

ライフサイクルを考慮した各種舗装の環境影響評価

株式会社トクヤマ 正会員 ○新見 龍男
太平洋セメント株式会社 正会員 桐野 裕介
一般社団法人セメント協会 正会員 吉本 徹
広島大学 フェロー会員 河合 研至

1. 目的

近年、高耐久性や地産地消など持続可能性の観点からコンクリート舗装が注目されている。舗装構造物に関する環境影響評価（LCA）はこれまでも実施されているものの、セメント製造時の廃棄物活用や資源消費等を考慮した総合的な評価は実施されていない。また、舗装構造物の LCA はコンクリート舗装とアスファルト舗装に関する評価が一般的であるが、コンクリート舗装とアスファルト舗装の特色を併せ持ったコンポジット舗装に関する評価は実施されていない。そこで本検討では、コンクリート舗装、アスファルト舗装、コンポジット舗装の LCA を実施し、それぞれの舗装構造物の特徴を示すことを目的とした。

2. 舗装条件および環境影響評価方法

評価対象は、路床より上部の目地ありコンクリート舗装（以下、JPCP）、アスファルト舗装（以下、ASP）、コンポジット舗装（以下、CP）とし、舗装延長 1,000m（幅員 3.75m、車線数 2）における建設後 50 年間の環境影響について舗装材料に関する評価を実施し、施工や解体の工事に関しては対象外とした。各種舗装の設計はコンポジット舗装について詳細な記述のある文献¹⁾を参考に、設計交通量を 10,000 台/日として舗装の構成および厚さを決定した（図 1）。JPCP は、表層はコンクリート版、路盤はセメント安定処理路盤

コンクリート舗装		アスファルト舗装		コンポジット舗装	
30 cm	表層:コンクリート版	4 cm	表層:PoAS	4 cm	表層:PoAS
15 cm	路盤:CS路盤	6 cm	基層:基層用AS	4 cm	中間層(上):SMA
	路床	20 cm	上層路盤:AS路盤	28 cm	CRC
		15 cm	下層路盤:CS路盤	4 cm	中間層(下):SMA
			路床	16 cm	路盤:CS路盤
					路床

図 1 舗装の構成および厚さ

	年	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
JPCP	Case1 新設	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
	Case2 新設	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
ASP	Case3 新設	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
	Case4 新設	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
CP	Case5 新設	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
	Case6 新設	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

図 2 各舗装の補修サイクル

（以下、CS 路盤）とした。ASP は、CBR は 10 とし、表層はポーラスアスファルト舗装（以下、PoAS）、基層は基層用アスファルト混合物（以下、基層用 AS）、上層路盤はアスファルト安定処理路盤（以下、AS 路盤）、下層路盤は CS 路盤とした。CP は、表層は PoAS、コンクリート版は連続鉄筋コンクリート（以下、CRC）、中間層（上）および（下）は碎石マスチックアスファルト混合物（以下、SMA）、路盤は CS 路盤とした。

各舗装の補修期間は不明な点が多いことから、文献¹⁾の設計年数を基にした場合と、設計年数以上供用する場合を想定した。JPCP は建設後 20 年および 40 年ごとに表層を打ち換える Case1 および Case2 とした。ASP は、建設後 10 年で表層、20 年で上層路盤より上部を打ち換える Case3、建設後 10 年ごとに表層、40 年で上層路盤より上部を打ち換える Case4 とした。CP は、CRC の耐用年数は 90 年以上²⁾との推測結果から補修部分は中間層（上）より上部とし、ASP より高耐久とされていることから、建設後 15 年で表層、30 年で中間層（上）と表層を打ち換える Case5、建設後 20 年で表層、40 年で中間層（上）と表層を打ち換える Case6 とした。図 2 に各舗装の補修サイクルを示す。

JPCP の表層および CP の CRC の使用材料および配合は文献³⁾と同じ条件とした。PoAS は文献⁴⁾を、SMA は文献⁵⁾を参考に決定した。基層用 AS は文献³⁾と同じ条件とした。CS 路盤のセメントは高炉セメント B 種とし混合量は 1.5%、AS 路盤のアスファルト混合量は 4.5%とした。それぞれの路盤の骨材の粒度分布は文献¹⁾を参考にして決定した。PoAS、SMA、CS 路盤、AS 路盤の配合を表 1 に示す。解体発生物の廃棄・リサイクルは、コンクリート塊は 99.3%が再利用、0.7%が埋立て処分され、アスファルトコンクリート塊は 99.5%が再利用、0.5%が埋立て処分されることとした³⁾。PoAS および AS 路盤はアスファルトコンクリート塊と同様に扱った。

キーワード 環境影響評価、コンクリート舗装、アスファルト舗装、コンポジット舗装、廃棄物活用、供用年数
連絡先 〒745-8648 山口県周南市御影町 1-1 (株)トクヤマ セメント開発グループ TEL0834-345-2515

