

近年施工された横断構造物上のコンクリート舗装の補強実態等に関する調査結果

堀内智司・若林由弥・桑原正明・渡邊一弘

1. はじめに

我が国の道路舗装のストックは、道路延長ベースで約100万km²と膨大なストック量となっており、道路舗装の維持管理におけるコスト縮減が課題となっている。その対策の一つとして、道路舗装の長寿命化を図るため、アスファルト舗装（以下「As舗装」とする。）よりも高耐久なコンクリート舗装（以下「Co舗装」とする。）の適材適所での活用が推進されている。平成24年度に国土交通省技術基本計画においてCo舗装の採用によるLCC縮減が明記されたことを始め、平成25年度には設計業務等共通仕様書が改訂され、道路詳細設計時にAs舗装とCo舗装をLCCの観点を含めて比較検討するように規定された。令和4年度にも設計業務等共通仕様書が改訂され、舗装種別選定時の確認項目を示したチェックシートを用いて照査したうえで舗装種別及び舗装構成を決定することが規定された。これらを通じ、より一層、Co舗装の適材適所での積極的な採用が進むと期待される。一方で、特にコンクリート版（以下「Co版」とする。）の下方にボックスカルバート等の埋設横断構造物（以下「横断構造物」とする。）がある場合には、構造物付近の不同沈下により損傷が早期に発生するおそれがあり、実際に既往研究²⁾で供用実態を調査した際に横断構造物上のCo版の一部においてひび割れが確認された。

そこで、近年施工された横断構造物上のCo舗装の補強実態やその供用性について確認することを目的として、損傷メカニズムを整理し、既往研究²⁾で収集した直轄国道のCo舗装の工事データを用いて、施工区間内に設けられた横断構造物の諸元やCo版の補強等の対策、Co版の損傷状況を追加で調査した。本稿にて結果を報告する。

2. 損傷メカニズムの整理

横断構造物がCo舗装に与える影響を確認するためには、損傷メカニズムの整理が必要である。そのため、道路協会図書等を対象に文献調査を実施し、

横断構造物を有するCo舗装に生じうる損傷種類およびそのメカニズムについて整理を行った。横断構造物を有するCo舗装で想定される損傷種類としてはひび割れや段差があり、その発生メカニズムを示すと図-1のように整理される。盛土部が時間経過に伴って圧密沈下する際、例えば横断構造物としてボックスカルバートが設置されていると、ボックスカルバート部とそれ以外で盛土高の違いから裏込め材の沈下量に差異が生ずる。この結果、ボックスカルバート周囲で不同沈下が生じることとなり、Co版ではひび割れや目地部の段差等が発生すると考えられる。

また、不同沈下の発生に起因するひび割れや目地部における段差の発生に関し、その進展に影響を及ぼす要因を整理するため、結果である特性がどのようなにしてもたらされたかを図式化して、そこに潜んでいる原因の究明に用いられる特性要因図を作成した。その結果をそれぞれ図-2、図-3に示す。横断構造物の存在に起因する損傷メカニズムについては、路体の不同沈下により、Co版の疲労蓄積を促し、また、目地部のダウエルバーの荷重伝達機能を間接的に低下させ、ひび割れや段差の進展を促進すると考えられる。

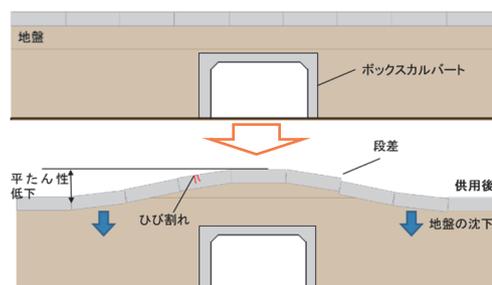


図-1 ひび割れや段差の発生メカニズム

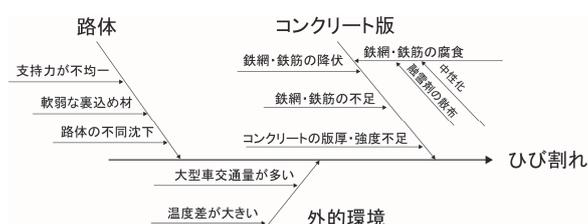


図-2 ひび割れの特性要因図

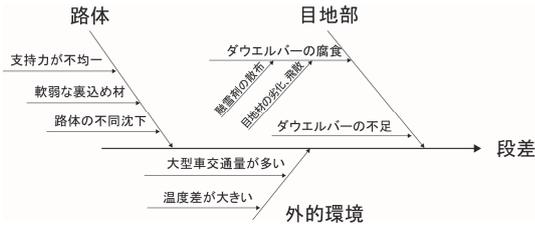


図-3 段差の特性要因図

3. 横断構造物及び補強実態に関する調査

2.の損傷メカニズムを念頭に置き、実際のCo舗装工事において、損傷の原因となる横断構造物の設置状況や、損傷を抑制するためのCo版の補強状況について図面等の調査を行った。

