

車道におけるインターロッキングブロック舗装の 長期供用性調査とライフサイクルコスト試算

唐沢明彦¹・田中秀和²・鳥居南康一³・柳沼宏始⁴・畑実⁵

¹正会員 太平洋セメント株式会社 中央研究所 (〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2)
E-mail: akihiko_karasawa@taiheiyo-cement.co.jp

²正会員 太平洋セメント株式会社 中央研究所 (〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2)

³正会員 太平洋セメント株式会社 中央研究所 (〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2)

⁴太平洋セメント舗装ブロック工業会 (〒135-0091 東京都港区台場 2丁目3番5号)

⁵太平洋セメント舗装ブロック工業会 (〒135-0091 東京都港区台場 2丁目3番5号)

著者らは、全国の車道に適用された、施工後10~28年が経過したインターロッキングブロック舗装50件を調査し、その長期供用性を評価した。そして、この調査結果を基にして修繕の条件を設定し、設計交通量区分N₃の普通道路におけるライフサイクルコストを試算した。この結果、設計交通量区分A交通とL交通の車道におけるインターロッキングブロック舗装は、その大部分が良好な長期供用性を有していることが分かった。また、今回のライフサイクルコスト試算では40年間の解析期間において、インターロッキングブロック舗装のはアスファルト舗装よりもライフサイクルコストが安くなる結果を得た。

Key Words : interlocking block pavement , service performance , lifecycle cost

1. はじめに

1970年代、日本にインターロッキングブロック舗装(以下、ILブロック舗装)が導入されてからすでに30年以上が経過し、この間の施工実績は推定2億m²以上に及んでいる。日本におけるILブロック舗装は、その形状、寸法、色彩、テクスチャー、機能性が評価され、歩道や公園などの歩行者系舗装を中心に適用されているが、車道での適用は全体の3%程度に過ぎない。一方、ドイツやオランダを中心とした欧州各国では、ILブロック舗装は、車道での長期供用性とライフサイクルコスト(以下、LCC)に優れた舗装との評価が定着し、車道での適用が全用途の30%以上に及んでいる。日本では、車道に適用されたILブロック舗装を追跡的に調査し、優れた供用性を確認した報告が少数ながら紹介されてはいるものの、欧州各国のように車道舗装として高い評価を得ているとは言い難い。¹⁾

こうした背景のもと、太平洋セメント舗装ブロック工業会(インターロッキングブロックおよび平板の製造メーカー44社で構成する工業会)では、ILブロック舗装の車道における長期供用性を評価することを目的として、車道に適用され、施工後10~28年が経過したILブロッ

ク舗装を対象に、全国の50件について2008年5月から8月にかけて現場調査を実施した。そして、この調査結果を基に修繕の条件を設定し、設計交通量区分N₃の普通道路におけるILブロック舗装のLCCを試算した。

2. 長期供用性調査

(1) 調査対象

調査対象50件の内訳を表-1に示す。本調査は、供用年数が10~28年経過している全国50件の車道において、設計当時の交通量区分がA交通(大型車交通量100以上250未満、現行の普通道路N₄に相当)とL交通(大型車交通量100未満、おおむね現行の普通道路N₃, N₂, N₁)

表-1 調査対象50件の内訳

供用年数	10年以上15年未満(15件), 15年以上20年未満(13件) 20年以上25年未満(13件), 25年以上(9件) 最長28年
設計交通量区分	設計当時の区分: A交通(14件), L交通(36件) 250(台/日・方向) □ T(49N 輪荷重) > 15
調査地域	北海道(3件), 東北(7件), 北陸(6件), 関東(30件), 近畿(2件), 中国(2件)
詳細用途	車路(10件), 交差点(3件), 急坂車道(3件), 商店街車道(11件), 住宅地内車道(12件), 学校内車道(1件), タクシーブール(1件), コミュニティー道路(9件)

表-2 路面調査データシートの一例

現場名, 供用年数	○○○通り, 20年		ブロック種類	ストレートN型	
調査日時	2008年○月○日(○曜日)		パターン	ヘリンボンバンド90°	
調査員	太平洋 太郎		設計交通量	旧L交通	
修繕率	0.5m ² /100m ² (0.5%)		現交通量	L交通	
調査項目	表面性状	調査項目		旧L交通における維持管理基準値の例	評価(5:非常に良い 4:良い 3:普通 2:悪い 1:非常に悪い)
		1.わだち掘れ量	定量	40mm	4
		2.局所的な沈下量	定量	40mm	4
		3.ブロック間の段差量	定量	5mm	5
		4.目地の開き	定量	5mm	3
		5.平坦性	目視	6mm	5
		6.ブロックの移動	目視	-	4
		7.目地の通り	目視	-	3
		8.埋設物すり付け	目視	-	4
		9.端部すり付け	目視	-	4
		10.ブロック表面摩耗	目視	-	4
	11.デザイン性	目視	-	5	
	表面性状合計点(S) = 45×50 / 55 = 40.9点				40.9点
破損	ブロック全個数	ブロック破損個数	破損率	ブロック破損合計点(B)	
	62,500個	合計127個	0.20%	50 - 0.20 = 49.8点	

