった。

しかし、この注入目地材は、温度差や走行車両の衝撃振動等により剥離したり逸脱したりして隙間が生じ、そこから雨水等が浸入してPC版下の路盤を乱す原因となっていた。

今回は、目地材として軟質系弾性ゴムを使用し、PC版敷設時にこのゴムに強制圧縮力を与えて、50°Cの温度変化にも追従できる構造とした。

このゴムは免震装置用に開発されたものであり、走行車両の衝撃振動等にも十分対応できるものと期待されている。

図-4に横目地部の詳細を示す。

(4) ずれどめ工

本工程対象は全4車線中の上り1車線（中央分離帯側の車線）で、延長100m分であった。つまり、路肩側車線が軟質なアスファルト舗装であるため、施工後数年が経過すると、PC版がアスファルト舗装側にずれて、中央分離帯とPC版との間に隙間が生じることが考えられる。

したがって、図-5に示すように、裏込めグラウト充填孔を利用して、直径が25mmで長さが50cmのアンカーボルトを路盤内に打ち込み、ずれどめ対策を行った。

(5) 各PC版間のジョイント

今回採用したジョイントは水平スリッパ方式である。

図-6に示すように、PC版敷設前は左側の箱抜き鋼管に長さ70cmのスリッパを挿入しておき、最左端のグラウト注入孔を利用してピンでスリッパを仮止めしておく。スリッパの外周にはスプリングが巻かれており、スプリングの右端は箱抜き鋼管に、左端はスリッパの最左端に取り付けられている。つまり、スリッパはスプリングが引き伸ばされた状態で左側のPC版に内蔵されている。

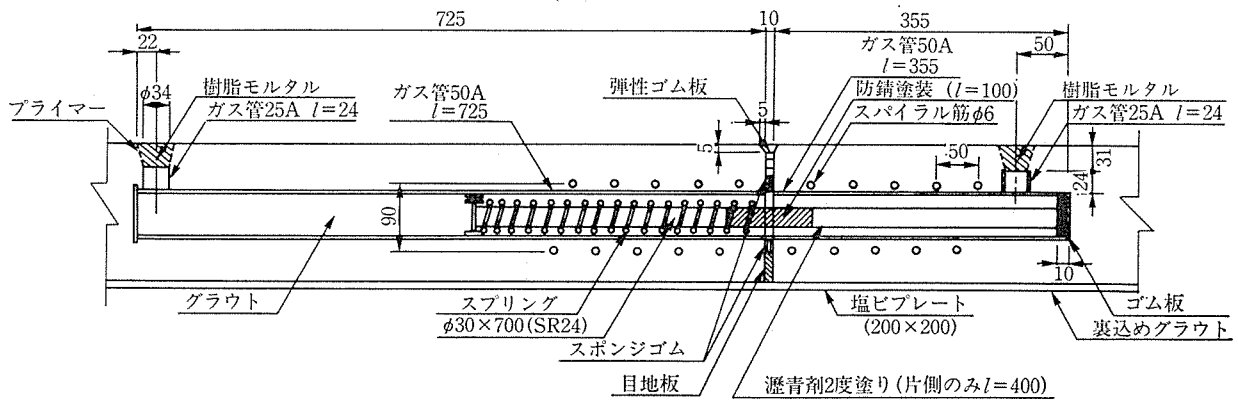


図-6 結合部詳細図

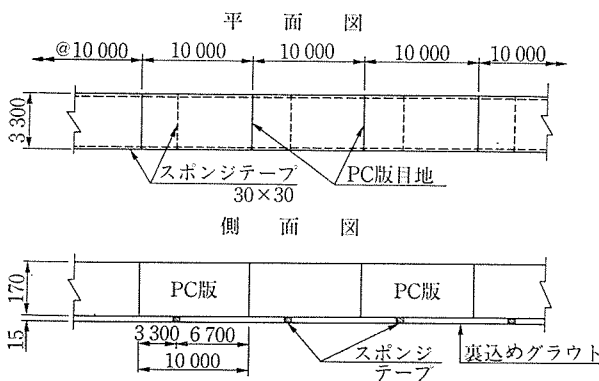


図-7 裏込めグラウト流出止め用スポンジテープの配置

表-1 PC版寸法表

	L	l ₁	l ₂
P-1	10000	0	0
P-2	9991	0	9
P-3	9978	9	13
P-4	9974	13	13
P-5	9977	13	10
P-6	9978	10	12
P-7	9970	12	18
P-8	9967	18	15
P-9	9965	15	20
P-10	9965	20	15
平均	9977	-	-