3.1 調査対象

過年度にCo舗装の供用実態等を確認するために収集した既往データ²⁾(平成25年度以降に着工し、平成30年度までに完了した直轄国道のCo舗装区間が含まれる工事)を対象に、図面等から横断構造物の有無について確認した。表-1に横断構造物が確認された工事の件数および横断構造物の数を示す。一連の工事の中にAs舗装の区間も含まれており、個々の区間の現場状況に応じた舗装種別選定の視点も考えられたことから、それらも整理対象としている。なお、北海道、関東、近畿の各地方については、横断構造物が確認できなかったため、分析の対象外とした。また、表-1に示したとおり、Co舗装では、いずれも普通Co舗装または連続鉄筋Co舗装が採用されている。

3.2 横断構造物の設置状況

舗装の下に横断構造物が確認された工事は45件で、確認された横断構造物の数は210箇所であった。このうち、55箇所の横断構造物上にはAs舗装が施工されていた。しかしながら、個々の工事内容を詳細に調査した結果、トンネルの前後区間のAs舗装区間の下に横断構造物が存在する事例がほとんどであり、横断構造物の存在によって剛性舗装であるCo舗装やたわみ性舗装であるAs舗装という舗装種別の使い分けはされていないと考えられた。

図-4に横断構造物の種類の内訳を示す。カルバートの種類については、縦断図等から形状を読み取り整理した。その結果、Co舗装、As舗装のいずれもボックスカルバートが最も多く、続いて管型構造物、アーチカルバートの順に多かった。

図-5に横断構造物が存在する箇所の土被り厚さについて整理した結果を示す。ここで、土被り厚さは

表-1 分析対象工事及び横断構造物数

地方	工事件数	横断構造物数				合計
		Co	普通Co	連続鉄筋Co	As	
東北	19	64	15	49	33	97
北陸	6	24	24	0	0	24
中部	4	12	0	12	5	17
中国	4	16	13	3	4	20
四国	1	0	0	0	6	6
九州	11	39	0	39	7	46
合計	45	155	52	103	55	210

