

セメントコンクリート舗装の適用性に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 25～平 26

担当チーム：道路技術研究グループ舗装チーム

研究担当者：久保 和幸、渡邊 一弘、
堀内 智司

【要旨】

国内における舗装のうち、セメントコンクリート舗装のシェアは5%程度と諸外国と比べても低い状態にあるが、耐久性の観点から国土交通省が適材適所において積極的に活用するよう各種施策を打ち出しており、近年その施工量が増加している。一方で、セメントコンクリート舗装はコンクリート版に高い剛性がある故に、圧密沈下が発生する可能性のある軟弱地盤上や盛土部等へは適さないとの指摘も存在する。そこで、本研究では、長期供用されてきた現道のセメントコンクリート舗装区間を抽出し、盛土高や軟弱地盤、盛土内の横断構造物の存在と供用性の関係について検討することにより、セメントコンクリート舗装の適用条件の明示や現場条件を考慮した工夫事例の収集・提案を試みた。

その結果、盛土高と完成後から現況までの沈下量との間に相関は見られるものの、沈下量と20m区間単位の路面性状データの間には相関は確認されず、本検討区間の分析からは土工が均質に施工され、局所的な沈下が発生しないような通常の盛土区間でもセメントコンクリート舗装が適用可能であることが分かった。一方で、盛土内の横断構造物に着目して詳細検討を実施したところ、横断構造物に近接する区間（概ね前後10m程度）の範囲でコンクリート版の損傷が進行している傾向が確認できた。これは、当該区間の盛土が不均等に沈下することによるものと考えられ、横断構造物前後の盛土の十分な締固めといった施工上の工夫や当該部分は部分的にアスファルト舗装を採用するといった対策案が有効と考えられる。

キーワード：コンクリート舗装、盛土、横断構造物、適用条件

1. はじめに

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。）は、昭和40年代以前は3割以上のシェアを占める¹⁾など、舗装の中で一定以上の割合を占めてきた。しかし、それ以降の高度経済成長に伴い、道路整備が急速に進展し、アスファルトの供給増ともあいまり、アスファルト舗装が舗装の主流となり、現在ではコンクリート舗装のシェアは5%程度と諸外国に比べても低い状態にある。

一方、近年では厳しい財政的制約等から、社会インフラの長寿命化が求められており、国土交通省も長寿命化に関する各種施策²⁾を打ち出している。その一つに「国土交通省技術基本計画」³⁾の中で、「コンクリート舗装等耐久性の高い素材の採用等によるライフサイクルコストの縮減を目指す。」と明記され、コンクリート舗装に関する関心が高まり、施工量も増加傾向にある。また、NEXCO中日本高速道路（株）においては、コンクリート舗装持つ構造的な耐久性に着目し、トンネル区間で標準採用している⁴⁾コン

ポジット舗装について、新東名高速道路では土工区間でも標準採用とした⁵⁾他、阪神高速道路（株）においては耐久性の他、機能性等の観点から、淀川左岸線にてポーラスコンクリート舗装⁶⁾を採用するに至っている。

しかし、コンクリート舗装の採用にあたっては、コンクリート版に高い剛性があるが故に、圧密沈下が発生する可能性のある軟弱地盤上や盛土部等へは適さないとの指摘も存在する。そこで、本研究では、長期供用されてきた現道のコンクリート舗装区間を抽出し、盛土高や軟弱地盤、地下の横断構造物の存在と供用性の関係について検討することにより、コンクリート舗装の適用条件を明らかにすることや現場条件を考慮した工夫事例の収集・提案を試みることにした。

