

プレキャストコンクリート舗装の力学的挙動について

石川工業高等専門学校 正員 西澤辰男
石川工業高等専門学校 京念正祐
石川工業高等専門学校 内藤理武

1. まえがき

プレキャストコンクリート舗装 (Precast Concrete Pavement:PCCP) は、工場で製作された比較的小さな寸法のコンクリート平板を路盤上に設置して施工されたものである。製造、運搬、設置の都合を考慮し、コンクリート平板の寸法は基本的には1辺が1.5~2.0m程度であり、コンクリート平板相互の連結は単純な突合せ目地が一般的である。工場製作されたコンクリート平板を用いるため、十分な強度を有し品質が安定していること、施工にあたって大型の施工機械が必要ないこと、養生期間も必要ないことなどが最大の特長である。しかしながら、平板自体の寸法が小さいため、コンクリート平板自体の荷重分散能力が低いなどの欠点も有している。そこで、PCCPの舗装としての挙動を検討するために、載荷実験およびFEM解析を行った。

2. FEM解析法

コンクリート平板舗装をFEMでモデル化した場合、基本となる剛性方程式は以下ようになる。

$$(K + H) \cdot d = f - q \dots\dots\dots (1)$$

ここに、

- K : コンクリート版の剛性マトリックス
- H : 路盤の剛性マトリックス
- d : 節点変位ベクトル
- f : 交通荷重ベクトル
- q : 路盤反力ベクトル

本研究においては路盤モデルとしてWinkler 支承モデルを用いた。寸法の小さな平板の端部に荷重が作用すると、もう一方の端部が路盤面よりも上に持ち上がるという現象が見られる。このとき持ち上がった部分と路盤との接触は失われ、同時にその支持も失うことになる。このような現象を考慮に入れるために、以下のような路盤条件を設定した。

$$q = \begin{cases} k \cdot (w - w_0) & ((w - w_0) \geq 0 \text{ のとき}) \\ 0 & ((w - w_0) < 0 \text{ のとき}) \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

ここに

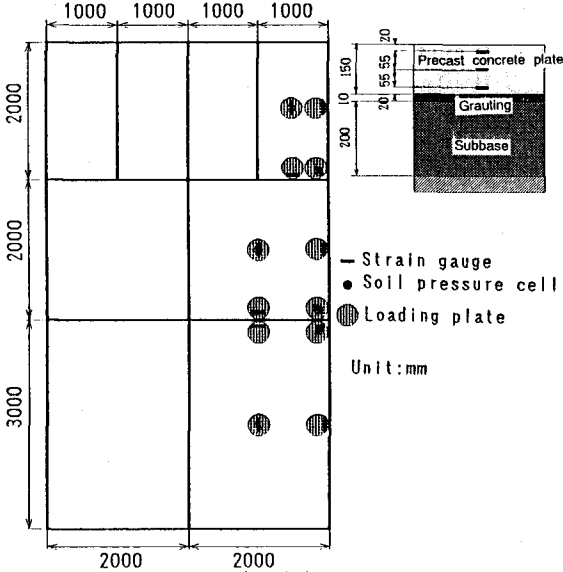


図-1 試験舗装の概要

表-1 実測されたコンクリートの材料および路盤性状

項目	数値
コンクリートの弾性係数	411,000 kgf/cm ²
コンクリートのポアソン比	0.21
路盤 k ₃₀ 値	24.4 kgf/cm ³

- q : 路盤反力
- w : たわみ
- w₀ : 平板と路盤との隙間
- k : 路盤 k値

w₀はグラウトが充填できない場合や、平板の厚さ方向の温度勾配による変形などによって生ずる部分的な路盤と平板との隙間を考慮するために導入した。

このような路盤条件を仮定した場合、路盤の剛性マトリックスは平板のたわみの関数となるので、剛性方程式(1)の解は非線形になる。そこで、式(1)を解くためにNewton-Raphson法を採用した。通常3~4回で収束して解が得られる。