表面性状合計点(S) (最高50点)

+

ブロック破損合計点(B) (最高50点)

||

総合点(T) (最高100点)

総合点(T) = 表面性状合計点(S) + ブロック破損合計点(B) = 90.7点

表-3 定量調査値と5点法の関係

定量調査項目	旧L交通における維持管理基準値の例	評価				
		5:非常に良い	4:良い	3:普通	2:悪い	1:非常に悪い
1.わだち掘れ量	40mm	X < 10	10 X < 20	20 X < 40	40 X < 60	60 X
2.局所的な沈下量	40mm	X < 10	10 X < 20	20 X < 40	40 X < 60	60 X
3.段差量	5mm	X < 2	2 X < 3	3 X < 5	5 X < 10	10 X
4.目地の開き	5mm	X < 3	3 X < 4	4 X < 5	5 X < 7	7 X

に相当)の道路を対象とした。

ここで、調査対象をA交通とL交通にしたのは以下の2点の理由による。第一は、IIブロック舗装が車道に適用される場合、その多くが設計交通量区分A交通とL交通(現行の普通道路N₄~N₁)であるためである。第二は、A交通とL交通において地下埋設物の建設により他の舗装に打ち換えられた現場は存在するものの長期供用性に問題が生じて他の舗装に打ち換えられた現場は確認されていないことが太平洋セメント舗装ブロック工業会44社への聞き取り調査から明らかになったためである。ちなみに、設計交通量区分C交通とB交通に適用された現場では長期供用性に問題が生じて、他の舗装に打ち換えられた現場が多数存在することも同聞き取り調査により明らかになった。

(2) 調査方法と評価方法

本調査における路面調査データシートの一例を表-2に示す。表面性状の調査項目は、わだち掘れ量や平坦性のほか、インターロッキングブロック舗装特有のブロック間の段差量や目地の開き、目地の通り、ブロック表面摩耗、デザイン性など合計11項目とした。調査は目視観察を含むため、舗装技術に精通した2人の調査員で実施した。

インターロッキングブロック舗装設計施工要領2007では、路面調査結果を用いて供用性を評価する方法の一例として2つの評価式による方法が示されている。²⁾これは、ブロックの破損率とわだち掘れ量の平均値および平坦性を使い、(1)式に示すMCI(Maintenance Control Index 維持管理指数)または(2)式に示すMCI₀を求め、これらの得点を表-4の供用性評価区分と照合して供用性を評価するものである。本調査では、交通規制を伴う平坦性の定量調査を実施することができなかったため、ブロックの破損率とわだち掘れ量の平均値の定量調査結果を用いてMCI₀評価式による評価を行った。

$$MCI = 10 - 1.48C^{0.3} - 0.29D^{0.7} - 0.47 \quad (1)$$

$$MCI_0 = 10 - 1.51C^{0.3} - 0.30D^{0.7} \quad (2)$$

ここに、C:ブロックの破損率(%)

D:わだち掘れ量の平均値(mm)

:平坦性(mm)

インターロッキングブロック舗装では、車両走行性や走行騒音および歩行者の歩行性に対して局所的な沈下、ブロック間の段差、目地の開きなどが大きく影響を及ぼす。しかしながら、MCI₀評価式ではこれらの調査結果が

供用性の評価に反映されにくいと、本調査では一つの試みとして、太平洋セメント舗装ブロック工業会が独自に定めた評価式と評価区分による方法（以下、工業会法）も用いた。³⁾工業会法は、表面性状11調査項目を5点法により採点した結果とブロックの破損率から総合的に供用性を判断するものであり、具体的評価手順は以下の通りである。

表面性状11調査項目の中で定量調査を行った項目1~4については表-3に基づき5点法（5:非常に良い 4:良い 3:普通 2:悪い 1:非常に悪い）により採点した。

目視調査を行った項目5~10については、5:非常に良い→車両走行性や歩行性にまったく支障が無い 4:良い→ほとんど支障が無い 3:普通→部分的にいくぶん支障が有る場所がある 2:悪い→いくぶん支障が有る 1:非常に悪い→大きな支障が有る を評価基準として2人の調査員で協議の上、採点した。

目視調査を行った項目11については、5:非常に良いデザイン性がまったく陳腐化していない 4:良いほとんど陳腐化していない 3:普通 いくぶん陳腐化している 2:悪い 陳腐化している 1:非常に悪い 非常に陳腐化している を評価基準として2人の調査員で協議の上、採点した。