2. 地盤の影響等と供用性の関係検討

2.1 検討方法

直轄国道のコンクリート舗装の中から様々な地盤

表-1 検討対象区間

路線・地区・方向	地域	距離標	舗装種別	延長(km)	盛土高(m)	供用年数	土工～舗装工事間
A路線(上下)	東北	446.82～448.85	普通コンクリート舗装	2.03	約2～15	11	直後と10年起
B路線(上下)	関東	75.41～77.6	連続鉄筋コンクリート舗装	2.19	約0～7	21	直後
C路線(上り)	関東	22.68～24.93	普通コンクリート舗装	2.25	概ね切土区間	25	直後(舗装工事と一体)
C路線(下り)	関東	22.68～24.93	普通コンクリート舗装	2.25	約0～7	43	ー

注1) 供用年数は、路面性状データ取得時の供用年数、土工～舗装工事間は土工完成後から舗装工事着手までの期間

注2) A線は高盛土区間を含む

注3) B路線は一部転圧コンクリート舗装(終点側0.37km)

注4) C路線(上り)は一部厚さ0.2～0.3m程度の盛切交錯区間が存在(22.68～23.28kP)

A路線			B路線		
表層	普通コンクリート	t=30cm	表層	連続鉄筋コンクリート	t=30cm
中間層	アスファルト舗装	t=4cm	中間層	セメント安定処理	t=20cm
路盤	C-40	t=15cm	路盤	セメント安定処理	t=20cm
路床			路床	CBR12%	

C路線(上り)			C路線(下り)		
表層	普通コンクリート	t=30cm	表層	普通コンクリート	t=25cm
中間層	アスファルト舗装	t=4cm	中間層	アスファルト舗装	t=4cm
路盤	M-40	t=15cm	路盤	M-30(16cm) C-40(30cm)	t=46cm
路床			路床		

図-1 各区間の舗装構成

条件(盛土区間を含む。)を含み、連続して1km以上の延長、供用年数が10年以上、調査可能な関東近傍の箇所は3カ所であった。3箇所の概要を表-1に、舗装構成を図-1に示す。これらの箇所に関して、道路管理者から舗装工事の完成図書や直近の路面性状データ等の貸与を受けた他、地盤データについては国地盤情報検索サイト⁷⁾からもデータを入手した。完成後からの路面の沈下量を把握するには現在の測量データが必要となるが、絶対座標高さを取得する測量には多額のコストがかかるため、ここでは現状の路面高さデータとして3次元国道アーカイブデータ(H23)⁸⁾を活用した。国道アーカイブデータの路面高さデータは、走行しながら3次元点群データ(座標)を取得してGPSの位置情報とリンクさせているもの(走行車両の挙動補正有り)であり、絶対座標としては測定誤差を有するものとなる。しかしながら、点群データを高速で連続的に取得しており、一定区間内の相対高さの評価は信頼可能と考えられる。これらの整理項目を表-2に示す。

これらの項目から、完成後の路面の沈下量を算出し、沈下量と地盤条件、路面性状データとの関係を確認することとした。路面の沈下量は、完成図書の計画高さの測点毎(測点間隔概ね20m毎)に算出した。現況路面高さは、コンクリート版が基本的に車線毎の版配置となっていることから、当該測点箇所近傍の外側外側線、中央線(又は車両通行帯境界線)、

表-2 整理項目

整理した項目	使用した資料
地盤条件データ	路盤高さ、盛土高さ、切土高さ、地盤高さ、施工着手時期、完成時期
地盤データ	国地盤情報検索サイト※ TRABISデータ
現在の路面高さのデータ	3次元国道アーカイブデータ(H23)
路面性状データ	舗装管理支援システムデータ(H25)
舗装データ	施工時期、舗装種別、施工箇所、設計CBR
	舗装管理支援システムデータ等

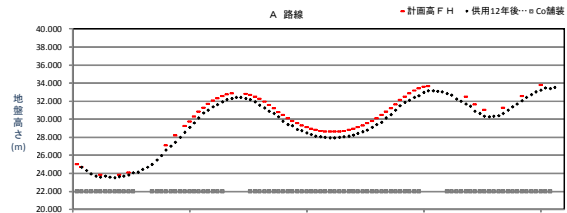


図-2 A路線の完成高さと現況高さ(整理例)