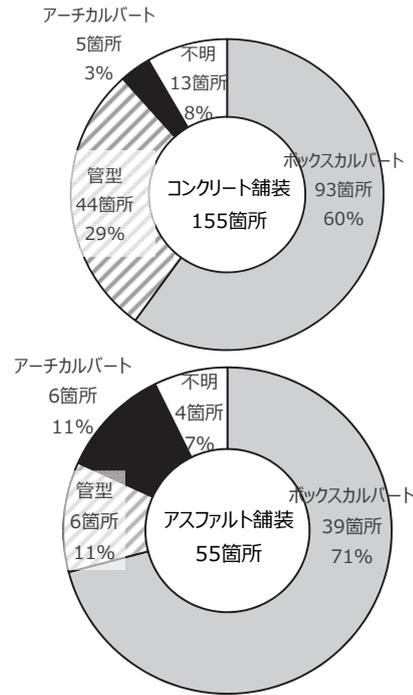


図-4 横断構造物の種類の内訳

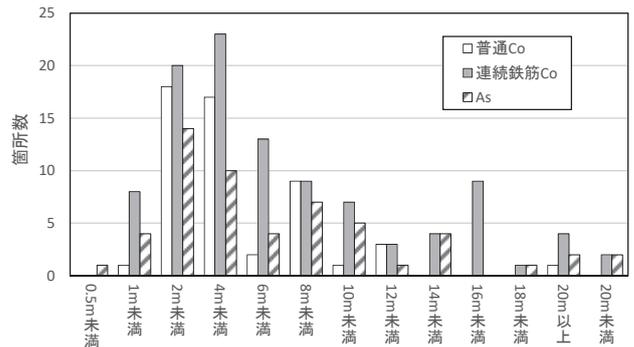


図-5 土被り厚さの分布

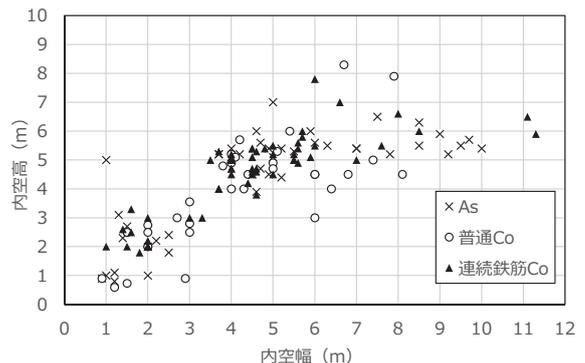


図-6 ボックスカルバートの大きさの分布

横断構造物の上面から路面までの厚さとした。Co舗装、As舗装のいずれも2m未満または4m未満の比較的浅い位置に横断構造物が設けられている箇所が多い傾向にあった。

図-6に、ボックスカルバートの内空幅と内空高の分布について整理した結果を示す。内空幅および内空高ともに4m～6mの範囲に含まれるボックスカルバートが多かった。

以上より、横断構造物の種類や土被り厚さ、横断構造物の大きさについてAs舗装とCo舗装では明確な差は見られず、このことから、横断構造物の存在によって舗装種別の使い分けはされていないと考えられた。

3.3 Co版の補強状況

横断構造物がある場合のCo版の補強としては、例えば、図-7のフローのような方法があり、横断構造物が路床内にある場合には鉄網D6を2重にする(鉄筋の追加)こと等が示されている。図-7は普通Co舗装を対象とした例であるが、連続鉄筋Co舗装も含め、横断構造物上のCo版において補強の種類を整理した結果を表-2に示す。いずれの種類も路床より深い層に横断構造物があるなど多くは補強されていなかったが、普通Co舗装については、鉄筋を追加したものや版厚を増加させたものなど、52箇所中6箇所Co版を補強した例が確認された。連続鉄筋Co舗装については、補強の種類は鉄筋の増加のみであったが、103箇所中25箇所補強した例が確認された。

4. 横断構造物上のCo版の調査

3. で整理したCo舗装において横断構造物による影響の有無や対策効果を確認するため、現地でひび割れなどの損傷調査を行った。調査対象は、横断構造物の寸法が内空高さ1m、内空幅1m以上のもので、現地で横断構造物の位置関係を確認できた箇所(普通Co舗装31箇所、連続鉄筋Co舗装63箇所)とした。

4.1 ひび割れ形状

確認された損傷として横断ひび割れの例を写真-1に示す。このほか、連続鉄筋Co舗装におけるY型・クラスタ型ひび割れや目地材の飛散や目地部の角欠け等の損傷が確認された。ここで、Y型・クラスタ型ひび割れや目地部の損傷(目地材の飛散、目地材のはみだし等)について、横断構造物が与える影響を確認するため、横断構造物の設置箇所

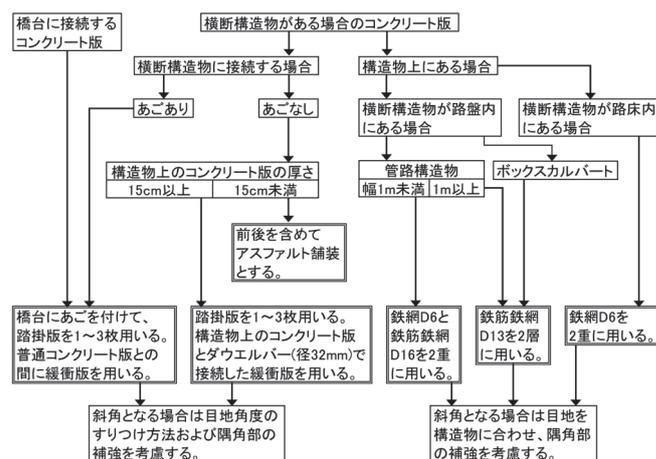


図-7 普通Co舗装の補強の有無と補強方法フロー³⁾

表-2 横断構造物上のCo版の補強の種類

補強の種類	普通Co	連続鉄筋Co
鉄筋の追加	4	25
版厚の追加	1	0
鉄筋径の増大	0	0
補強なし	46	78
計	52	103

の前後1kmにおける発生状況を確認した。その結果、Y型・クラスタ型ひび割れや目地部の損傷については横断構造物の埋設箇所以外でも生じていることが確認され、Y型・クラスタ型ひび割れや目地部の損傷は横断構造物に起因するとは考えにくいことから、横断ひび割れのみに着目して整理を行った。

