

鹿島建設(株) 正会員 ○田井 伸治
金沢大学 正会員 西沢 辰男
正会員 松野 三朗

1. まえがき

インターロッキングブロック舗装のような、不連続構造物の力学的挙動を解析するには、平板理論を用いた有限要素法が有効な手段であると考えられる¹⁾。この時、インターロッキングブロック舗装は、ブロック、目地部、路盤について、それぞれモデル化することが必要である。このようにモデル化すれば、各種の配置パターンや荷重条件を考慮することが可能となる。特に、ブロックを、三角形要素と長方形要素とを組み合わせでモデル化すれば、さまざまな形状のブロックを用いた舗装の解析も可能となる。そこで、本研究では、有限要素法によってインターロッキングブロック舗装の力学的挙動を解析するコンピュータプログラムを開発し、ブロックの形状をさまざまに変化させて計算を行ない、その力学的挙動について検討した。

2. インターロッキングブロック舗装のモデル化

本研究では、図-1に示すように、ブロックには三角形要素と長方形要素の平板モデルを採用し、路盤には、路盤をばねの集合体として取り扱い、路盤反力係数によってその剛性を表わすWinkler基礎を採用した。目地部は、間隔が狭く、砂などで満たされている。そこで、荷重伝達能力を期待できる。しかし、目地部における荷重伝達機能のメカニズムは、十分には明らかではなく、したがって、目地部を理論的にモデル化することは非常に困難である。そこで、本研究では、図-2に示すように、目地部を3種類のばねに置き換えてモデル化することにした。それぞれのばねは、鉛直変位 w 、 t 軸まわりのたわみ角 θ_t 、 n 軸まわりのたわみ角 θ_n に対応している。これらのばね定数は、過去の実験との比較から、筆者らの計算により $K_w = 1,000 \text{ kg/cm}^2$ 、 $K_{\theta t} = K_{\theta n} = 5,000 \text{ kg}$ と推定されている。しかし、この値は目地砂の締め具合などに影響され、かなり変動するものと思われ、この点については、より詳細な検討が必要である。

これらのモデルにより、次式のような剛性方程式の剛性マトリックスが得られる。

$$\{F\} = ([K] + [H]) \cdot \{\delta\} \quad (1)$$

ここに、 $\{F\}$ 、 $\{\delta\}$ はそれぞれ節点外力および節点変位ベクトルであり、 $[K]$ 、 $[H]$ はそれぞれブロック舗装および路盤の剛性マトリックスである。

3. 数値計算例

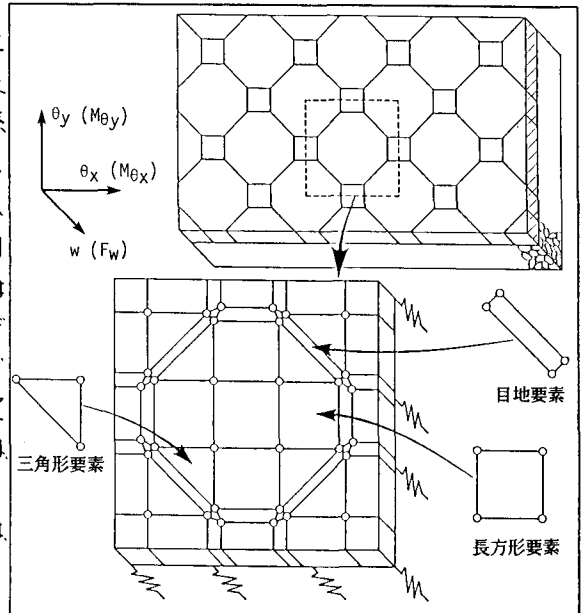


図-1 インターロッキングブロック舗装のモデル化

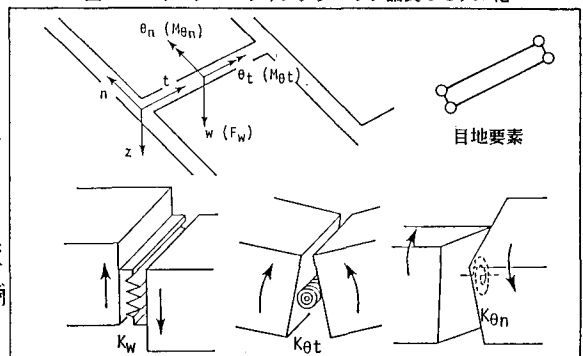


図-2 目地部のモデル化

まず始めに、15cm 四方の正方形ブロックを仮定し、その厚さを 4cm、8cm、12cm と変化させたときの、力学的挙動の変化について検討した。荷重は 5.6t、載荷半径は 15cm とし、路盤反力係数は 25 kg/cm² とした。図-3 は、ブロックの厚さと最大応力の関係を示したものである。ブロックの厚さは最大応力に大きく影響し、特に、厚さが 8cm あたりより薄くなると、応力の値は極端に大きくなる。図-4 は、同様にブロックの厚さと最大たわみの関係を示したものである。この図から、ブロックの厚さと最大たわみの間には、はっきりとした関係を得ることはできないが、厚さが 8cm のとき最も小さい値となる。これらのことより、8cm という値は、ブロックの厚さとして非常に適切なものといえる。