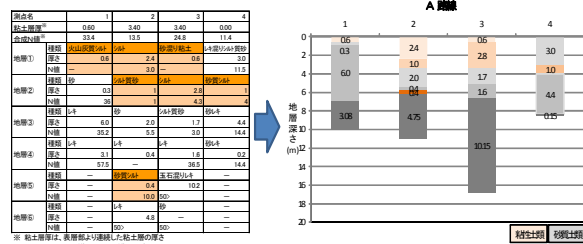


図-3 A路線の地盤条件(整理例)

内側外側線の高さの平均をとることとした。沈下量の整理例を図-2に示す。

また、地盤条件は、対象区間近傍のボーリング等による地盤情報(層構成、厚さ、N値)を把握し、図-3に示すようにそれらの情報を整理し、表層部より連続した粘土層の厚さ及び合成N値を算出した。

2.2 沈下量と盛土高

沈下量と盛土高の関係を図-4～7に示す。なお、右側の軸のスケールが大きく異なることに留意が必要である。これらの結果から、沈下量と盛土高の測

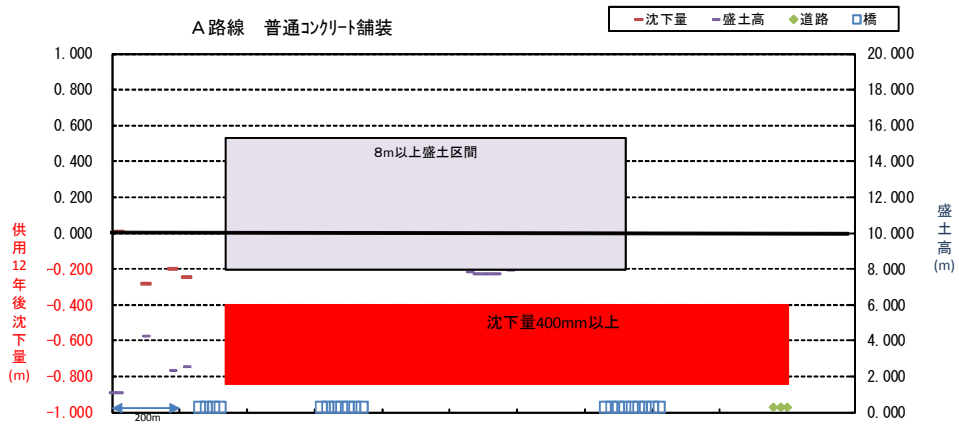


図-4 沈下量と盛土高の関係 (A 路線)

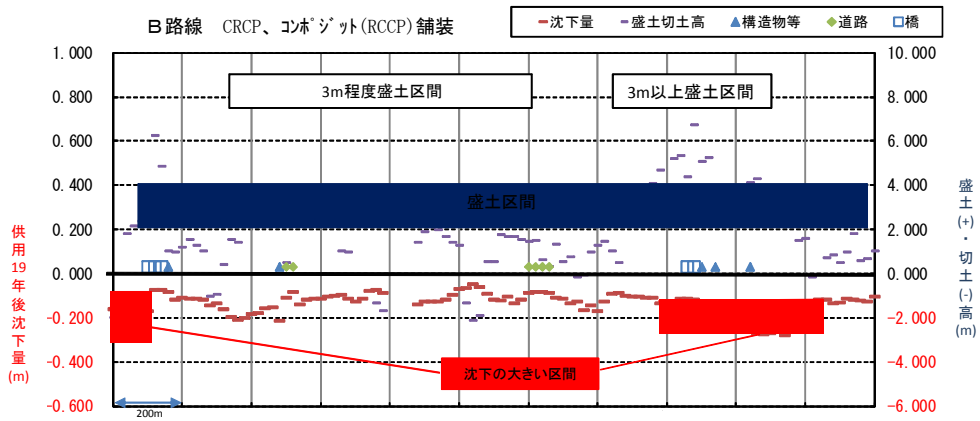


図-5 沈下量と盛土高の関係 (B 路線)