4.2 損傷の発生状況

図-8及び図-9に損傷の発生状況を示す。連続鉄筋Co舗装については補強の有無にかかわらず損傷が確認されなかった。また、普通Co舗装については6箇所ひび割れは確認されたが、補強の有無と損傷の発生については、明確な関係性が見られなかった。これは、今回調査した箇所がいずれも施工後間もなく、そもそも損傷の発生数が少なかったことが大きな要因と考えられ、引き続き継続して供用性の調査を実施していく必要がある。

なお、図-8の普通Co舗装において、「鉄筋の増加」の補強事例4箇所の内、3箇所に横断ひび割れ等の損傷がみられたが、補強で用いた鉄網類はひび割れの発生を抑止するものではなく、ひび割れ幅の拡大を抑止してかみ合わせにより荷重伝達を確保する役割を担っており、更に長期の供用性を調査する必要がある。一方、無補強事例26箇所の内、3箇所損傷がみられた。土被り厚さや盛土高さで分析したも

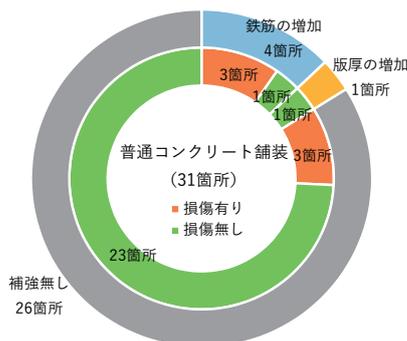


図-8 普通Co舗装における補強の有無と損傷の有無の関係

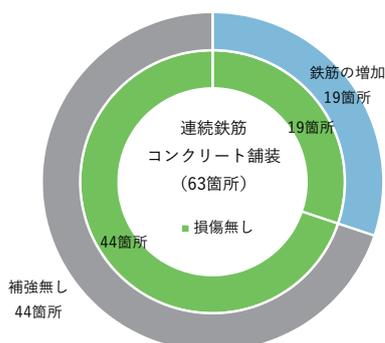


図-9 連続鉄筋Co舗装における補強の有無と損傷の有無の関係



写真-1 横断ひび割れの例

の、前述のとおり路床より下の路床内に横断構造物が存在する事例であり、損傷件数自体も少ないことから傾向は把握できなかった。横断構造物に起因する損傷か否かの観点を含め、今後の供用性を調査していく必要がある。

このほか、路面性状測定車を用いた3次元計測で縦断プロファイルを計測した結果、2.で整理したように横断構造物まわりで不等沈下の発生が疑われるものがあったが、Co版の補強等もあり、ひび割れ部及び目地部において、段差等の損傷は特に確認できなかった。

5. まとめと今後の課題

本稿では、近年施工された横断構造物上のCo舗装の補強実態及びその供用性について確認するため、損傷メカニズムを整理し、横断構造物の諸元やCo版の補強の有無について工事データから整理するとともに、Co版の損傷調査を実施した。その結果、横断構造物上の普通Co舗装だけでなく連続鉄筋Co舗装でも補強した事例がみられることや、その短期的な供用性は特に悪化していないことを確認できた。今後、継続して長期の供用性を調査することで、横断構造物の種類や形状、土被り厚さなどからCo舗装の供用性や補強工法に関する有用な知見を得られることが期待される。

本研究を通じ、近年採用が増加しているCo舗装について設計の実態把握に関する基礎資料を収集した。これらの材料も活用しつつ、構造細目の見直しも含めて、今後もCo舗装の適材適所で更なる活用に向け、研究を進めることとしている。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：道路統計年報、
<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/index.html>
- 2) 若林由弥、桑原正明、渡邊一弘：近年施工された直轄国道のコンクリート舗装に関する実態把握、土木技術資料、第63巻、第9号、pp22~25、2021
- 3) (公社) 日本道路協会：舗装設計便覧、2006.2

堀内智司



国土交通省国土技術政策総合研究所道路構造物研究部道路基盤研究室 主任研究官
HORIUCHI Satoshi

若林由弥



国土交通省国土技術政策総合研究所道路構造物研究部道路基盤研究室 研究官
WAKABAYASHI Yuya

桑原正明



研究当時 国土交通省国土技術政策総合研究所道路構造物研究部道路基盤研究室 主任研究官、現愛知県建設局 道路監
KUWABARA Masaaki

渡邊一弘



国土交通省国土技術政策総合研究所道路構造物研究部道路基盤研究室 室長
WATANABE Kazuhiro