

一般報文

コンクリート舗装の供用に伴う各性能の経年変化の一考察 ～供用20年のコンクリート舗装に対する継続的な調査結果～

内田雅隆・寺田 剛・藪 雅行

1. はじめに

コンクリート舗装はアスファルト舗装に比べ耐久性が高く、設計期間を20年として設計されている。そのなかで、平泉バイパスは、供用20年になり設計期間を迎えたことから、今後疲労等による損傷が発生することも予想される。しかし、コンクリート舗装の損傷メカニズムや供用による各性能への影響に関しては不明確な点もある。そこで、本検討では経年変化を把握するために重要である舗装工事記録、施工直後の調査結果¹⁾がある平泉バイパスを対象として、供用による各性能の経年変化を把握することを目的に追跡調査を実施した。また、コンクリート舗装にはひび割れが開かない効果を期待し鉄網が設置されており、平泉バイパスでは、鉄網の効果を検討するため鉄網設置区間、未設置区間を設けていることから、鉄網の効果についても検討した。

2. 調査概要

2.1 調査箇所

調査は、岩手県西磐井郡平泉町の国道4号平泉バイパスの第2、3、4工区にて実施した。図-1に調査箇所、表-1に工区割を示す。平泉バイパスは全長が約5.8kmで、そのうち約2kmが普通コンクリート舗装（全4工区）である。舗装構成は、設計交通量区分N7に基づき、経験に基づく設計法により設計された舗装構成であり、路床のCBR12以上、厚さ15cmの路盤の上に、4cm厚の中間層が敷設され、コンクリート版厚は30cmである。第2工区では試験的に鉄網設置区間と鉄網未設置区間を設けている。図-1に示すように、第3工区、第4工区は一関遊水地堤防と併設しており、最大で高さ14mの盛土区間も設けられている。調査は、第2工区は27枚、第3工区は66枚、第4工区は37枚のコンクリート版を対象として実施した。なお、第4工区は、供用16年の調査は維持工



図-1 調査箇所

表-1 工区割

工区	2工区	3工区	4工区
施工規模	L=2,020m W=8.25m A=12,640m ²		
舗装構成	Con版30cm 中間層4cm 路盤15cm 路床のCBR12以上		
設計交通量の区分	N7 (舗装計画交通量:3000台以上/日・方向)		
目地	横収縮目地間隔10m 縦目地:突合せ目地		
施工延長	257m	655m	406m
鉄網有無	無(一部有)	無	有
盛土施工時期	昭和62～63年		平成10～11年
盛土高さ	H=6～14m		

事の関係上、No.1～No.24までの24枚、それ以外の調査年ではNo.19～No.37の19枚について調査した。また、調査対象には一部上り区間が含まれているが、交通条件に違いがある可能性もあるため、調査結果の整理は下り線のみを対象として行った。

2.2 調査項目

調査項目は、舗装の構造性能を評価するために舗装たわみ測定装置（以下「FWD」という。）により版央のたわみ量と目地部及び横断ひび割れ発生箇所の荷重伝達率、路面のすべり抵抗性を評価するためにDFテスターにより動的摩擦係数、舗

装版の損傷程度を把握するために目視によりひび割れを測定した。調査は供用9、16、18、20年目に実施した。

FWDは載荷荷重98kNにてBWP（外側車輪通過位置と内側車輪通過位置の間）を測定した。荷重伝達率（ E_{ff} ）はFWDによる98kN載荷時の D_0 たわみ量および D_{300} たわみ量から式（1）により算出した。

$$E_{ff} = \frac{D_0}{(D_0 + D_{300})/2} \times 100 (\%) \quad \cdots (1)$$

ここに、 D_0 ：載荷点直下のたわみ量(μm)

D_{30} ：載荷点から30cmの位置のたわみ量(μm)

動的摩擦係数の測定方法は、「舗装調査・試験法便覧(S021-3)回転式すべり測定器による動的摩擦係数の測定方法」に準拠し、DFテスターを用い実施した。DFテスターの測定位置はOWP（外側車輪通過位置）とし、動的摩擦係数の測定結果

は各工区複数の版での測定結果の平均を用いて整理した。なお、動的摩擦係数の測定は、第2工区、第3工区で実施した。

ひび割れの測定方法は、「舗装調査・試験法便覧(S029)舗装路面のひび割れ測定方法（1）スケッチによる方法」に準拠し、併せてひび割れ幅についても測定した。

3. 調査結果

3.1 FWDによるたわみ量調査結果

図-2～図-4に版央での D_0 たわみ量測定結果を示す。版央の D_0 たわみは、各版で多少異なるたわみ量を示したが、概ね80～150 μm 程度のたわみ量を示し、供用によっても大きな変化は見られないことから、供用20年においてもコンクリート版自体は健全と判断できる。