次に、多角形のブロックを仮定し、計算を行なった。荷重条件、路盤反力係数は、前述のとおりであるが、載荷半径は要素分割の仕方にある程度拘束されるため、その都度変化させなければならない。図-5 は、六角形ブロックを敷設した場合 (CASE 1) と、八角形ブロックと正方形ブロックを組み合わせて敷設した場合 (CASE 2) の、主応力の分布について示したものである。CASE 1 では、応力は各方向、各ブロックに均等に分散しているが、CASE 2 では、正方形ブロックの応力は、載荷付近でも小さい値となっている。これは正方形ブロックの面積が、八角形ブロックに比べて小さいためだと思われる。このため、正方形ブロックと隣接する方向への応力の分散が、多少悪くなっていることがわかる。

4. あとがき

このように、本解析法はさまざまな条件を考慮に入れて、インターロッキングブロック舗装の力学的挙動を解析できる。しかし、要素分割は、ブロックの形状に左右されるため、載荷面を自由に選ぶことができない。今後、この点にさらに改良を加え、一律な載荷条件で計算が行なえるようにする必要がある。また、目的地の剛性パラメータ (ばね定数) についても、さらに詳細な検討が必要である。

<参考文献>

- 1) 西沢良男;有限要素法によるインターロッキングブロック舗装の解析, 第 15 回 日本道路会議論文集, 1983年

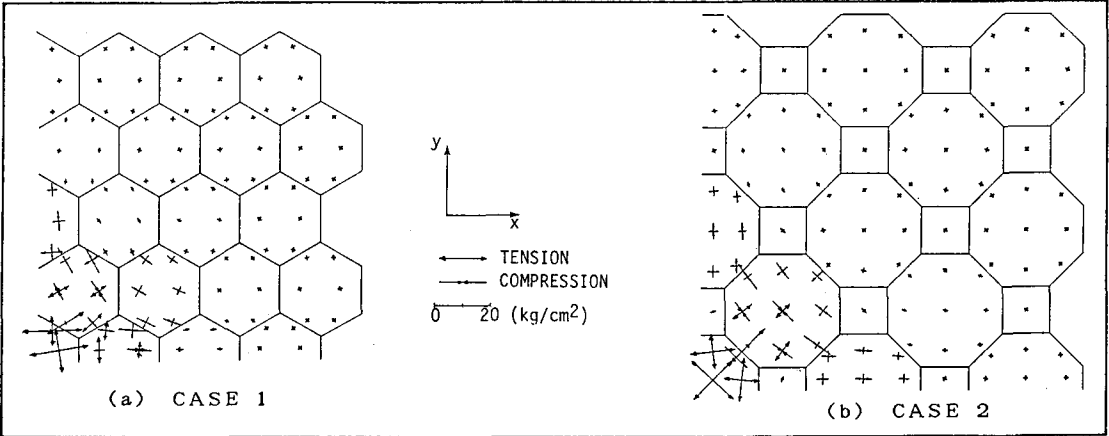


図-5 主応力分布

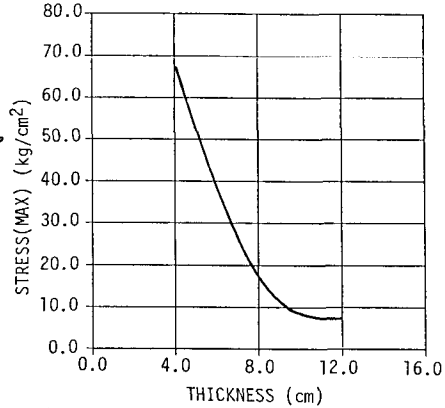


図-3 ブロックの厚さと最大応力の関係

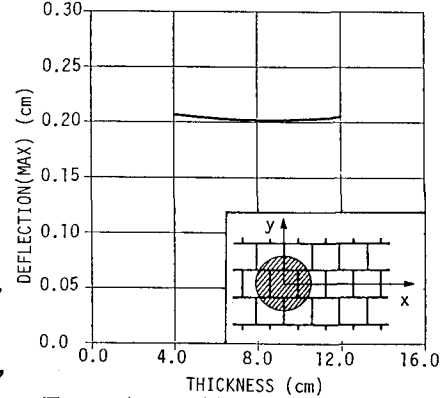


図-4 ブロックの厚さと最大たわみの関係