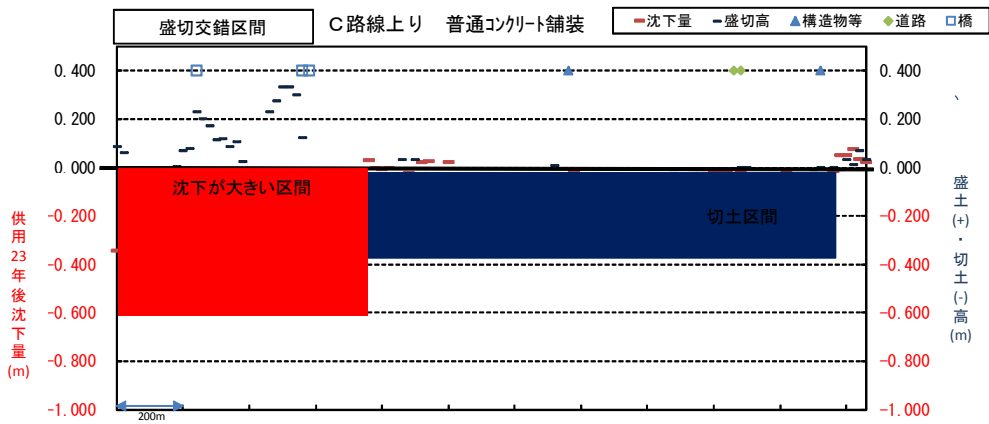


図-6 沈下量と盛土高の関係 (C 路線 (上り))

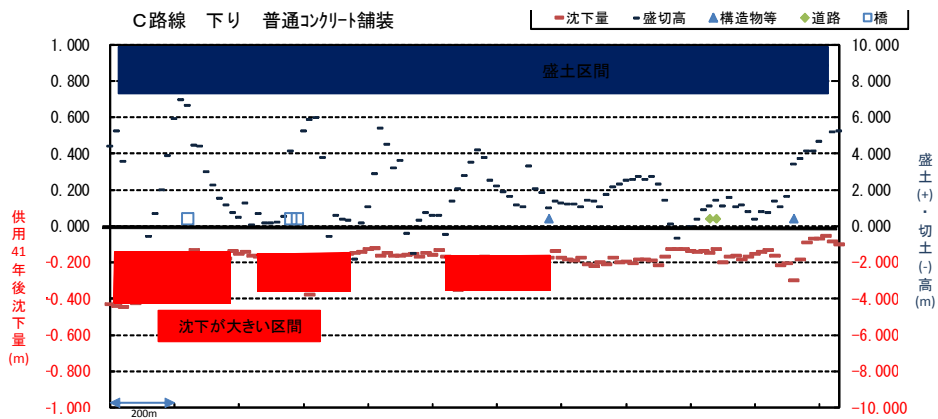


図-7 沈下量と盛土高の関係 (C 路線 (下り))

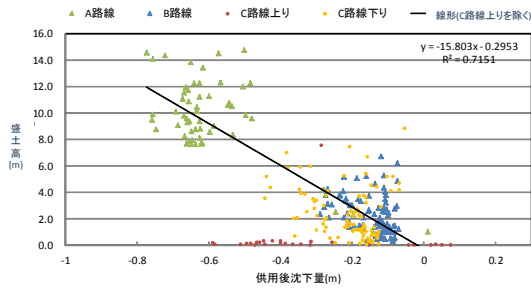


図-8 沈下量と盛土高の相関関係

点毎の相関をとったものを図-8に示す。C路線（上り）を除く盛土高と沈下量の関係は相関がみられることが分かる。なお、C路線（上り）については、下り線施工時に上り線も同時に盛土がなされ、上り線施工時にはこの盛土済みの高さを地盤高としているためと考えられる。