本検討における評価項目は廃棄物（活用・排出）、地球温暖化、大気汚染、資源消費とし、環境貢献を正、環境負荷を負の値で表した。材料に関して、セメントのデータは文献 6) から引用した。PoAS や SMA に用いる改質アスファルト H 型（以下、改質 AS H 型）および II 型（以下、改質 AS II 型）は、アスファルトにスチレンブタジエンスチレン（以下、SBS）が添加されたものだが、SBS のデータが不明であったことからアスファルト分のみ考慮し、改質 AS H 型では質量で 95% が、改質 AS II 型では 92% がアスファルトとした 7)。セメントおよび骨材の各種排出量等は、材料や燃料使用量に土木学会が公表するインベントリデータ 8) を乗じることで算出した。アスファルトのデータは文献値 9) を引用または用いて算出した。また、アスファルトの原料原単位は原油 1000kg/t とした。以上の各種データに各評価項目に関する LIME3 の統合化係数を乗じ、それらの総和により評価結果を算出した。LIME3 の統合化係数は割引率 3% を用いた。なお、本検討における「廃棄物」と「副産物」の扱いについて 6)、「廃棄物」はセメントの受入れによる埋立て回避とみなし環境貢献とし、「副産物」（本検討では副産石こう）は一般に有償であり製品としての消費が前提と考えられるため、埋立て回避による貢献は考慮しなかった。

3. 評価結果

図 3 に、建設後 50 年間の各舗装の LCA 結果を示す。JPCP は地球温暖化を含めた環境負荷より廃棄物活用の環境貢献の方が大きかった。補修期間で比較した場合、Case2 の方が Case1 より環境貢献および各種環境負荷ともに小さくなり、統合化結果も小さい値となった。しかしながら、補修回数が少ない方がライフサイクルコスト（LCC）は小さくなることから、LCC との関係性を考慮した評価が必要と考えられる。ASP は、地球温暖化による負荷は小さいものの、アスファルトの原料に起因する資源消費の負荷が大部分を占めた。統合化結果は負荷の値を示したが、上層路盤より上部の打換え回数が減ることで負荷は小さくなった。CP は、廃棄物活用の貢献と資源消費および地球温暖化の負荷が評価値の多くを占めた。中間層（上）より上部を評価対象としていることから供用年数の増加による影響は環境負荷の減少のみであり、Case5 より Case6 の方が評価値は高かった。環境負荷のみで評価した場合、供用期間の長い条件ではいずれの舗装も同程度の評価値であった。

参考文献

1) 東日本・中日本・西日本高速道路株式会社：設計要領 第一集 舗装【保全編】【建設編】，2020

2) 洲崎尚樹ほか：コンボジット舗装における AS 中間層が耐久性に及ぼす検証，土木学会第 70 回年次学術講演会要旨集，pp.657-658，2015

3) 新見龍男ほか：大型車の燃料消費量を考慮したコンクリート舗装とアスファルト舗装の LCCO₂，舗装工学論文集，第 25 巻，I_69-I_76，2020

4) 本松資朗ほか：高機能舗装 II 型用混合物のダレに関する一検討，土木学会第 66 回年次学術講演会要旨集，pp.741-742，2011

5) 根本信行ほか：砕石マスキングのジャイレトリ試験機を用いた配合設定に関する研究，第 1 回舗装工学講演会講演論文集，pp.257-264，1996

6) 桐野裕介ほか：セメントのリサイクル資源活用を考慮した環境影響評価（その 10）第 73 回セメント技術大会講演要旨，pp.106-107，2019

7) 日本道路協会：舗装の環境負荷低減に関する算定ガイドブック，2014

8) 土木学会：コンクリートの環境負荷評価（その 2），2004

9) 新田弘之ほか：舗装資材の環境負荷原単位に関する検討，土木学会第 63 回年次学術講演会要旨集，V-064，pp.127-128，2008

表 1 各種舗装材料の配合

	混合量 (%)				骨材の混合比		
	改質 AS H 型	改質 AS II 型	セメント	アスファルト	砕石	砂	石粉
PoAS	6	-	-	-	12	72	11
SMA	-	5	-	-	52	35	13
CS 路盤	-	-	1.5	-	70	30	-
AS 路盤	-	-	-	4.5	78	20	2

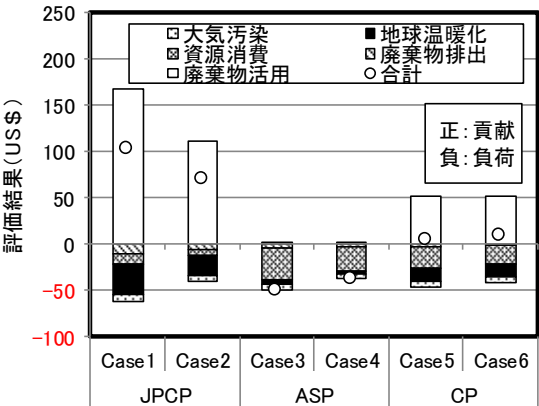


図 3 評価結果