

## V-44

## 平板FEMによるコンクリート舗装の逆解析

東京農業大学 正会員 小梁川雅  
 東京農業大学 正会員 竹内 康  
 東京農業大学 井上 博  
 石川高専 正会員 西澤辰男

## 1. はじめに

FWDは舗装の非破壊試験として定着しつつあるが、コンクリート舗装に対する適用に関しては逆解析手法も確立してはいない。またコンクリート舗装では表層のコンクリートの剛性が極めて高いことから、得られるたわみデータが小さくその精度にも問題があるとの指摘もある。本研究では逆解析手法として、平板理論によるFEM解析を取り上げ、その解析結果に関して報告するものである。解析に用いたデータは、平成8年9月18日に羽田空港のエプロンにおいて実施されたFWD試験結果である。この試験では、5×5mの無筋コンクリート版中央ではほぼ1時間おきに試験を実施し、コンクリート版内の温度差およびたわみデータを測定した。

表-1 たわみデータと逆解析結果

## 2. コンクリートの弾性係数

表-1に試験の結果得られたコンクリート版内温度差とたわみデータおよび逆解析結果を示す。このデータは載荷重20tofの試験機によって得られたものである。

逆解析の結果によれば、コンクリートの弾性係数、路盤k値共にコンクリート版内の温度差によって値が異なっており、コンクリート版のその影響を示しているように考えられる。しかしながら、温度差の影響

| 時刻    | 温度差<br>(°C) | たわみ(cm) |        |        |        |        |        |        | No. | 弾性係数<br>kgf/cm <sup>2</sup> | 路盤k値<br>kgf/cm <sup>3</sup> |
|-------|-------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|-----------------------------|-----------------------------|
|       |             | D0      | D30    | D45    | D60    | D90    | D150   | D250   |     |                             |                             |
| 10:00 | 2.7         | 0.0236  | 0.0219 | 0.0212 | 0.0207 | 0.0184 | 0.0148 | 0.0105 | 18  | 301230                      | 10.376                      |
| 11:00 | 9.3         | 0.0245  | 0.0227 | 0.0223 | 0.0215 | 0.0199 | 0.0150 | 0.0098 | 25  | 970790                      | 17.960                      |
| 12:00 | 14.4        | 0.0251  | 0.0239 | 0.0234 | 0.0225 | 0.0204 | 0.0158 | 0.0097 | 24  | 1012600                     | 11.974                      |
| 13:00 | 15.2        | 0.0258  | 0.0246 | 0.0240 | 0.0230 | 0.0207 | 0.0161 | 0.0098 | 24  | 675000                      | 11.974                      |
| 14:00 | 14.3        | 0.0253  | 0.0242 | 0.0238 | 0.0230 | 0.0208 | 0.0162 | 0.0091 | 8   | 674990                      | 13.289                      |
| 15:00 | 14.2        | 0.0256  | 0.0242 | 0.0232 | 0.0225 | 0.0203 | 0.0161 | 0.0103 | 8   | 675000                      | 13.289                      |
| 16:00 | 12.2        | 0.0253  | 0.0246 | 0.0239 | 0.0230 | 0.0210 | 0.0166 | 0.0114 | 20  | 151860                      | 372.530                     |

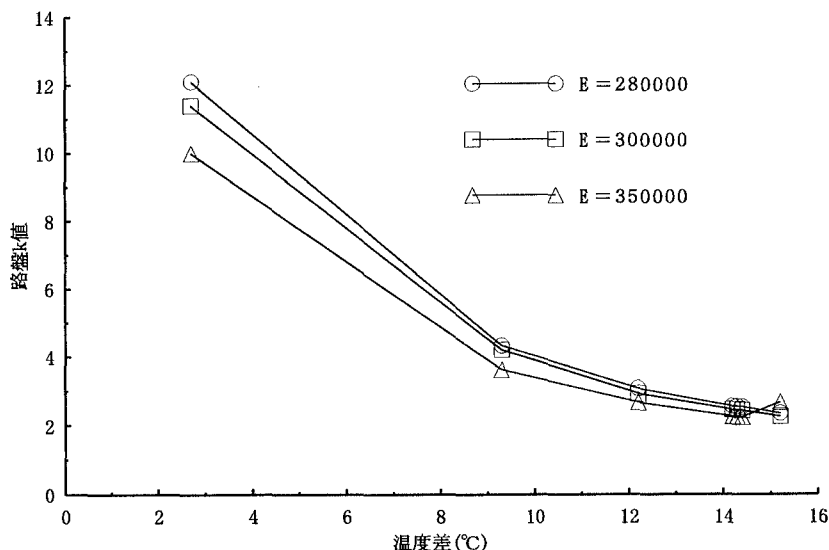


図-1 温度差と路盤k値の関係

keywords コンクリート舗装、FWD試験、逆解析

〒336 世田谷区桜丘1-1-1 東京農業大学農業工学科

TEL.03-5477-2344

FAX.03-5477-2620

が路盤k値よりもコンクリートの弾性係数に反映されたような計算結果となった。またコンクリートの弾性係数が、通常では考えられないような値を示している。そこでコンクリートの弾性係数を固定して解析することとした。ここでは3種類の弾性係数を設定し、順解析によってD0たわみが一致する場合の路盤k値を計算した。