ブロック破損合計点(B)は、まず全ブロック数に対する破損ブロック数の割合から破損率を求め、破損率50%以上で0点となるように、(50 - 破損率)をブロック破損合計点(B)とした。

表-2に示すように表面性状合計点とブロック破損合計点のそれぞれの最高点を50点として、その合計を総合点(T)として(3)式により算出した。ここで、表面性状合計点(S)は、11項目すべてが評価5(非常に良い)であれば55 × 50 / 55 = 50点となる。

$$T = S + B$$

$$= \text{表面性状11項目の5点法の合計点} \times 50 / 55 + (50 - \text{破損率}) \quad (3)$$

ここに、T：総合点(点)、S：表面性状合計点(点)
B：ブロック破損合計点(点)

表-5に示す工業会法の供用性評価区分と総合点(T)を照合して供用性を評価する。

工業会法による供用性評価の一例を表-2の調査データシートの場合で示すと、総合点(T) = 表面性状合計点(S) 40.9点 + ブロック破損合計点(B) 49.8点 = 90.7点であり、表-4の供用性のランク(A)「ほとんど欠陥が認められない」となる。

なお、工業会法においてブロック破損率を独立項としたのは、既往文献からブロックの破損率の増加は、路面たわみ量の増大、目地幅の増大、ブロック移動量の増大、目地砂の不足と高い相関があり、ブロックの破損率が供

表-4 MCIまたはMCI₀評価式における供用性評価区分

ランク	内容	得点
A	全く欠陥が認められない	10
B	いくぶん欠陥があるが良好である	8
C	欠陥は多いが修繕は要しない	6
D	簡単な維持修繕を要する	4
E	大規模な修繕を要する	2

表-5 工業会法における供用性評価区分

ランク	内容	総合点(T)
A	ほとんど欠陥が認められない	100 > T 80
B	いくぶん欠陥があるが良好である	80 > T 75
C	欠陥は多いが修繕は要しない	75 > T 70
D	簡単な修繕を要する	70 > T 45
E	大規模な修繕を要する	45 > T 0

用性評価の大きな基準になることが明らかになっているためである。⁴⁾さらに、既往文献ではブロック破損率と道路管理者および道路利用者からのクレームの関係を示しており、ブロック破損率が10%を超える場合、調査を行った現場のすべてがクレームとっていることが示されている。

また、工業会法においてブロック破損率に総合点(T)100点満点に対して50点の重みを付けたのは、仮にブロック破損率が11%でブロック破損合計点(B)が39点であれば、表面性状11調査項目がすべて評価=3:普通で表面性状合計点(S)が30点であっても総合点(T) = 39点 + 30点 = 69点となり、「供用性ランクD：簡単な修繕を要する」の評価にするためである。さらに、ブロック破損合計点(B) = (50 - 破損率)としたのは、過去に設計交通量区分C交通とB交通に適用された現場において、長期供用性に問題が生じて、他の舗装に打ち換えられた現場にブロック破損率50%以上のものが多く、ブロック破損率50%以上の場合、表面性状合計点(S)の採点に係わらず「供用性ランクD：大規模な修繕を要する」の評価にするためである。

(3) 調査結果

a) ILブロック形状・寸法、敷設パターン、路盤の種類

調査対象50件のILブロック形状の分類を図-1に示す。波形型には、縦109.5mm × 横222mm、縦111mm × 横225mm、縦117mm × 横237mmの3種類のいずれかが使われていた。ストレート型には縦98mm × 横198mmの1種類が使われていた。波形型、ストレート型ともに厚さは80mmであった。

敷設パターンの分類を図-2に示す。敷設パターンは、ヘリンボンボンド90°、ヘリンボンボンド45°、ストレッチャーボンドの3種類のいずれかが使われていたが、ストレッチャーボンドが使われていた6件はどれもL交通であった。これらILブロックの形状・寸法、敷設パターンは、1990年に発行されたインターロッキングプロ

