

## インターロッキングブロック寸法が路面の変形に及ぼす影響

太平洋セメント(株) 正会員 ○岸良 竜, 小島 克仁, 河野 克哉  
 石川工業高等専門学校 正会員 西澤 辰男  
 鈴与商事(株) 永田 浩二 (株)イワタ 古川 真弘

### 1. はじめに

たわみ性舗装に分類されるインターロッキング(以下、IL)ブロック舗装の主要な損傷形態は、わだち掘れである。輪荷重の繰返しによる舗装各層の残留変形の累積がわだち掘れであると考え、その抑制には輪荷重作用時の路面のたわみの低減が有効と考えられる。一般に国内では、車道には厚さ8cmのILブロックが使用される<sup>1)</sup>が、海外ではこれより寸法の大きなILブロックも使用されている。寸法の大きなILブロックの使用は、路面のたわみ低減に有効と考えられるが、その効果は定量的には明確でない。

本研究では、ILブロックの寸法が路面のたわみおよび永久変形(わだち掘れ)に及ぼす影響について、3次元有限要素法(3D-FEM)を用いて検討した。

### 2. 解析概要

#### 2. 1 解析水準

表-1に、解析水準を示す。幅(W)10×長さ(L)20×厚さ(H)8cmのILブロックを基準として、厚さを6~12cmの範囲で4水準、長さを20~30の範囲で3水準とした。ILブロック間の目地および敷砂のばね係数は、コンクリート製品工場内で行った試験舗装路面を後述の解析モデルで逆解析して得られた値<sup>2)</sup>を参考に決定し、目地のばね係数(K<sub>j</sub>)を468,822MN/m<sup>3</sup>または138,856MN/m<sup>3</sup>の2水準とした。

#### 2. 2 解析方法

図-1に、解析モデルを示す。ILブロック間の目地および敷砂には汎用境界面要素を用いた。境界面要素は面内ばね2つ、面外ばね1つで構成され<sup>2)</sup>、これらのばね係数3つは同じ値と仮定した。幅員および延長は、それぞれ4mである。大型車後軸のダブルタイヤによる載荷を想定し、設置面積20cm×20cm、間隔20cmで49kNを舗装中央に作用させた。

表-2に、舗装構成および物性値を示す。交通量区分N<sub>4</sub>の舗装構成例<sup>1)</sup>を参考に、舗装構成を決定した。

### 3. 解析結果

#### 3. 1 たわみ

図-2に、路面のたわみとILブロック厚さの関係を示す。ILブロック厚さが大きいほど、路面のたわみは小さくなった。これは、ILブロックの厚さ増加によるILブロックの剛性が増加や、目地間の荷重伝達の向上によるものと考えられる。W10cmの場合、厚さ2cmの増加で、路面のたわみは約1割低減された。

図-3に、路面のたわみとILブロックの長さの関係を示す。ILブロックの長さが大きいほど、路面のたわみは小さくなった。これは、ILブロックの長さが

表-1 解析水準

| 記号      | 寸法(cm) |       |       | ばね係数(MN/m <sup>3</sup> ) |                     |
|---------|--------|-------|-------|--------------------------|---------------------|
|         | 幅(W)   | 長さ(L) | 厚さ(H) | 目地(K <sub>j</sub> )      | 敷砂(K <sub>c</sub> ) |
| L20-H6  | 10     | 20    | 6     | 468822,<br>138856        | 100,420             |
| L20-H8  |        |       | 8     |                          |                     |
| L20-H10 |        |       | 10    |                          |                     |
| L20-H12 |        |       | 12    |                          |                     |
| L25-H8  | 12.5   | 25    | 8     |                          |                     |
| L30-H8  | 15     | 30    | 8     |                          |                     |
| L30-H10 |        |       | 10    |                          |                     |