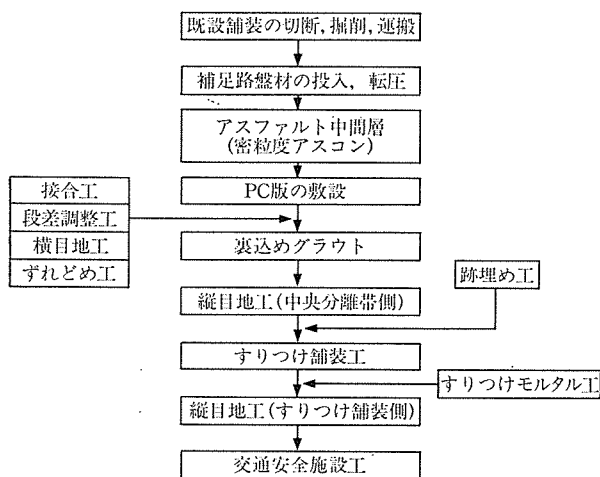


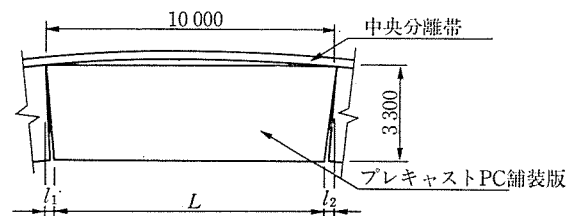
図-8 施工工程

PC版敷設後にピンを抜き取ると、スリップバーはスプリングの復元力で右側の箱抜き鋼管内に挿入される。

(6) 裏込めグラウト

裏込めグラウトには、施工が冬期であること、および早期の交通開放を目的として、強度の発現が早い超早硬セメントを使用した。

また、グラウトが隣接PC版間の目地下にも完全にいきわたるように、グラウト流出止め用のスポンジテープ



を、図-7のように、目地部を避けて配置した。

4. 施工