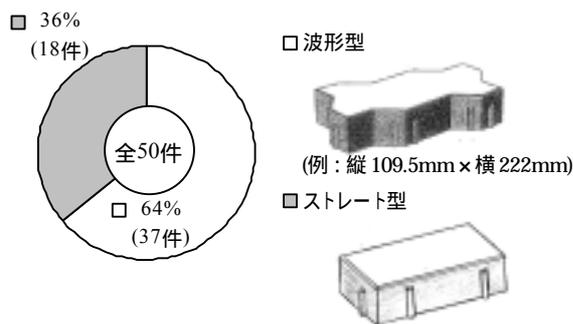


図-1 ILブロックの形状

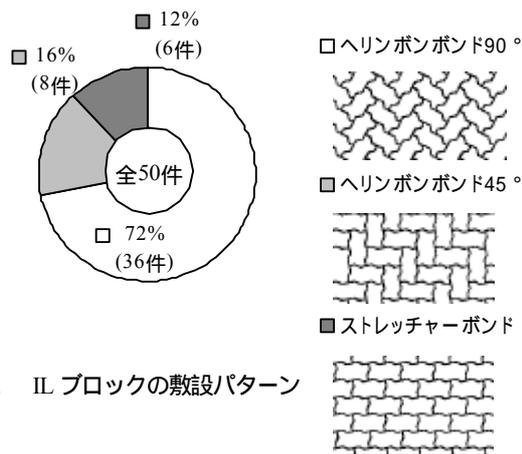


図-2 ILブロックの敷設パターン

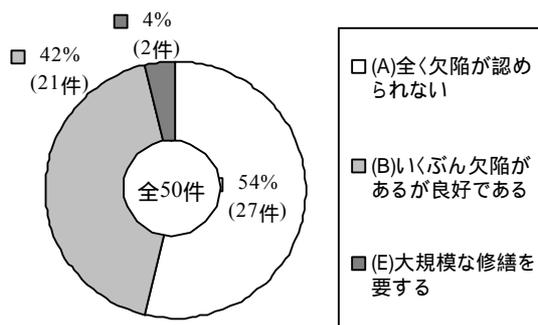


図-3 MCI₀ 評価式による供用性の評価

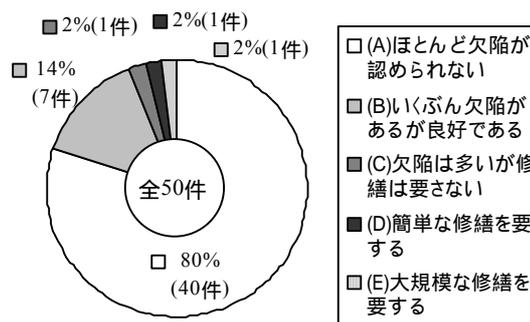


図-4 工業会法による供用性の評価

ック舗装設計施工要領（車道編）第1版におけるA交通とL交通の規定に適合するものであった。⁵⁾1989年以前に建設された現場も50件中22件存在するが、これらについても使用されているILブロックの形状・寸法、敷設パターンは同要領に適合するものであった。

路盤の種類は、L交通36件中24件について特定できた。24件中瀝青安定処理路盤が67%（16件）、粒状路盤が25%（6件）、セメント安定処理路盤が8%（2件）であった。

b) 長期供用性の評価

MCI₀ 評価式による供用性の評価結果を図-3に示す。全50件中、ランク(A)「全く欠陥が認められない」の現場が54%（27件/50件）、ランク(B)「いくぶん欠陥があるが良好である」の現場が42%（21件/50件）であり、両現場を合わせた長期供用性が良好な現場は96%（48件/50件）を占めた。工業会法による供用性の評価結果を図-4に示す。全50件中、ランク(A)「ほとんど欠陥が認められない」の現場が80%（40件/50件）、ランク(B)「いくぶん欠陥があるが良好である」の現場が14%（7件/50件）であり、両現場を合わせた長期供用性が良好な現場は94%（47件/50件）を占めた。MCI₀ 評価式と工業会法ではランク(A)とランク(B)の比率に違いはあるものの、両ランクを合わせた長期供用性が良好と判断された現場の比率は96%と94%でほぼ同様な結果が得られた。

一方、ILブロック舗装においてMCI₀ 評価式でランク

(E)「大規模な修繕を必要とする」4%（2件/50件）は、工業会法においてもランク(D)「簡単な修繕を必要とする」2%（1件/50件）とランク(E)「大規模な修繕を必要とする」2%（1件/50件）に該当し、この2件は、ともに供用15年の積雪寒冷地の商店街の車道であり、広範囲にわたってILブロックの不等沈下と表層摩耗が生じている状態であった。この2現場ではILブロック舗装と隣接するアスファルト舗装においても広範囲にわたって表層の不等沈下と表層摩耗が生じていることから、原因として凍上とスパイク車・チェーン車・除雪車の走行による表層摩耗が考えられる。ILブロック舗装ではこれら積雪寒冷地における供用性低下の事例を鑑み、2007年のインターロッキングブロック舗装設計施工要領の改定において積雪寒冷地で凍上が生じにくい舗装構造やILブロックの表層摩耗が生じにくい骨材粒度が標準化されている。

路盤の種類と長期供用性評価の関係を見ると、瀝青安定処理路盤16件とセメント安定処理路盤2件の合計18件はすべてMCI₀ 評価式ではランク(A)「全く欠陥が認められない」、工業会法ではランク(A)「ほとんど欠陥が認められない」と評価されたことに加えて、既往の耐久性評価においても安定処理路盤の有効性が確認されていることから、車道におけるILブロック舗装において長期にわたって良好な供用性を維持するために瀝青安定処理路盤またはセメント安定処理路盤の適用は有効であると考えられる。⁶⁾

