

透水性インターロッキングブロック用コンクリートの曲げ疲労特性の評価

太平洋セメント（株） 正会員 ○石井 祐輔 岸良 竜 石田 征男
十文字 拓也
太平洋セメント舗装ブロック工業会 天野 重治

1. はじめに

インターロッキング(以下、IL)ブロック舗装は、高振動加圧即時脱型方式により製造したコンクリートブロックの一つである IL ブロックを表層の構成材として用いる舗装構造である。IL ブロックの形状・寸法は多様であり、重厚感・安定感への要望から寸法が比較的大きなものへの需要は増加傾向にあるが、このように寸法が大きい場合には輪荷重による曲げ応力は増大する事が指摘されており¹⁾、疲労破壊のリスクも高くなる可能性が考えられる。

著者らはこれまでに、普通 IL ブロック用のコンクリートを対象に曲げ疲労特性を実験的に評価し、一般的な舗装コンクリートと同等以上の耐疲労性を有する事を確認している²⁾。本報告では、透水性 IL ブロック用のポーラスコンクリートを対象に曲げ疲労試験を実施し、既往の研究結果と併せて曲げ疲労特性を評価した。

2. 試験内容

(1) コンクリートの使用材料および配合

使用材料および配合を表 1 に示す。セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は山砂、粗骨材は砕石 6 号および砕石 7 号を使用した。

(2) 試験体の品質目標

試験体の品質目標を表 2 に示す。IL ブロック試験体および疲労評価用試験体は充填率 84.0±2.5%を目標として製造した。曲げ強度は車道用途として 5N/mm²以上、透水係数は透水性 IL ブロックとして IL ブロック舗装技術協会が定める 1.0×10⁻⁴m/s 以上を目標とした。

表 1 使用材料および配合					
W/C (%)	単位量(kg/m ³)				
	W	C	S	G6	G7
20	80	402	98	960	635
W:上水道水, C:普通ポルトランドセメント(密度:3.16g/cm ³), S:山砂(表乾密度:2.57g/cm ³), G6:砕石 6 号(表乾密度:2.67g/cm ³), G7:砕石 7 号(表乾密度:2.65g/cm ³)					

(3) 試験体の作製および養生方法

コンクリートの練混ぜは 20～25℃の試験室で実施した。練混ぜ後に IL ブロック成形マシンを用いて高振動加圧即時脱型方式により所定の充填率となるよう試験体を作製し、材齢 7 日までは 20℃、60%RH 環境下で、それ以降は 16～22℃の室内で気中養生を行った。

(4) 試験項目

試験項目を表 3 に示す。IL ブロックの曲げ強度試験は JIS A 5363(中央点載荷)に準拠して材齢 14 日に実施し、透水試験は JIS A 5371 に準拠した。曲げ疲労試験は舗装調査・試験法便覧 B070T(3 等分点載荷)に準拠した。試験体数は応力レベル(上限曲げ応力／曲げ強度)ごとに 10 体とした。曲げ疲労試験に用いる曲げ強度の測定は疲労試験の載荷形式・試験体寸法と同一とし、JIS A 1106(3 等分点載荷)に準拠した。曲げ疲労試験は強度が安定した材齢 132 日以降に実施した。載荷回数は最大 200 万回とし、それまでに疲労破壊しない場合は試験を終了した。

3. 試験結果

(1) 試験体の品質

曲げ強度および透水係数の結果を表 4 に示す。いず

表 2 試験体の品質目標		
充填率(%)	曲げ強度(N/mm ²)	透水係数(×10 ⁻⁴ m/s)
84.0±2.5	5 以上	1.0 以上

表 3 試験項目		
試験項目	試験方法	対象とする試験体
曲げ強度	JIS A 5363	IL ブロック試験体: 上面 100×200mm 厚さ 80mm
透水係数	JIS A 5371	
曲げ疲労*	舗装調査・試験法便覧 B070T	疲労評価用試験体: □100×100×400mm

*曲げ強度の算出は JIS A 1106 に準拠
応力レベル:0.7, 0.8, 0.9, 下限応力:0.3N/mm²
繰返し荷重の波形:正弦波, 荷重速度:5Hz

キーワード 透水性インターロッキングブロック, 曲げ強度, 曲げ疲労

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 TEL043-498-3915

表4 透水性試験体の品質

曲げ強度(N/mm ²)		透水係数(×10 ⁻⁴ m/s)	
目標値	試験結果	目標値	試験結果
5以上	5.50	1.0以上	22.3

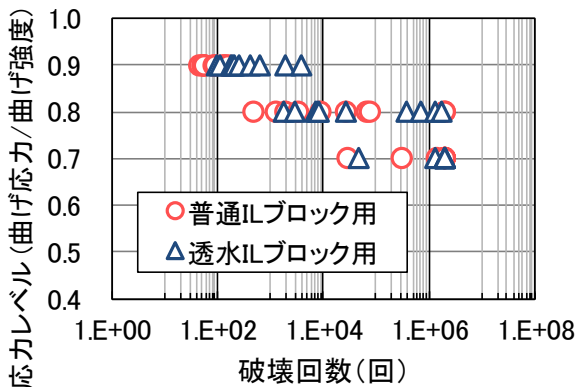


図1 応力レベルと破壊回数の関係

れの試験値も目標値以上であり、十分な強度および透水性を有していた。

(2) 曲げ疲労特性

図1に、曲げ疲労試験における応力レベルと载荷回数との関係を示す。図中では既往の研究²⁾における普通ILブロック用のコンクリートの実験結果も併せて示した。なお、载荷回数200万回で破壊が生じなかった試験体は、応力レベル0.8の場合は普通ILブロック用で2体、応力レベル0.7の場合は普通ILブロック用で7体、透水ILブロック用で8体であった。