図-5～図-7に目地部での荷重伝達率算出結果を

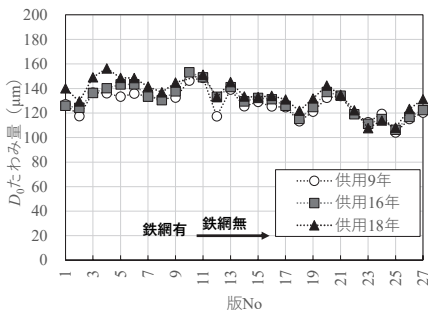


図-2 版央での D_0 たわみ量測定結果（第2工区）

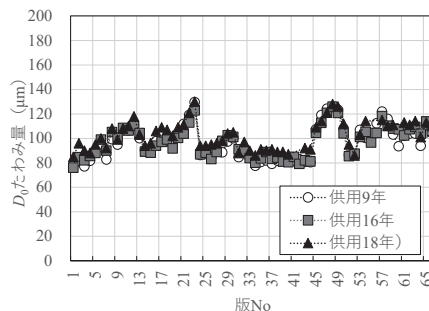


図-3 版央での D_0 たわみ量測定結果（第3工区）

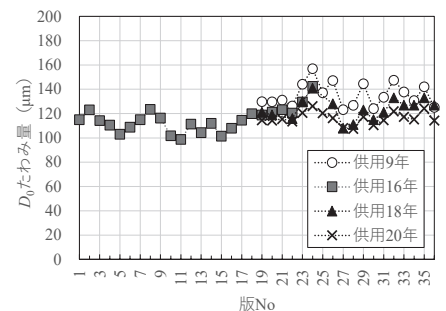


図-4 版央での D_0 たわみ量測定結果（第4工区）

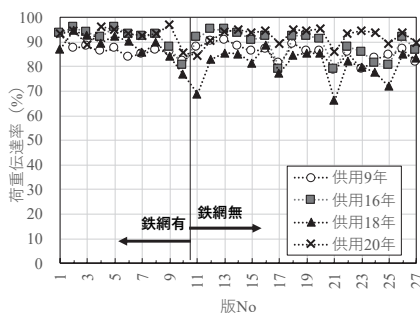


図-5 目地部の荷重伝達率算出結果（第2工区）

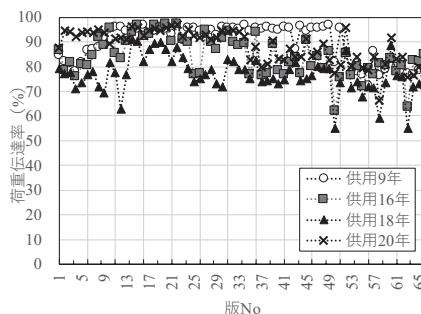


図-6 目地部の荷重伝達率算出結果（第3工区）

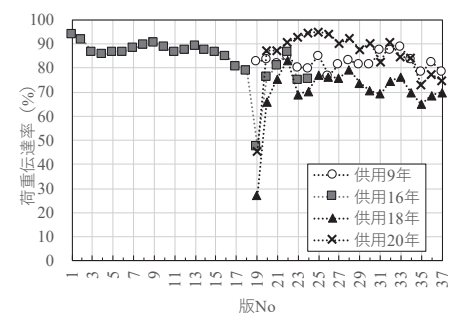


図-7 目地部の荷重伝達率算出結果（第4工区）

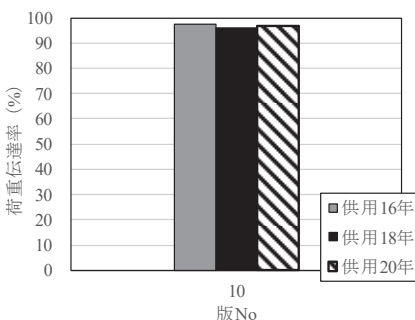


図-8 横断ひび割れ発生箇所での荷重伝達率算出結果（第2工区）

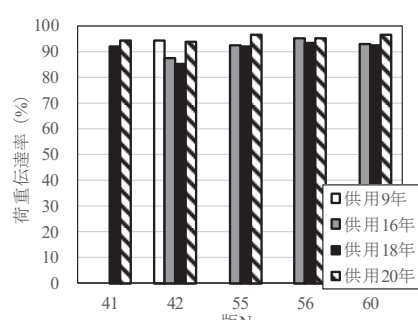


図-9 横断ひび割れ発生箇所での荷重伝達率算出結果（第3工区）

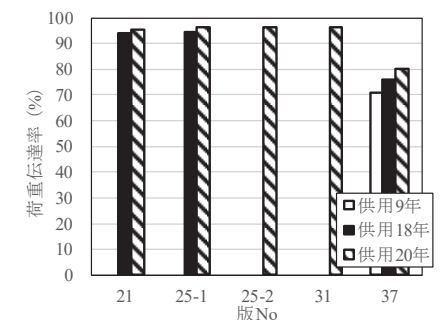


図-10 横断ひび割れ発生箇所での荷重伝達率算出結果（第4工区）

示す。目地部の荷重伝達率は、第3、4工区の一部の目地では、荷重伝達性能が不十分とされる65%未満を示していることから、目地部の荷重伝達性能が低下している傾向にあった。一方、工区全体で評価すると供用20年での荷重伝達率の平均は、第2工区で92.5%、第3工区で88.1%、第4工区で85.0%を示した。いずれの工区も荷重伝達性能が十分とされる80%以上を示したことから工区全体で評価すると十分な荷重伝達性能を示した。

図-8～図-10に横断ひび割れが発生した箇所での荷重伝達率算出結果を示す。横断ひび割れが発生したコンクリート版は、第2工区では1枚、第3工区では5枚、第4工区では5枚であった。供用20年でのひび割れ部の荷重伝達率は、第4工区の版No.37で79.9%、それ以外のひび割れ部での荷重伝達率は80%以上を示し、供用による荷重伝達率の大きな低下は確認されず、横断ひび割れ部においても十分な荷重伝達性能を示した。

以上の結果より、供用20年までにおいて版央、目地部、横断ひび割れ部の構造性能に、顕著な性能の低下は確認されなかった。