表-2 舗装構成および物性値

| 項目      | 幅,厚さ(cm) | ヤング係数(N/mm <sup>2</sup> ) | ポアソン比 |
|---------|----------|---------------------------|-------|
| ILブロック  | 6~12     | 30,000                    | 0.2   |
| 目地      | 0.3      | -                         | -     |
| 敷砂      | 2        | -                         | -     |
| 瀝青安定処理  | 5        | 5,000                     | 0.35  |
| クラッシュラン | 10       | 500                       | 0.35  |
| 路床      | 500      | 80                        | 0.35  |

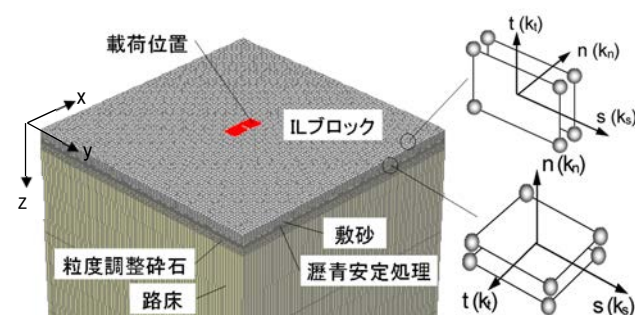


図-1 解析モデル

キーワード インターロッキングブロック, 3D-FEM, たわみ, わだち掘れ

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作2-4-2 太平洋セメント(株)中央研究所 TEL043-498-3893

大きいほど、路床・路盤への荷重分散効果が高くなることや、相対的に変形の大きいILブロック間の目地の数が減少することによるものと考えられる。H8cmの場合、L20cmと比較してL30cmでは路面のたわみは約4割低減された。ただし、ILブロック長さが過大になると、リフトアップ(跳ね上がり)現象が生じる懸念があることに留意する必要がある。

3. 2 繰返し载荷後の路面の永久変形

アスファルト舗装のわだち掘れと同様の方法により、繰返し载荷後のILブロック舗装路面の永久変形予測<sup>2)</sup>を行った。予測には、永久ひずみ $\epsilon_p$ と弾性ひずみに関する式(1)<sup>3)</sup>を、3次元のひずみ成分に拡張した式(3)を用いた。

$$\epsilon_p = a \cdot \epsilon_e \quad \text{式(1)}$$

$$a = \alpha_1 T^{\alpha_2} N^{\alpha_3} \quad (\text{アスファルト混合物の場合}) \quad \text{式(2)}$$

$$a = \beta_1 N^{\beta_2} \quad (\text{粒状材料・土質材料の場合}) \quad \text{式(3)}$$

$$\sum_{i,j,c} \left( \frac{1}{(1+a_{jc})} [k_{jc}] + \frac{1}{(1+a_i)} [k_i] \right) \{d\} = \{f\} \quad \text{式(4)}$$

ここで、 $T$ : 温度(華氏),  $N$ : 繰返し輪数,  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \beta_1, \beta_2$ : 材料ごとに定まる実験定数である。式(2)および式(3)中の係数は表-3に示す値<sup>3)</sup>を用い、目地砂と敷砂の係数は路床と同一の値と仮定した。 $T$ は68°F(摂氏20°C)で一定とした。

図-4に、繰返し輪数と路面の永久変形の関係を示す。ILブロックの厚さおよび長さが大きいほど、路面の永久変形は大きくなった。路面の永久変形には、ばね係数の影響も大きかった。

図-5に、各輪数におけるW10×L20×H8cmのILブロックを基準とした時の路面のたわみの比と路面の永久変形の比の関係を示す。輪数およびばね係数によらず両者はおおむね線形関係で近似できる。近似式より、例えば路面のたわみの20%の低減により、路面の永久変形は約25%低減されることがわかる。