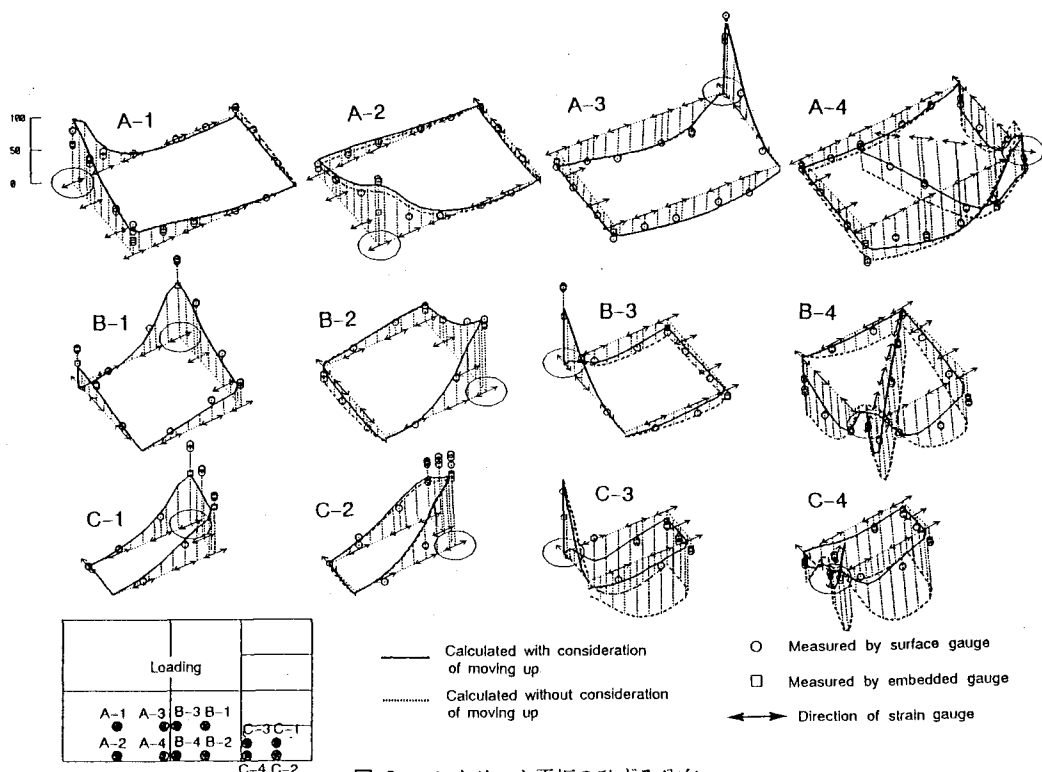


図-2 コンクリート平板のひずみ分布

3. 試験舗装における載荷実験

試験舗装の平面図と舗装構成を図-1に示す。平板の寸法は、厚さ15cm、辺長が最小100cm、最大300cmであり、200cmの辺長のものは正方形としてある。路盤は通常の厚さ20cmの粒調碎石路盤である。室内試験により得られたコンクリートの性状および現場で測定された路盤 k 値は表-1に示すとおりである。図-1には主な測定計器の位置ならびに載荷位置も示してある。

載荷は図-1に示すようにそれぞれの大きさの平板の中央、縁部、隅角部において行った。10tfの重錘を反力としたフレームを組み、直径30cmの鋼性載荷板に油圧ジャッキを用いて1tf刻みで載荷し、平板のひずみ、路盤上面の土圧を測定した。測定はそれぞれ3回ずつ行い、再現性についてチェックした。

4. 実験結果とFEM解析結果の比較

図-2はコンクリート平板のひずみ分布である。○は表面ひずみ計による測定値、□は埋め込みひずみ計の測定値を表面の値に換算したもの、実線は平板の持上りを考慮した計算値、破線は平板の持上りを無視した計算値である。また図中の↔は測定ひずみの方向

を示している。

全体として、表面ひずみ計の値は埋め込みひずみ計のものよりもかなり大きめの値を示しているものの、計算値は信頼性の高い埋め込みひずみ計による測定値とよく一致しており、FEM解析の妥当性が認められる。200×300cmの平板においては、隅角部載荷を除いて平板の持上りの影響は僅かであり、計算値と実測値はよく一致している。隅角部載荷の場合、また平板寸法の小さいときには縁部載荷の場合であっても、計算値における持上りの影響は大きい。このようなことから、寸法の小さな平板の端部に荷重が作用したときの応力計算には持上りの影響を考慮する必要があることが分かる。

5. まとめ

PCCPの構造解析を行うためにFEMを用い、特にコンクリート平板と路盤との接合状態を考慮したより厳密に解析する手法を提案した。載荷実験の結果を本手法で解析しその結果を比較することにより、本研究において用いたFEM手法がコンクリート平板舗装の挙動を解析する上で有効であることを検証した。