図-1に温度差と路盤k値の関係を示す。路盤k値は温度差が高くなるほど低い値を示している。ここで正の温度差はコンクリート版上面の温度が下面に比較して高いことを示しており、この状態ではコンクリート版が上に凸の形のそとと考えられる。この結果見かけの路盤k値は減少することとなり、今回の計算結果はこれを良く表している。

今回の試験では試験区間のコンクリート版から切り出し供試体を作製し、その弾性係数を測定した。その結果によればこのコンクリートは約300000kgf/cm<sup>2</sup>の弾性係数を示しており、今回の解析ではこれを考慮して弾性係数を変化させている。その結果図からわかるように、温度差が大きい領域では弾性係数によって路盤k値の推定値が若干異なっているが、温度差の小さい領域ではその影響がほとんど見られない。すなわちコンクリート舗装のFWD試験結果の検討では、コンクリートの弾性係数を固定して逆解析が行える可能性を示唆している。

### 3・センサー個数

本研究では次に、FWD試験の逆解析結果よりセンサー個数について検討を行った。前述のようにコンクリートにおけるFWD試験では、コンクリートの剛性の高さから得られるたわみデータが小さいため、特に荷重点から離れた位置のセンサーで得られたデータには、センサー自体の誤差が相当量含まれている可能性が高い。その結果全てのセンサー位置のたわみデータを用いた場合には、表-1に示されるように、コンクリート弾性係数と路盤k値の推定値が通常では考えられないような結果となる場合がある。前節での計算結果のように、D0のたわみののみを合致させるように逆解析を行うと現実的な計算結果が得られることから、ここで逆解析に用いるセンサーの個数を検討してみた。

逆解析には平板理論によるFEM解析を用いているが、路盤のモデルとしては垂直バネのみを考慮したWinklerモデルではなく、水平方向のばねをも考慮したVlasovモデルを用いた。表-2に、計算に用いたセンサー位置と各時刻におけるコンク

表-2 センサー個数とコンクリート弾性係数

リート弾性係数の推定値を、表-3に路盤支持力係数の推定値を示す。表からわかるように用いるセンサー個数を荷重作用点付近に限定していくに従って、コンクリートの弾性係数も路盤k値も現実的な値に収束していく。もちろんこの結果は、ある特定の試験機による1箇所の事例で

あり、さらに検討は必要であるが、コンクリート舗装のFWD試験結果の逆解析においては、荷重点付近のたわみデータのみを対象とした方がよいことを示唆していると考えられる。

なお解析に用いたデータは、FWD研究会コンクリート舗装WGが主体となって行った試験結果である。

| 時刻    | 温度差<br>(℃) | 弾性係数(kgf/cm <sup>2</sup> ) |        |        |        |        |
|-------|------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|
|       |            | D0~D250                    | D0~D90 | D0~D60 | D0~D45 | D0のみ   |
| 10:00 | 2.7        | 301230                     | 300490 | 300300 | 300000 | 300000 |
| 11:00 | 9.3        | 970790                     | 450000 | 450000 | 300002 | 300000 |
| 12:00 | 14.4       | 1012600                    | 300000 | 300000 | 300000 | 300000 |
| 13:00 | 15.2       | 675000                     | 675000 | 675000 | 450000 | 300000 |
| 14:00 | 14.3       | 674990                     | 300000 | 300000 | 300000 | 300000 |
| 15:00 | 14.2       | 675000                     | 299980 | 299990 | 449960 | 300000 |
| 16:00 | 12.2       | 151860                     | 299990 | 300000 | 300000 | 300000 |

表-3 センサー個数と路盤支持力係数

| 時刻    | 温度差<br>(℃) | 路盤k値(kgf/cm <sup>3</sup> ) |        |        |        |        |
|-------|------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|
|       |            | D0~D250                    | D0~D90 | D0~D60 | D0~D45 | D0のみ   |
| 10:00 | 2.7        | 10.376                     | 10.757 | 10.982 | 11.149 | 11.025 |
| 11:00 | 9.3        | 17.960                     | 5.606  | 5.606  | 6.730  | 6.735  |
| 12:00 | 14.4       | 11.974                     | 3.547  | 3.547  | 3.540  | 3.547  |
| 13:00 | 15.2       | 11.974                     | 11.974 | 11.974 | 11.210 | 3.322  |
| 14:00 | 14.3       | 13.289                     | 3.547  | 3.547  | 3.540  | 3.547  |
| 15:00 | 14.2       | 13.289                     | 3.547  | 3.547  | 11.974 | 3.547  |
| 16:00 | 12.2       | 372.530                    | 4.332  | 4.429  | 4.419  | 4.429  |