2.3 沈下量と地盤条件

近傍のボーリングデータが比較的豊富なC路線を対象に、沈下量と粘土層厚（表層部より連続した粘土層厚）の関係を図-9,10に示す。これらの図から沈下量と粘土層厚の関係は見られない。A路線、B路線も同様の結果となった。また、沈下量と合成N値（各測点の各層のN値を層厚を用いてN値の3乗則

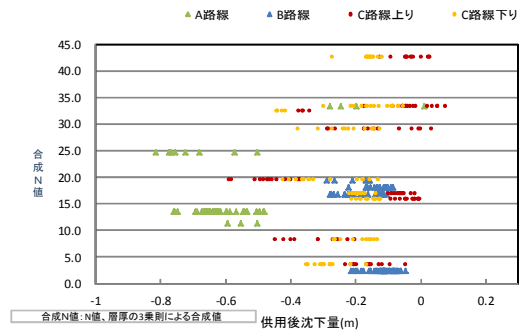


図-11 沈下量と合成N値の関係

により求めた指標）の関係を図-11に示す。この図からも合成N値と沈下量の関係は見られない。これらより、盛土高と違い、対象区間の地盤条件の範囲内では沈下量と地盤条件の間には関係はなかった。

2.4 沈下量と盛土施工時期

表-1に示すとおり、A路線では路線内で盛土施工時期と舗装工事の間の差（直後と10年超）がある区間がある。盛土高がほぼ同等の範囲でこの影響を調べたが、以下のとおり沈下量に有意な差を確認することはできなかった。

直後：平均沈下量-0.652m(盛土高6～14m、6測点)
 10年超： " -0.636m(" 10m、45測点)