施工の工程を図-8に示す。

4.1 現地調査および測量

打替え場所の平面線形は R=∞~800m 区間のパーチカル曲線内にあつたため、PC版の製作寸法は、入念な現地測量を行い決定した。

使用したPC版は10枚すべてが異なった形状寸法となったが、型枠(鋼製)は1セットとし、端型枠の側型枠への取付け角を任意に調整可能な構造として対処した。

表-1にPC版の寸法表を示す。

本工事では、施工延長中の中ほどにカルバート形式の

◇工事報告◇

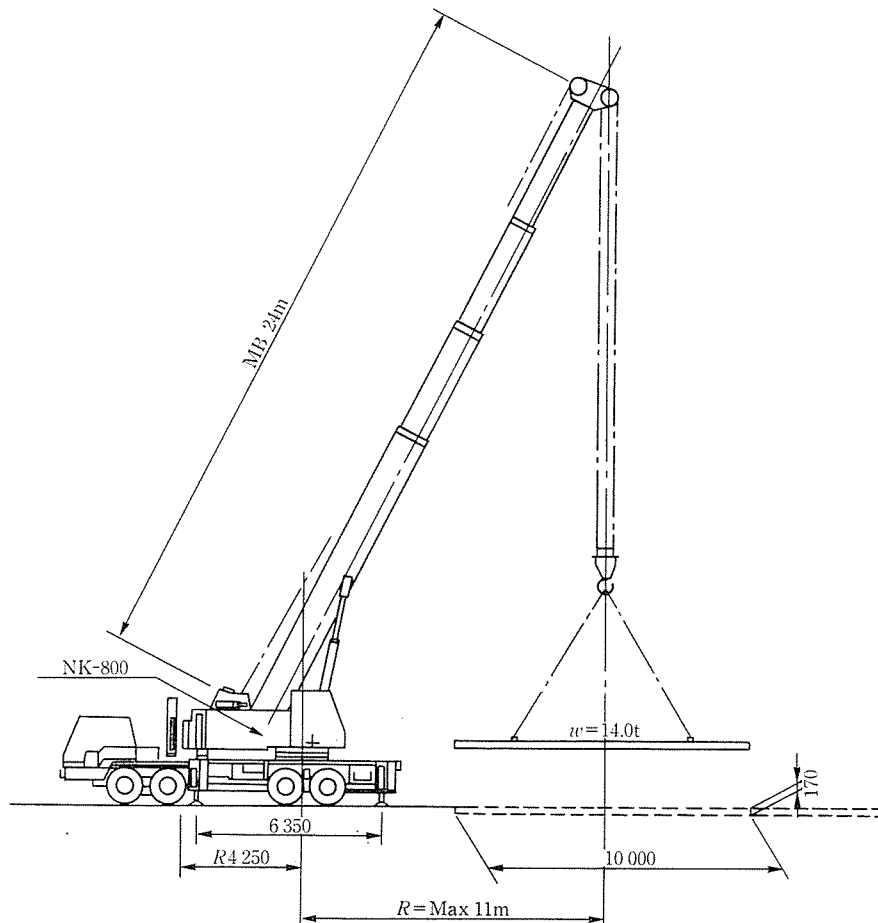
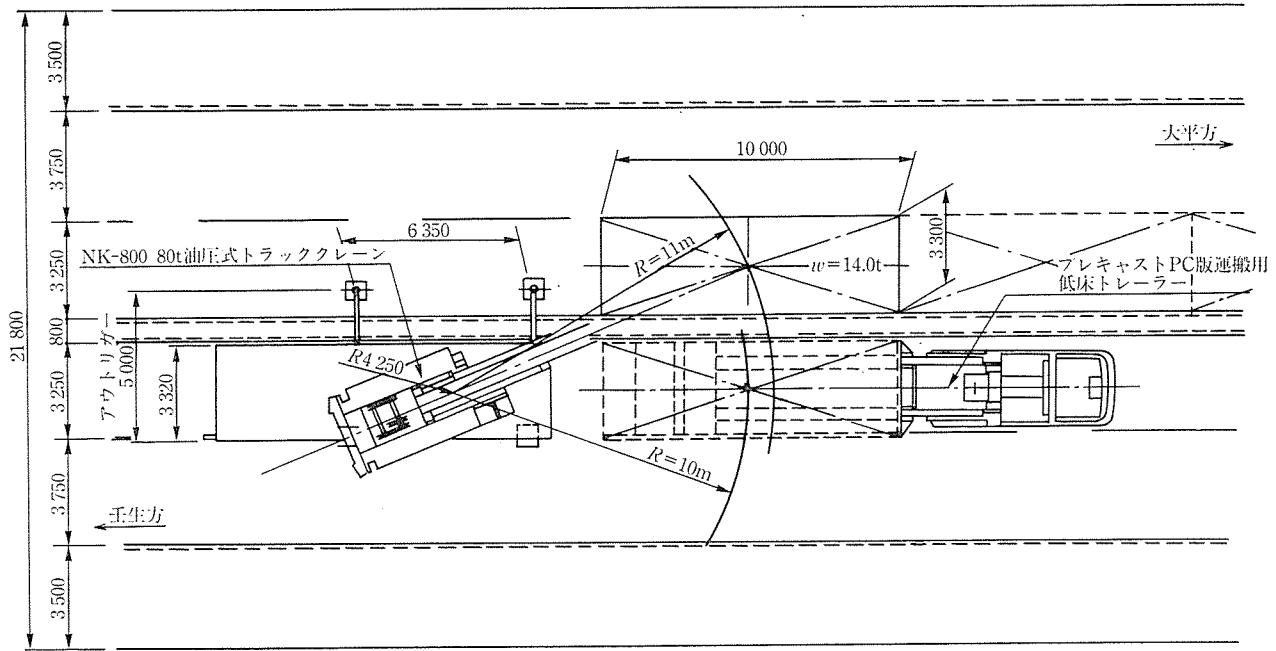