C) 修繕と打換えの履歴の調査

A交通やL交通のILブロック舗装の場合、道路管理者が修繕や打換えの範囲や頻度の計画を策定していることは少なく、供用状態に応じてこれらを決めることが多い。そこでLCC試算条件の基礎データとすることを目的として、長期供用性の調査と併行して調査現場の修繕と打換えの履歴についても調査を行った。関東で長期供用性が良好な現場22件(ランク(A),(B))において、これまでの修繕の履歴について特定できた。これらの現場の修繕率を図-5に示す。22件中修繕を実施した現場は16件(73%)であった。修繕率は16件中最も大きい現場で2.7%、22件の平均で0.5%であることが分かった。修繕を実施している16件の修繕の頻度を図-6に示す。16件中15~20年に1回の頻度で修繕を実施している現場が12件(69%)を占め、16件の平均は18年に1回であった。図-5中修繕を実施していない現場が6件(27%)存在することから、長期供用性が良好な現場の修繕頻度は平均して18年に1回よりもさらに長いスパンになると言える。修繕の内容としては、一般的にわだち掘れや局部沈下、不陸等が生じた部分のILブロックを抜取った後、必要に応じて路盤補修を行い、敷砂の再敷設、ILブロックの再利用または交換、目地砂の充填を行っている。

一方、長期供用性のランク(D),(E)の簡単な修繕または大規模な修繕を必要とする現場2件においては、これまでに一度も修繕を行っていないことが分かった。

舗装全域に対してILブロックを再利用または新品ブロックで入換える打換えは、現場調査50件中不存在せず、前述の太平洋セメント舗装ブロック工業会44社への聞き取り調査の結果を裏付けるものであった。

3. LCC試算

LCCの試算結果は、構造断面や解析期間、修繕・打換えの条件設定により大きく異なり、一試算例が普遍的なものとは成り得ないが、一つの試みとして今回の現場調査結果に基づいてILブロック舗装の各種条件を設定しLCCを試算した結果を以下に示す。

(1) 舗装の設計条件および構造断面

ILブロック舗装の場合、車両交通量が少ない車道に適用されることが多く、舗装工事を実施したとしても工事規制に伴う迂回や渋滞等の発生の影響が少ないことから道路管理者費用にのみ着目してLCCを試算した。舗装設計期間は20年、設計交通量区分は、普通道路N₃を設定した。信頼度は、ILブロック舗装において信頼度75%および信頼度50%を検討できる十分なデータの蓄積がないことから、従来の実績に基づき90%とした。設計条件および舗装断面を表-6に示す。構造断面は、ILブロック舗装ではインターロッキングブロック舗装設計施工要領2007に準拠し、全国的に実績の多い構造断面を設定した。

$$\text{修繕率}(\%) = (\text{修繕面積合計} / \text{全施工面積}) \times 100$$

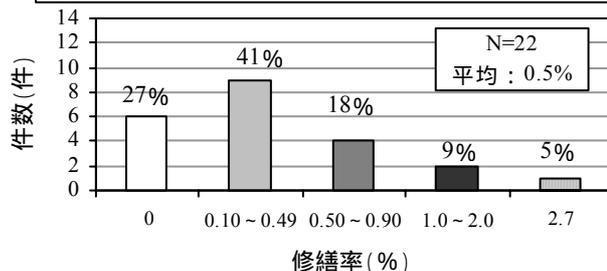


図-5 長期供用性が良好な現場の修繕率

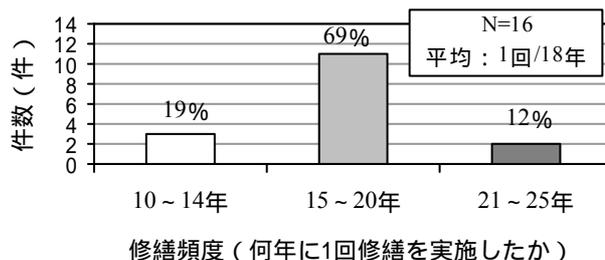


図-6 長期供用性が良好な現場の修繕頻度

アスファルト舗装では必要T_AをILブロック舗装と同じにし、舗装設計施工指針を参考に、全国的に実績の多い構造断面を設定した。⁷⁾

(2) LCC試算における諸条件

a) 解析期間

LCCの解析期間は、舗装の設計期間20年を超える十分に長い期間が必要とされており、設計期間の2倍を設定する事例が多いことから本試算でも解析期間を40年(初年度を0年目とし、最終年度は39年目)とした。⁷⁾⁸⁾⁹⁾