4. まとめ

ILブロック舗装路面のたわみについて解析的に検討した結果、ILブロックの厚さおよび長さの増加が、路面のたわみおよび永久変形の低減に有効であると考えられた。

参考文献

- 1) 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, 2017
- 2) 西澤辰男ほか: 重交通用インターロッキングコンクリートブロック舗装の構造解析モデルの開発, 土木学会論文

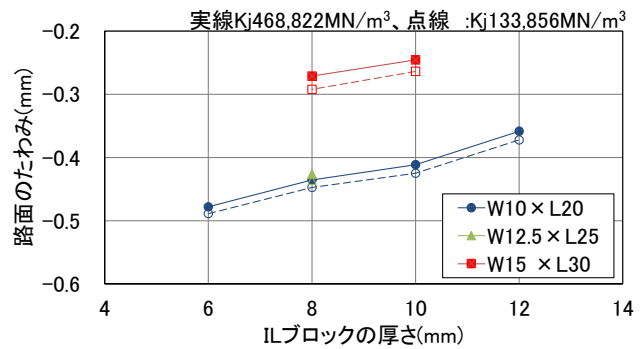


図-2 路面のたわみとILブロック厚さ

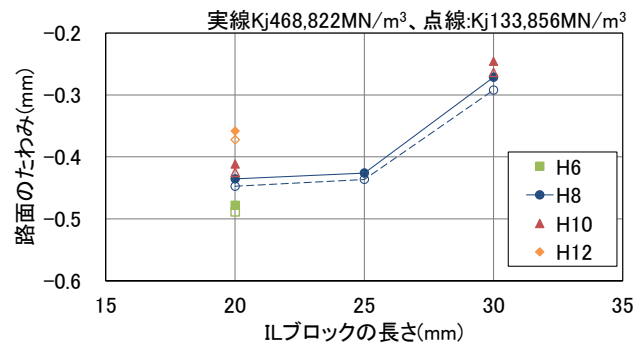


図-3 路面のたわみとILブロック長さ

表-3 係数

| 瀝青安定処理     |            |            | クラッシュラン   |           | 路床        |           |
|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $\alpha_1$ | $\alpha_2$ | $\alpha_3$ | $\beta_1$ | $\beta_2$ | $\beta_1$ | $\beta_2$ |
| 0.0007     | 1.734      | 0.40       | 0.581     | 0.284     | 2.35      | 0.17      |

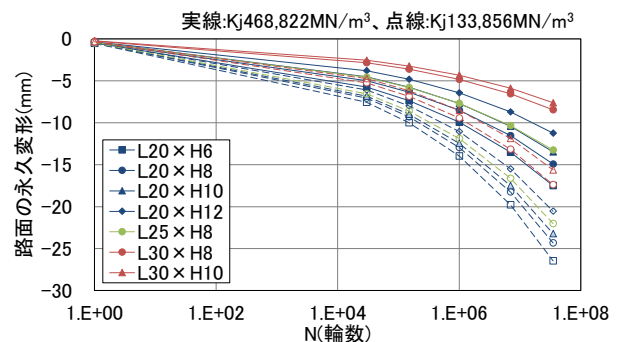


図-4 路面の永久変形

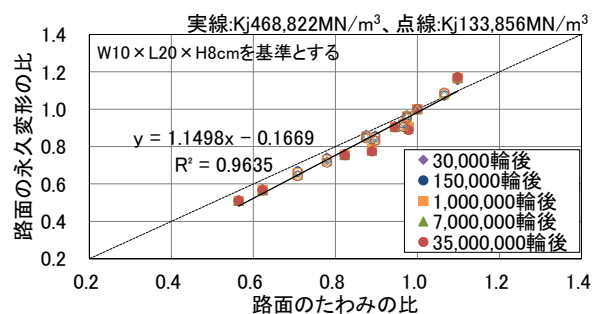


図-5 路面の永久変形の比とたわみの比の関係

- 集, E1, Vol. 73, No. 3, pp. I\_27-1\_34, 2017  
 3) 土木学会: 舗装工学の基礎, 2012