図-9 PC版敷設要領図

水路があった。この天端高さを測定したところ、PC版をカルバート上面に直に置いた場合、PC版上面が現路面高さよりも約2cm高くなる結果となった。したがって、急拠、計画路面高さを全体的に2cmアップするこ

ととした。周囲のアスファルト舗装部分とのすりつけは、車両進行方向については3.5m、横断方向については50cmの幅で、対流動用アスファルトによる舗装で対処した。

4.2 PC版の製作

PC版は、通常のプレテンション方式による工場製品であるが、舗装面を規則的な滑り防止面とするため、型枠の底面が舗装面となるように、逆打ちとした。

型枠底面にはプラスチック製の粗面形成板を貼り付けた。

プレストレスの導入は蒸気促進養生後の材令1日で行ったが、この時、製品と同一養生した円柱供試体の強度が 350 kgf/cm^2 以上であることを確認した。

設計基準強度が 400 kgf/cm^2 であるのに対して、プレストレス導入強度が 350 kgf/cm^2 以上と高いため、事実上の配合強度は後者から決定された。

プレストレス導入強度をこのように定めたのは、舗装版が版端近くで大きな曲げを受ける部材であり、PC鋼材とコンクリートとの間に十分な付着強度を期待したためである。

4.3 準備工

既設舗装版の切断および掘削は、全延長100mを一括して行った。なお、切断は、車両進行方向にはPC版据付け端部より約40cm、横断方向には5cmほど、大きめに行った。

補足路盤材として粒調砕石(M-40)を投入し不陸整正した後、平板載荷試験を行って、K30が 28 kgf/cm^3 以上であることを確認した。

そして、その上に厚さ50mmのアスファルト中間層(密粒度アスコン)を施工した。

4.4 枕版工

両端のPC版とすりつけ版の目地部直下に、早強セメントを使用した鉄筋コンクリート版($\sigma_{ck}=210 \text{ kgf/cm}^2$)を施工した(図-3参照)。

4.5 PC版の搬入および敷設

PC版の運搬は35t低床トレーラーにより行ったが、特殊車両通行上の制約から運搬時間帯を22:00から翌朝の6:00までとした。

施工箇所の近隣にPC版の仮置き場所がなかったため、図-9のように下り線の1車線を交通規制してトレーラーを配置し、PC版を直取り敷設することとした。

敷設は、油圧式80tトラッククレーン1台にて行ったが、1日(正味5時間)当り6枚(PC版5枚、すりつけ版1枚)の作業スピードであった。

PC版の敷設状況を写真-1に示す。

4.6 段差調整、接合、横目地およびずれどめ工

隣接PC版間の段差調整には、写真-2のような調整機具を使用し、ベースプレートのボルトを締め付けることにより行った。

横目地材としてPC版端部に厚さが13mmの軟質系

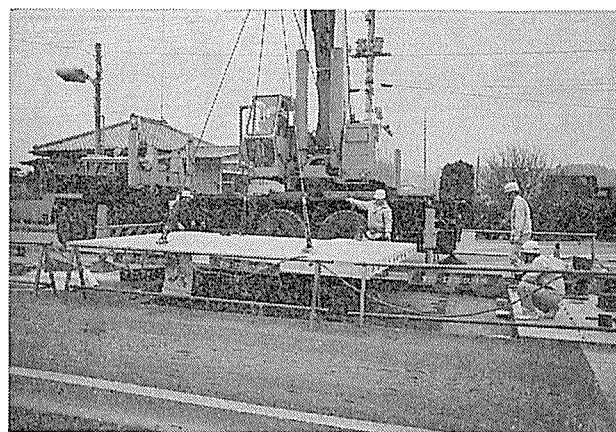


写真-1 PC版敷設状況



写真-2 段差調整機具

ゴムが挟み込まれており、左右のPC版を跨いで設置されている水平テンションバー後部のナットをねじ込むことにより、ゴムを厚さ10mmまで圧縮させる。

つぎに、裏込めグラウト充填用として設けられている孔を利用して、路盤中に $\phi 25 \times 500 \text{ mm}$ (SS41)のアンカーボルトを打ち込んだ。