b) 修繕と打換えの条件

舗装における修繕と打換えの条件は、LCCに大きく影響する。本試算では表-7に示す通り修繕と打換えの条件を設定した。

ILブロック舗装における修繕率は、前述の修繕と打換えの履歴の調査結果を基に、調査22件中最も大きい修繕率であった2.7%を設定した。修繕頻度は、修繕履歴のある16件において、15~20年に1回の頻度で修繕を実施している現場が12件(69%)を占めたことから15年に1回の修繕頻度を設定した。打換えについては、調査50件中打換えを行った現場が存在しないことや、太平洋セメント舗装ブロック工業会44社への聞き取り調査結果結果からもA交通とL交通で打換えを行った現場が確認されていないこと、さらに調査50件中供用25年以上の9件の現場においても良好な長期供用性を有する評価であることから解析期間40年間に打換えは行わないこととした。

アスファルト舗装ではILブロック舗装と同様に普通道

表-6 舗装の設計条件および舗装断面

舗装種別	IL ブロック舗装		アスファルト舗装		
設計期間	20年				
設計交通量区分	普通道路 N ₃ , 40 T < 100 (台/日・方向)				
舗装規模	延長 200m×幅員 7m (片側1車線 3.5m) = 施工面積 1,400m ²				
信頼度	90%				
断面	表層	IL ブロック	80mm	密粒度アスコン	50mm
		敷砂	20mm		
	上層路盤	瀝青安定処理	50mm	粒度調整碎石	140mm
	下層路盤	クラッシュラン	70mm	クラッシュラン	150mm
	合計厚	-	220mm	-	340mm
設計CBR	6		6		
T _A '	13.8		13.7		
必要 T _A	13.0				

表-7 修繕と打換えの条件

舗装種別	工種	時期	内容
IL ブロック舗装	修繕	建設後 15年おき	全施工面積の 2.7%のブロックを抜取り、新品ブロックを敷設する。敷砂と目地砂は新しいものを使用する。
	打換え		打換えは行わない。
アスファルト舗装	修繕	建設後 12年おき	表層密粒アスコンの表面 30mm を切削し、同厚で1層敷設する。
	打換え		打換えは行わない。

表-8 IL ブロック舗装の建設と修繕の費用

工種		施工厚 (mm)	単価 (円/m ²)	建設	修繕
IL ブロック(A)	材料	80	2,600		
目地砂(B)	材料	80	25		
敷砂(C)	材料	20	120		
A, B, C	工事	-	1,400		-
瀝青安定処理	材工	50	1,150		-
クラッシュラン	材工	70	343		-
路床工	工事	-	111		-
A, B, C 修繕	工事	-	1,750	-	
合計 (円/m ²)				5,749	4,495

表-9 アスファルト舗装の建設と修繕の費用

工種		施工厚 (mm)	単価 (円/m ²)	建設	修繕
密粒度アスコン(A)	材工	50	1,150		-
粒度調整碎石	材工	140	739		-
クラッシュラン	材工	150	735		-
路床工	工事	-	111		-
掘削残土処分 1	工事	120	948		-
A 修繕	工事	-	1,471	-	
合計 (円/m ²)				3,683	1,471

1) 合計厚がILブロック舗装よりも120mm大きい場合、この分の掘削残土処分費を計上した。

路 N₃ 程度の交通量の道路において、道路管理者が修繕や打換えの範囲や頻度の計画を策定していることは少なく、供用状態に応じてこれらを決めることが多いため、今回の条件設定に当たっては全国 5 つの自治体に対して修繕と打換えの履歴に関する聞き取り調査を実施した。この結果、10~13年に1回の頻度で表層の密粒アスコンの表面 30mm を切削し、同厚で1層敷設する方法で修繕を実施している事例が多かった。打換えについては明確な実績を把握することができなかった。これらのことから、本試算では12年に1回の頻度で表層の密粒アスコンの表面 30mm を切削し、同厚で1層敷設する方法で修繕を実施し、ILブロック舗装と同様に解析期間40年間で打換えは行わないこととした。

C) 建設、修繕、打換えの費用

本試算に用いたILブロック舗装の建設と修繕の費用を表-8に、アスファルト舗装の建設と修繕の費用を表-9に示す。単価は、土木工事積算標準単価および積算資料の東京 23 区の単価から設定した。^{10) 11)} なお、アスファルト舗装の合計厚はILブロック舗装よりも120mm大きい場合、アスファルト舗装においては掘削残土処分費として120mm厚分を計上した。

d) 残存価値

ILブロック舗装とアスファルト舗装ともに打換えを行わないため、解析期間終了年において舗装の性能が管理上の目標値まで低下した状態になると仮定し、両舗装ともに残存価値=0とした。