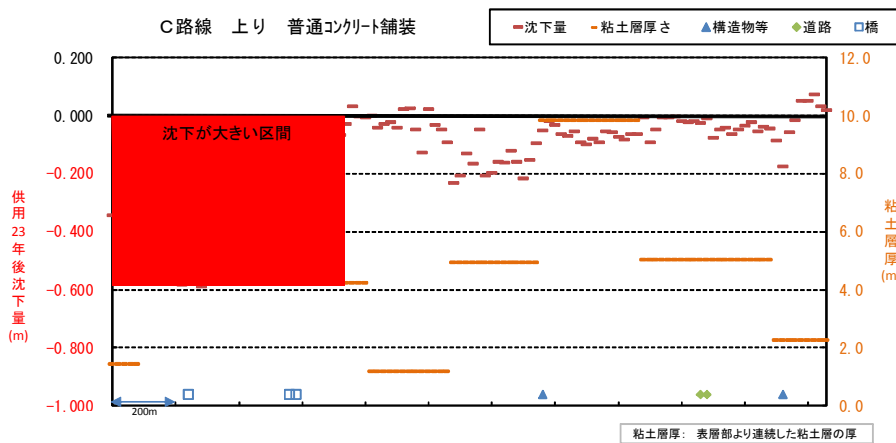


図-9 沈下量と粘土層厚の関係（C路線（上り））

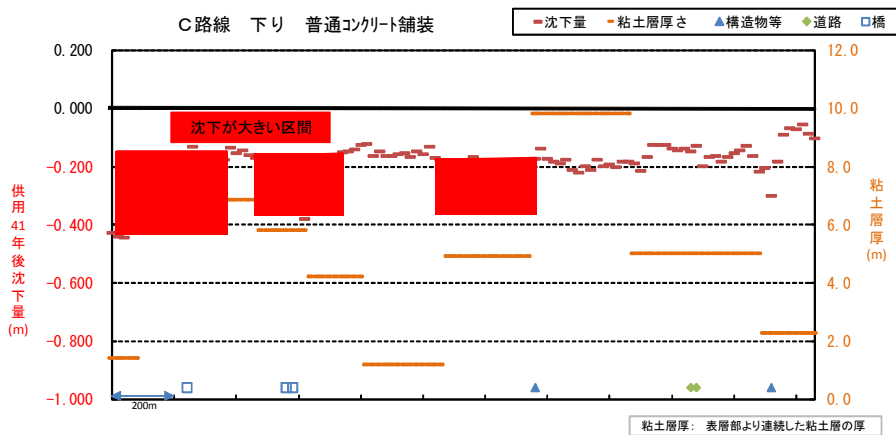


図-10 沈下量と粘土層厚の関係（C路線（下り））

2. 5 沈下量と路面性状

沈下量と平たん性 (20m 評価区間) の相関を図-12 に、ひび割れ度 (20m 評価区間) のそれを図-13 に示す。なお、ひび割れ度の整理にあたっては、連続鉄筋コンクリート舗装である B 路線は A 路線及び C 路線に比べて極端に高く、構造上許容している横ひび割れを含んで評価していると考えられるので、ひび割れ度との相関の整理にあたっては、A 路線及び C 路線を対象としている。これらの結果、対象区間の供用条件の範囲内では沈下量と直近の路面性状の間には関係はなかった。

2. 6 地盤の影響等と供用性の関係のまとめ

対象区間における検討結果より、盛土高と供用後の路面の沈下量の間には関係があることが分かった。しかし、沈下量が多い所ほど構造的破損が進展してひび割れ度が大きくなるといった沈下量と供用性の間には関係は見いだせなかった。これは、路面は完成後沈下するものの、盛土自体が隣接区間とほぼ均等に沈下することによって剛性の高いコンクリート版に局所的な応力が発生せず追従可能であることが推察される。これより、土工が均質に施工され局所的な沈下が発生しないような通常の盛土区間では、コンクリート舗装も十分採用可能であると考えられる。また、検討対象区間の地盤条件の範囲内では、原地盤の強度と沈下量の間にも関係は見いだせず、沈下量の多くは盛土自体の圧密沈下によるものと考えられる。

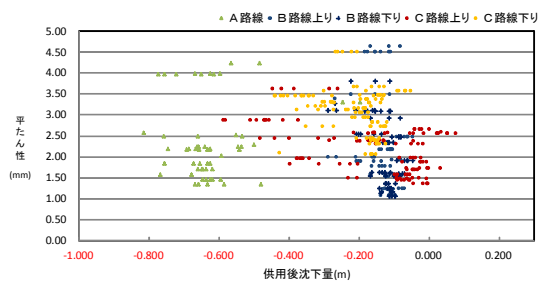


図-12 沈下量と平たん性の関係

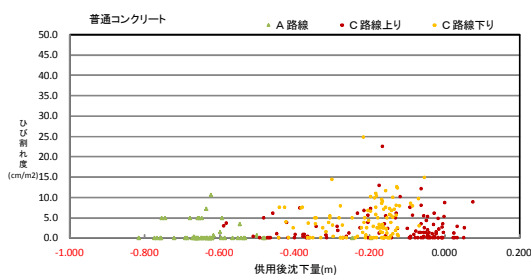


図-13 沈下量とひび割れ度 (A,C 路線) の関係

3. 横断構造物と供用性の関係検討

3. 1 検討方法

前章の結果より、20m 評価区間の路面性状データを用いた分析結果からはコンクリート舗装と均質に施工がなされている場合の盛土区間の適用性に支障はないと考えられたが、盛土の均質な施工に影響を及ぼしうる盛土部の横断構造物の存在と供用性の関係について検討を行った。

検討の対象路線としては、A 路線～C 路線のうち、コンクリート版を連結する構造である普通コンクリート舗装で供用年数の大きい C 路線 (上り・下り) とした。なお、当該区間の一枚のコンクリート版の延長は 10m である。