4.7 裏込めグラウト工

裏込めには超早硬セメントを使用した水セメント比が80%のグラウトを用い、その練混ぜは2袋用強制練りミキサー、充填は電動グラウトポンプにより行った。

ただし、充填は、PC版がグラウトの圧力で持ち上がらないように、注入ノズルを付けないグラウトホースから直に流し込んで行った。

写真-3に裏込めグラウトの作業状況を示す。

4.8 跡埋め工

スリップバーのグラウト注入孔、裏込めグラウト孔、各種埋込みインサート孔等にエポキシ系樹脂モルタルを充填した。

4.9 縦目地工

中央分離帯側の縦目地は、路面より4cm下端までドライモルタルを打ち込み、上部は瀝青系加熱注入目地材を施工した。



写真-3 裏込めグラウト充填状況



写真-4 施工状況

表-2 実施工程表

工 種	2/25	28	3/1	3/5	3/6	3/10	3/11	3/15
PC版製造	2/25	2/25						
既設舗装版の切斷、掘削、撤去	2/25	2/27						
補足路盤材投入、転圧		2/28						
アスファルト中間層		3/1						
枕版工		3/2						
PC版敷設		3/3-3/4						
裏込めグラウト		3/3-3/4						
縦目地工					3/9	3/10		
跡埋工					3/10	3/12-3/13		
すりつけ舗装工					3/11			
すりつけモルタル工					3/12			
交通安全施設工							3/14	
あと片付け							3/14	

3/5 ← 3/8
雨天のため施工中断
(PC版上面の清掃・
仕上げ作業にあてた)。

路肩側の縦目地は、幅 50 cm のすりつけ舗装を行った後、深さ 4 cm のカッター目地切りを行い、中央分離帯側と同様に加熱目地材を注入した。

4.10 工 程

実施工程を 表-2 に示す。

雨天のため 4 日間の施工の中断があったが、PC 版の製作工を除いた、現場での全工程を 18 日間で終了した。

施工上最も留意した点は、雨天対策であった。

既設舗装版の撤去から PC 版の敷設までは路盤上をビニールシートでおおい、縦断の最も低い起点側の隅角部に釜場を設けて、排水対策を行った。

PC 版の敷設は雨天日を避け、裏込めグラウトの充填は PC 版を敷設したその日のうちに行った。

PC 版敷設後版下に雨水等が溜ると、それが除去されるまでグラウトの施工ができなくなるし、その排出作業にも手間がかかる。グラウトの注入圧力によって雨水等を押し出すことも考えられるが、この場合グラウトのロ

スが膨大となり、かつ路面上がグラウト混じりの水で汚れるので、好ましくない。また、グラウトが水で希薄される懸念もある。

5. あとがき

通称“ダンプ街道”と呼ばれる重交通道路での通行規制を行いながらの工事であったが、当初予定していたおりの工期で、無事故で竣工を迎えることができた。

その後約 8 か月間を経過したが、周囲のアスファルト舗装部分に大きな轍掘れが生じているのに対し、PC 版舗装部分は、PC 版自体はもちろんのこと目地等も健全である。

本工法は、他のアスファルト舗装等に比べて当初の舗設費用は割高であるが、維持補修や管理を含めた長期間にわたるトータルコストでは決して劣るものではないと期待している。

特に、重交通道路、複雑な応力状態下にある交差点部、さらには維持補修が困難とされているトンネル内等では、逆に経済的になるケースもある。

今回は、延長 100 m という小規模な試験工事であったが、今後も追跡調査を行うとともに、より耐久性が高く、かつ本工法が普及していくための絶対条件である、さらなる経済性の追求を行っていくつもりである。

今後は、道路整備の進展に伴う道路ストックの増大により、その維持補修に多大な費用を要することが予想され、安全かつ円滑な道路機能を確保する見地からも、本工法の活用はますます広がっていくものと思われる。

最後に、横目地に用いた軟質系弾性ゴムの構造決定に際し、多大なる御協力を戴いた(株)BBM の関係諸氏に深謝を申し上げる。

【1989 年 12 月 2 日受付】