破壊までの繰返し回数が対数正規分布に従うとし、順序統計量の方法により応力レベルごとの試験体の破壊確率を算出し³⁾、曲げ疲労曲線式を導出した。図2に破壊確率50%の場合の曲げ疲労曲線を示す。図中には、舗装標準示方書に示される曲げ疲労曲線も併記した。なお、この曲線は適用範囲のうち版厚150mmを採用している。普通および透水ILブロック用コンクリートの疲労曲線は概ね一致しており、一律に評価できると考えられる。また、応力レベルが約0.85以下では示方書式より破壊回数が多く、ILブロックの耐疲労性は一般的な舗装コンクリートと同等以上であると考えられる。

普通および透水ILブロック用コンクリートの破壊確率10%における曲げ疲労曲線を図3に示す。交通量に応じた作用輪数を舗装設計便覧(日本道路協会)に示される49kN換算疲労破壊輪数(設計期間10年)と仮定した場合、交通区分ごとに許容される応力レベルは、 N_1 は0.81、 N_2 は0.77、 N_3 は0.74、 N_4 は0.70となる。ILブロックの曲げ疲労破壊を防止するためには、疲労破壊に

$$\log N_d = (a - \sigma_{rd}/f_{bd})/b$$

N_d :設計曲げ疲労破壊回数, σ_{rd} :繰返し作用曲げ応力(N/mm²), f_{bd} :設計曲げ強度(N/mm²), P_i :各応力レベルの破壊回数を昇順に並べた場合の*i*番目試験体の破壊確率(%)

$$\begin{aligned} \text{普通: } a &= 0.967, \quad b = -0.0382 \times P_i + 0.05895 \\ \text{透水: } a &= 1.002, \quad b = -0.0336 \times P_i + 0.06171 \end{aligned}$$

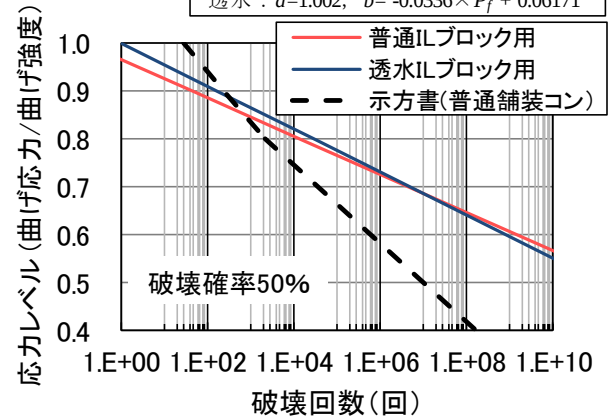


図2 ILブロック用コンクリートの曲げ疲労曲線

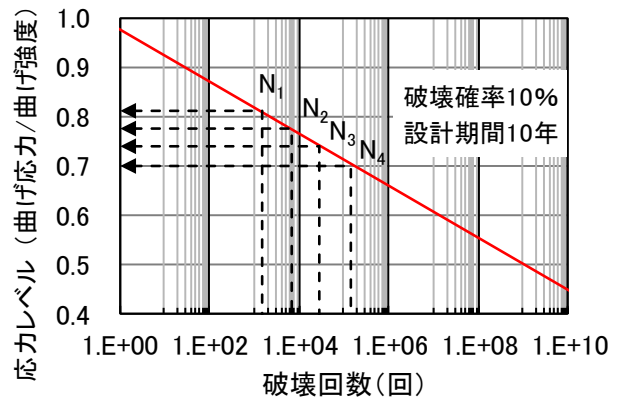


図3 各交通区分における許容曲げ応力

対する許容応力を下回るよう、ブロックの寸法を設定する必要がある。

4. まとめ

ILブロック用コンクリートの曲げ疲労特性を評価した結果、普通および透水ILブロックの区別なく疲労特性を一律に評価でき、一般的な舗装コンクリートと同等以上の耐疲労特性を有していると考えられた。また、導出した曲げ疲労曲線を用いて、ILブロックの曲げ疲労破壊に対する許容応力を下回るようブロックの寸法を設定する必要がある。ただし、交通量の設定や輪荷重の作用によりILブロックに生じる曲げ応力の算出方法等について、更なる検討が必要であると考えられる。

参考文献

- 1)加形ほか:車道用コンクリートブロック舗装の構造的挙動に及ぼすブロック寸法に関する一検討,土木学会舗装工学論文集,第5巻,pp.130-138,2000
- 2)島影ほか:普通インターロッキングブロックの曲げ疲労特性の評価,土木学会第74回年次学術講演会講演概要集,V-82,2019
- 3)浜田ほか:疲労試験における途中打ち切りデータの処理に関する研究,土木学会論文集,第189号,pp.99-105,1971