3.2 動的摩擦係数の測定結果

表-2に動的摩擦係数測定結果を示す。動的摩擦係数は、供用に伴い若干低下傾向にあるものの供用20年では、第2工区は0.45、第3工区は0.49を示し、維持修繕要否判断の目標値²⁾である0.25を満たし、良好なすべり抵抗性を示した。

3.3 ひび割れ調査結果

表-3にひび割れ度の経年変化を示す。ひび割れ度は、コンクリート版に発生した単位面積あたりのひび割れ長さである。コンクリート舗装の理論的設計法において対象とする構造的破損はコンクリート版によるひび割れであり、その損傷度合を示す指標としてひび割れ度を用いることが多い。「舗装設計便覧」では、疲労によるひび割れ度10.0cm/m²を構造的な破壊と仮定している³⁾。平泉バイパスのひび割れ度は、供用により若干増加傾向にあり、供用20年では、第2工区は6.8cm/m²、第3工区は5.6cm/m²、第4工区は7.1cm/m²であった。しかし、構造的な破壊と仮定されるひび割れ度10.0cm/m²には至っておらず、FWDによる調査結果でも構造性能の顕著な低下は確認されなかったことから、平泉バイパスは設計期間を迎えても構造的な破壊には至っていないと推測できる。

3.4 鉄網有無による比較

鉄網は、コンクリート舗装にひび割れが発生した場合にひび割れが開かない効果が期待されている。一方で、鉄網を用いることによって二層施工とせざるを得ず、コールドジョイントなどの初期欠陥発生可能性があること、さらにひび割れが発生したコンクリート版では、鉄網が降伏しており、ひび割れが開かない効果は、ほとんど期待できない⁴⁾ことも指摘されている。そこで、鉄網の効果を確認するため、鉄網設置工区、未設置工区にて比較を行った。

表-4に供用20年での鉄網設置工区、未設置工区での平均ひび割れ幅の比較を示す。工区毎で差異はあるものの平均ひび割れ幅でみると、供用20年の平均ひび割れ幅は、鉄網設置工区で0.30mm、鉄網未設置工区では0.33mmを示した。本調査の範囲では、供用20年の調査結果からは、鉄網の有無により、平均ひび割れ幅に明確な差は確認で

表-2 動的摩擦係数測定結果

測定工区	動的摩擦係数 μ_{60}			
	供用 9年	供用 16年	供用 18年	供用 20年
第2工区	0.51	0.47	0.46	0.45
第3工区	0.53	0.50	0.49	0.49

表-3 ひび割れ度の経年変化

測定工区	ひび割れ度 (cm/m ²)		
	供用16年	供用18年	供用20年
第2工区	4.2	6.8	6.8
第3工区	5.7	4.9	5.6
第4工区	未調査	6.0	7.1