検討方法は、道路管理者から貸与された工事完成図や路面性状データと MMS で取得された国道アーカイブデータを重ね合わせ、横断構造物の位置を確認し、横断構造物の位置と路面性状データ (20m 単位) のひび割れ度の関係を整理することとした。次に、それらのデータをもとに、注目する横断構造物近傍について当該構造物を含む 40m の区間でコンクリート版 (延長 10m) 単位でひび割れスケッチとともにパッチングの位置確認を行うこととした。これらのデータの重ね合わせイメージを図-14 に示す。

3. 2 横断構造物とひび割れ度の関係

当該検討区間内の 20m 評価単位のひび割れ度について、横断構造物直上の区間から離れる区間毎に分類し、平均ひび割れ度を算出したものを図-15 に

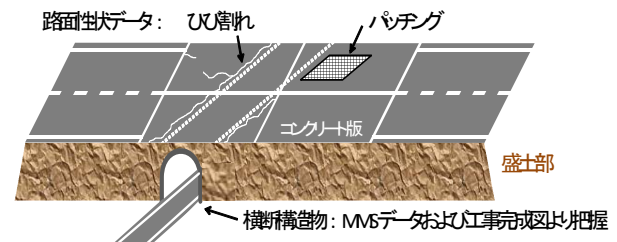


図-14 データの重ね合わせとひび割れスケッチ

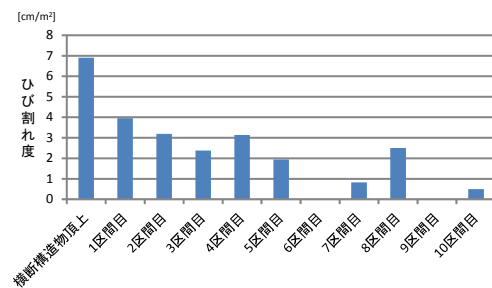


図-15 横断構造物とひび割れ度の関係

示す。この図より、横断構造物に近い程ひび割れ度が高い傾向があることが分かる。盛土高や地盤条件とひび割れ度との関係は見いだせなかったが、盛土の均質な施工に影響しうる横断構造物の存在により、不均質な締固め・沈下等が発生し、コンクリート版にひび割れが発生していると考えられる。特に、横断構造物が含まれる区間（20m 単位）のひび割れ度は傑出して高い。

3. 3 横断構造物とコンクリート版単位での損傷の関係

コンクリート版単位（10m 延長）に着目し、横断構造物と損傷度の関係を示したものを表-3 に示す。損傷度については、横断構造物が含まれる 40m（コンクリート版 4 枚分）区間内において横断構造物直上の版、そこから 1 枚目の版、2 枚目の版毎にコンクリート版を分類し、ひび割れ又は面的にパッチングがなされている版の割合を損傷版の割合として、また、面的なパッチングがなされている版の割合をパッチングされている版の割合として整理した。

損傷版の割合については、横断構造物直上の版から 2 枚目に至るまで総じて高いが、その中でも、損傷が進行した結果補修がなされていると考えられる面的なパッチングがなされている割合は横断構造物直上とそこから 1 枚目の版で高いことが分かる。少なくとも、横断構造物の直上の版と当該版と隣接するコンクリート版の範囲では、損傷の進行がその他の区間より早くなる可能性があることが分かる。

3. 4 横断構造物と供用性の関係のまとめ

路面性状データのひび割れ度（20m 単位）と盛土内の横断構造物の関係の整理を通じ、横断構造物の存在が、その後のコンクリート舗装の供用性に影響を与えることが分かった。コンクリート版単位（10m 単位）に着目した詳細検討においても、横断構造物直上及び当該版と隣接する区間においては、その隣の版より損傷が進行している可能性が高いことが分かった。これより、横断構造物に近接する区間（概ね前後 10m 程度）においては、当該区間の盛土の不均等な沈下に特に留意することが必要と考えられ、例えば当該区間の盛土の十分な締固めといっ