e) 割引率

本試算では、各年度の費用を現在価値に換算する方法として現価法を用いて(4)式により現在価値に換算した総費用を計算した。⁷⁾割引率は、2009年6月現在の30年国債利回りの2.3%に設定した。

$$NPC = \sum_{t=1}^n C_t \frac{1}{(1+i)^t} - SV_n \frac{1}{(1+i)^n} \quad (4)$$

ここに、NPC：現在価値に換算した総費用
 C_t：t年目に発生する全ての費用の合計
 i：割引率 n：割引率
 SV_n：n年目の残存価値

(3) LCC 試算結果

LCC 試算結果を表-10と図-7に示す。ILブロック舗装をアスファルト舗装と比較すると、建設費は高いものの、修繕費が安いいため、40年間に生じるLCCを7%削減できる結果を得た。40年に至るまでのLCCの推移を図-8に示す。ILブロック舗装のLCCをアスファルト舗装のLCCと比較すると建設後24年目でほぼ同等になり、36年目以降に安くなる結果を得た。

ILブロック舗装のLCC試算に関する国内の既往文献では、アスファルト舗装と比較した場合の40年間のLCC削減率は13%と試算されることが示されており、米国の既往文献では、40年間のLCC削減率は6%と試算されることが示されているが、本試算では米国の試算に近い削減率が得られた。⁸⁾⁹⁾

4. まとめ

(1) 長期供用性

設計交通量区分A交通とL交通の車道に適用され、施工後10~28年が経過したILブロック舗装を全国の50件について調査し、MCI₀評価式および工業会法により長期供用性を評価した結果、以下の知見が得られた。

- ・ 長期供用性が良好(評価ランク(A)または(B))と判断された現場はMCI₀評価式で96%(48件/50件)、工業会法で94%(47件/50件)を占めた。
- ・ 路盤の種類が特定できたL交通24件中、瀝青安定処理路盤16件とセメント安定処理路盤2件の合計18件はすべて長期供用性が良好(MCI₀評価式、工業会法ともにランク(A))の評価であった。
- ・ 関東で長期供用性が良好な現場22件中修繕を実施している現場は16件であった。16件中修繕率が最も大きい現場で2.7%、22件の修繕率の平均は0.5%であった。
- ・ 修繕頻度は、16件中15~20年に1回の頻度が12件(69%)を占め、16件の平均は18年に1回であった。
- ・ 調査50件中で打換えを行った現場は存在しなかった。太平洋セメント舗装ブロック工業会44社への聞き取

表-10 割引率2.3%で割り戻した後の発生費用(円/m²)

供用年数	ILブロック舗装		アスファルト舗装	
	建設費	修繕費	建設費	修繕費
0	5,749		3,683	
12				1,120
15		86		
24				852
30		61		
36				649
40年合計	5,749	147	3,683	2,621
40年総計	5,896		6,304	

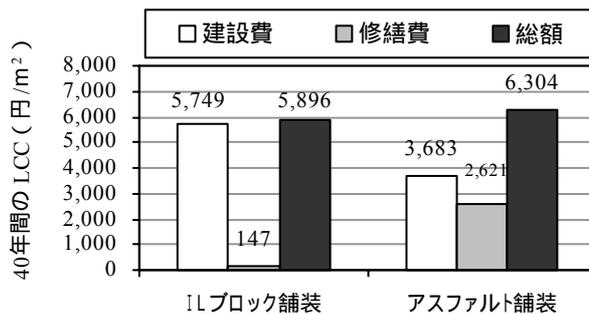


図-7 LCC 試算結果

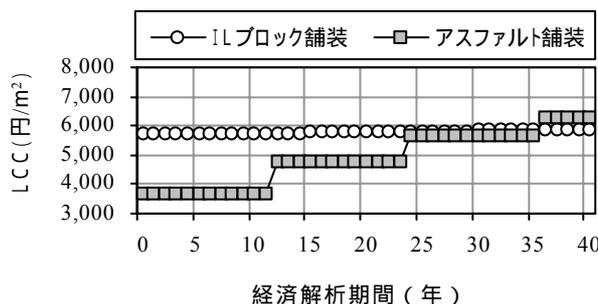


図-8 LCC の推移

り調査結果からもA交通とL交通の車道で打換えを行った現場は確認されなかった。

- ・ 調査50件中で修繕が必要(評価ランク(D)または(E))と評価された現場は全体の4%(2件/50件)に過ぎなかった。これらの現場は積雪寒冷地であり、凍上やILブロック表層の摩耗が生じているものの、これまでに一度も修繕を行っていないことが分かった。