表-4 鉄網有無による平均ひび割れ幅の比較
(供用20年)

鉄網 有無	測定工区	平均ひび割れ幅 ^{*1} (mm)
有	第2工区 (鉄網設置工区)	0.45 【10.0】
	第4工区	0.15 【36.8】
	平均	0.30
無	第2工区 (鉄網未設置工区)	ひび割れ未発生
	第3工区	0.33 【25.8】
	平均	0.33

※1：対象工区におけるひび割れ発生を確認した版のひび割れ幅を平均した。

※【 】内は各工区内のひび割れ発生を確認した舗装版の割合(%)。

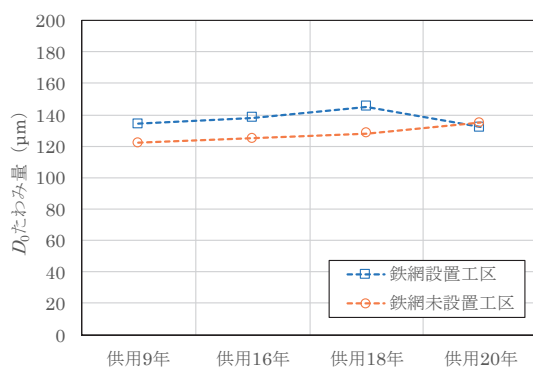


図-11 鉄網有無による平均 D_0 たわみ量の経年変化 (第2工区)

きなかった。

続いて、鉄網が構造性能に与える影響を把握するために、第2工区における鉄網設置工区、未設置工区でのFWDによる版央の平均 D_0 たわみ量の経年変化を図-11に示す。供用9、16、18年までは鉄網未設置工区に比べ鉄網設置工区の方が若干高く推移していたが、供用20年では同等の D_0 たわみ量であった。よって、本検討の範囲では、鉄網が構造性能に与える影響は確認できなかった。

4. おわりに

コンクリート舗装の供用による各性能の経年変化を把握することを目的に、供用9、16、18、20年において追跡調査を実施した。その結果、一部の目地部に荷重伝達性能の低下が確認されたものの、構造性能、すべり抵抗性、ひび割れなどに顕著な性能の低下は確認されず、供用20年を経てもコンクリート舗装の高耐久性が示唆された。また、平泉バイパスは、最大高さで14mの盛土区間があり、コンクリート舗装は高い剛性があるため、沈下が発生する可能性のある盛土部へは適さない

との指摘も存在するが、本調査の範囲では、盛土に起因するような局所的沈下などの損傷は確認できなかった。しかし、今回の調査では、コンクリート舗装版の調査に留まり、盛土沈下量の調査や路盤、路床の状態確認などは実施していない。今後コンクリート舗装の盛土への適用性について検討するためには、盛土沈下量の調査等併せて行うことが重要と考える。

今後も継続して調査を行うことにより、コンクリート舗装の供用に伴う性能の把握、鉄網の効果、盛土区間への適用性等を検討していく予定である。

なお、本報告は、東京農業大学、石川工業高等専門学校、北海道科学大学、(一社)セメント協会、土木研究所との「コンクリート舗装の点検・診断・措置技術に関する共同研究」の一環として行ったものである。

謝 辞

本調査の実施に当たり、東北地方整備局 岩手河川国道事務所 水沢国道維持出張所の関係者様にご協力頂きました。ここに深い感謝の意を表します。

参考文献

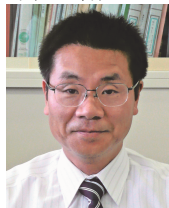
- 1) 小松 寿、飯田 俊幸：コンクリート舗装の合理化施工 国道4号・平泉バイパスのスリップフォーム工法、セメント・コンクリート、pp.14～21、No.638、2000.4
- 2) (社)日本道路協会：道路維持修繕要綱、1978.7
- 3) (社)日本道路協会：舗装設計便覧、2006.2
- 4) 吉本 徹、堀内智司、小梁川 雅、竹内 康、西澤辰男：コンクリート舗装の鉄網の効果について、土木学会第66回年次学術講演会、pp.641～642、2011.9

内田雅隆



研究当時 土木研究所道路技術研究グループ舗装チーム交流研究員、現 太平洋セメント㈱
UCHIDA Masataka

寺田 剛



土木研究所道路技術研究グループ舗装チーム 総括主任研究員
TERADA Masaru

藪 雅行



土木研究所道路技術研究グループ舗装チーム 上席研究員
YABU Masayuki