表-3 沈下量とひび割れ度（A.C 路線）の関係

	横断構造物直上の版	横断構造物直上の版から1枚目	横断構造物直上の版から2枚目
損傷版の割合[%]	69	69	64
パッチングされている版の割合[%]	25	21	0

た施工上の工夫や部分的にたわみ性舗装であるアスファルト舗装を採用するといった対策案が有効と考えられる。

4. まとめ

本研究の結果、以下のことが分かった。

1)盛土高が大きいと供用後の路面の沈下量も大きくなるが、沈下量と直近の路面性状データの間に関係は見いだせず、盛土自体が隣接区間とほぼ均等に沈下することによって剛性の高いコンクリート版に局所的な応力が発生せず追従可能であることが推察される。これより、土工が均質に施工され局所的な沈下が発生しないような通常の盛土区間では、コンクリート舗装も十分採用可能であると考えられる。

2)一方で、ボックスカルバート等の横断構造物に近接する区間（概ね前後 10m 程度）でコンクリート版が構造破損している傾向が確認できた。これは、当該区間の盛土が不均等に沈下することによるものと考えられ、横断構造物前後の盛土の十分な締固めといった施工上の工夫や部分的にたわみ性舗装であるアスファルト舗装を採用するといった対策案が有効と考えられる。

なお、不均質に沈下してコンクリート版あるいはそれら同士の結合部に局所的な応力が発生している場合は、当該コンクリート版が隣接する版と路面の傾きが微小に異なる状態になっていることが考えられる。この微小な傾きの差は MMS から得られる 3 次元点群データを詳細に解析することにより判定できる可能性があり、その解析結果とコンクリート版の健全度の関係の整理には注目すべきと考えられる。

参考文献

- 1) 社団法人日本道路協会舗装委員会舗装設計施工小委員会：コンクリート舗装に関する技術資料：社団法人日本道路協会、2009. 8
- 2) 例えば、国土交通省：国土交通省インフラ長寿命化計画（行動計画）、2014. 5
- 3) 国土交通省：国土交通省技術基本計画～安心と活力のための明日への挑戦～、2012. 12
- 4) 東日本・中日本・西日本高速道路（株）：“コンポジット舗装”設計要領第一集、2009. 7
- 5) 岡利幸：新東名高速道路（御殿場～三ヶ日間）におけるコンポジット舗装の概要について、アスファルト、Vol. 54、No. 227、pp. 27～32、2012. 12

- 6) (一社)セメント協会：阪神高速道路で高速本線初のポーラスコンクリート舗装、セメント・コンクリート、No. 795、pp. 46～49、2013. 5
- 7) 国土地盤情報検索サイト：
<http://www.kunijiban.pwri.go.jp/jp/>
- 8) 3次元国道アーカイブデータ (MMS データアーカイブ) (株) パスコ：
http://www.pasco.co.jp/products/3d_rord/

A STUDY ON DISIRABLE PLACE FOR CEMENT CONCRETE PAVEMENT

Budged : Grants for operating expenses
General account

Research Period : FY2013-2014

Research Team : Road Technology Research Group
(Pavement Research Team)

Author : KUBO Kazuyuki
WATANABE Kazuhiro
HORIUCHI Satoshi

Abstract : In this study, we discuss the relationship between embankment height and the soft ground and the crossing structures in the embankment and serviceability. Furthermore, we explicitly the application conditions of cement concrete pavement, tried to collect and proposals for improvement case in consideration of the field conditions.

As a result, we demonstrated that cement concrete pavement can be applied in the embankment section local settlement does not occur and earthwork is homogeneously construction. On the other hand, damage of the paving concrete matter is confirmed a tendency in progress on a section proximate to crossing structures in the embankment (about longitudinal 10m). So that, in such places, we considered effective to adopt adequate compaction and asphalt pavement during construction

Key words : cement concrete pavement, embankment, crossing structures in the embankment, applicability