(2) LCC 試算

現場調査結果を基に修繕の条件を設定し、普通道路N₃における道路管理者費用に着目して舗装の解析期間40年でLCCを試算した一例として、以下の結果を得た。

- ・ ILブロック舗装をアスファルト舗装と比較すると、建設費は高いものの、修繕費が安いため、40年間に生じるLCCを7%削減できる結果を得た。

- ・ 同試算では、建設後 24 年目で IL ブロック舗装の LCC がアスファルト舗装の LCC と同等になり、36 年目以降では安くなる結果を得た。

5. おわりに

今回の現場調査や聞き取り調査を通じて、これまで旧 C 交通や B 交通に IL ブロック舗装が適用された現場では長期供用性に問題が生じ、他の舗装材に打換えられている現場も多数存在することが分かった。さらに、IL ブロックの形状・寸法や色彩が製造メーカーごとに微妙に異なり互換性がないことから、修繕時に建設時の IL ブロックの入手が困難となり、色彩の異なる IL ブロックで入換えられたり、IL ブロックの抜き跡をアスファルトで埋め戻すなど、景観を損ねている現場も散見された。設計当時のデザインが陳腐化し、現在の周辺環境にマッチしていない現場も見受けられた。これらのことが IL ブロック舗装の総合的な車道舗装としての評価の低さに繋がっていることを再認識させられた。

しかしながら、本報告で明らかになったように、IL ブロック舗装は、その主要な適用分野である旧 A 交通や L 交通においては、大部分の現場が良好な長期供用性を有するとともに、LCC の観点から、一試算例ではあるもののアスファルト舗装と同等以上の経済性を有する可能性も見出せた。さらに、IL ブロック舗装は修繕の際に IL ブロックを再利用できることが多いことや、コンクリート製品の中で最もリサイクル材料の活用量が多いこと、同面積の修繕に伴う二酸化炭素の排出量がアスファルト舗装に比べて少ないこと、などから環境負荷を軽減できるなどの利点もある。¹²⁾そして、前出の課題に対しても IL ブロック業界一丸となった取組みを始めている。インターロッキングブロック舗装設計施工要領 2007 では、旧 C 交通や B 交通への適用事例の結果を鑑み、重交通にも適用可能な設計・材料品質・施工・維持管理の最新の知見

【土木学会舗装工学論文集 第 14 巻 2009 年 12 月】を盛り込んだ。また、車道に適用する際に、すべての製造メーカーの IL ブロックに形状・寸法、色彩の互換性を持たせ、時代を経ても陳腐化しないデザインを有した業界統一型車道用 IL ブロック舗装の開発にも着手している。今後は、今回調査を実施した現場の長期供用性を継続してモニタリングし、本報告の評価を検証していくとともに、車道舗装としての IL ブロック舗装の確立を目指した研究開発を推進していく予定である。

参考文献

- 1) (社)インターロッキングブロック舗装技術協会：インターロッキングブロック舗装に関する国内文献集（分類別）2002.1
- 2) (社)インターロッキングブロック舗装技術協会：インターロッキングブロック舗装設計施工要領，2007.3
- 3) 都築他，車道におけるインターロッキングブロック舗装の評価 - 長期供用性の調査 -，土木学会第 64 回年次学術講演会，V-141，p.179-180，2009.9
- 4) 畑他，インターロッキングブロックの車道舗装への適用，舗装 27-9，1992
- 5) (財)土木研究センター，インターロッキングブロック協会：インターロッキングブロック舗装設計施工要領（車道編），1990.10
- 6) 柳沼他，大型車両を用いたインターロッキングブロック舗装の耐久性評価，舗装，No.6，Vol.33，1998.6
- 7) (社)日本道路協会，舗装設計施工指針，2006.2
- 8) K.Arai，Cost Performance of Interlocking Block Pavement，Proceedings of the 6th International Conference of Concrete Block Paving，2000.11
- 9) Interlocking Concrete Pavement Institute，Life Cycle Cost Analysis Interlocking Concrete Pavements，2008
- 10) (財)建設物価調査会，土木工事積算標準単価，2008
- 11) (財)経済調査会，積算資料，2008
- 12) 河合他，各種道路舗装の補修に伴う環境負荷評価，土木学会第 64 回年次学術講演会，V-283，p.563-564，2009.9

THE PERFORMANCE OF INTERLOCKING BLOCKS OVER THE LONG TERM, AND THE ESTIMATION OF LIFECYCLE COST

Akihiko KARASAWA, Hidekazu TANAKA, Koichi TORIIMINAMI, Masayuki TUZUKI, Hiroshi YAGINUMA and Minoru HATA

To increase the use of interlocking blocks for roads, the authors determined the service performance of 50 roads chosen among 10 years or more old road sites nationwide. The results showed that approximately 94% of the sites maintained good serviceability, and only around 4% needed repair work. Based on the results of site investigations, the authors calculated and compared the lifecycle costs of interlocking block paving and asphalt paving used for roads in Japan. It was found that the lifecycle cost of interlocking block paving is lower than that of asphalt paving, depending on the conditions of repairing pavement or reconstruction