

スプレッドシートによる2層系弾性理論に基づく空港舗装路盤厚さの算定

鹿島道路 東京支店 正 金井 利浩
同 上 高萩 二郎
同 上 阿武 一彦

1. はじめに

経験的設計手法による空港における無筋コンクリート舗装の路盤厚さは、試験路盤を構築して平板載荷試験を実施し設計支持力係数 K_{75} が得られるように設定することが原則であるが、設計段階においては試験施工を行うことは困難なため、一般的にはコンクリート舗装の路盤厚設計曲線¹⁾から読み取っている。しかし、当該設計曲線は、代表的な弾性係数 E_1 および支持力係数 K_1 のケースに限定されており、特殊な路盤材を使用するような場合等には適用できないのが現状である。そこで、任意の条件下で簡便かつ迅速に路盤厚さを求められるスプレッドシートを考案し、各種計算を試みたので以下に報告する。

2. 路盤の厚さ h を求める方法

路盤厚さは、2層系弾性理論を援用して以下の手順に従って求める。手順⑤の等価弾性係数²⁾の式(3)により路盤厚さ h を算定するが、本式は h の陰関数であり直接計算できないため、繰り返し計算を行う必要がある。そこで、図-1のようにスプレッドシートを作成し、計算処理の簡素かつ迅速化を図った。

手順①：目標の K_1 (路盤上の K_{75}) を設定する。

手順②：目標の等価弾性係数 E_m (路盤+路床以下) を式(1)により求める。

$$E_m = K_1 \times 1.18 \times a \cdots (1)$$

ここに、 a ：載荷板の半径(=0.375 m)

手順③： K_1/K_2 (路床上の K_{75}) を設定する。

手順④：路床以下の弾性係数 E_2 を式(2)により求める。

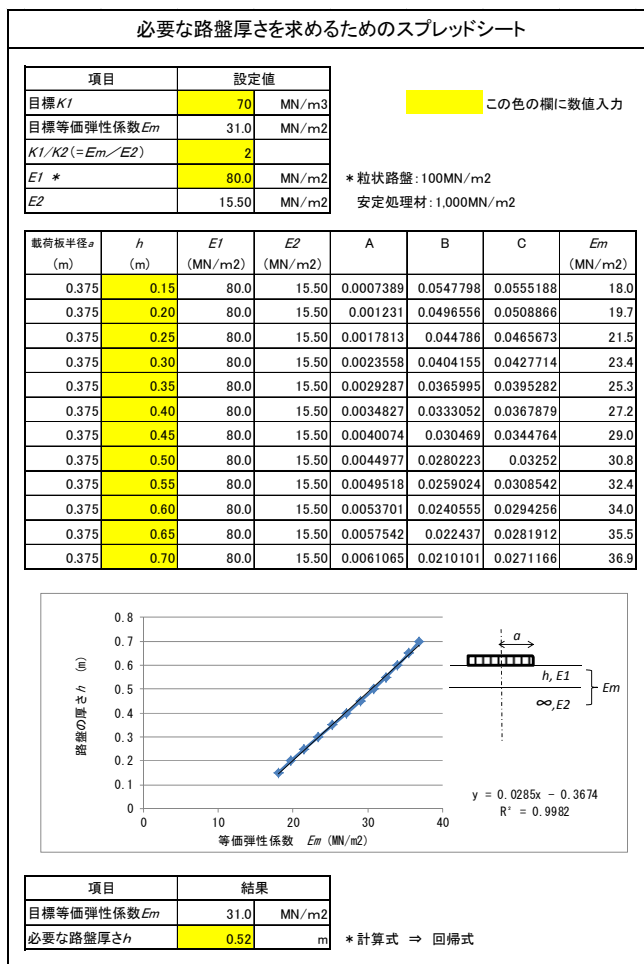
$$E_2 = (K_2/K_1) \times E_m \cdots (2)$$

$$(\because K_1/K_2 = E_m/E_2)$$

手順⑤：材料の種類に応じて路盤の弾性係数 E_1 を適宜設定(例えば、粒状路盤： $E_1=100 \text{ MN/m}^2$ 、安定処理路盤： $E_1=1,000 \text{ MN/m}^2$)し、手順④の E_2 を与条件として式(3)により、路盤の厚さ h を変化させて等価弾性係数 E_m を繰り返し計算する。

$$\frac{1}{E_m} = \frac{1}{E_1} \left(1 - \sqrt{\frac{a^2}{a^2 + g_e^2}} \right) + \frac{1}{E_2} \sqrt{\frac{a^2}{a^2 + h_e^2}} \cdots (3), \text{ここに、} g_e = 0.9h, h_e = 0.9h \sqrt{\frac{E_1}{E_2}}$$

手順⑥：手順⑤の繰り返し計算結果に基づき等価弾性係数 E_m と路盤厚さの関係図を描き、両者の回帰式により目標の等価弾性係数 E_m に対応する路盤の厚さ h を近似計算する。



キーワード 空港舗装、コンクリート舗装、路盤厚さ、2層系弾性理論、等価弾性係数

連絡先 〒112-8566 東京都文京区 1-7-27 TEL 03-5802-8027 FAX 03-5802-8050

3. スプレッドシートによる各種計算結果

3-1 路盤上面における支持力係数 K_I の補間

参考文献 1) をみると、粒状路盤 ($E_I=100\text{MN/m}^2$) については $K_I=100\text{MN/m}^3$ 、 70MN/m^3 ならびに 50MN/m^3 の 3 条件について路盤の厚さのグラフが示されている。

ここでは、これら 3 条件を含む 8 条件に関して図-2 のとおり計算を行った。本スプレッドシートによる計算方法の妥当性を検証するため、前述の 3 条件についてグラフからの読み取り値と本手法による計算値を比較した結果 ($K_1/K_2=1.5, 2.0, 2.5, 3.0$) を図-3 に示す。図-3 より両者はよく一致していることから、計算方法は妥当なものであり、任意の K_I に対する路盤の厚さを算出することが可能と考える。

3-2 路盤の弾性係数 E_I が路盤の厚さ h に及ぼす影響

本スプレッドシートの妥当性が確認できたので、次に路盤の弾性係数 E_I を変化させて計算を行い、 E_I が路盤の厚さに及ぼす影響を調べた。 $K_I=70\text{MN/m}^3$ において E_I を変化させたときの路盤の厚さ h の計算結果を図-4 に示す。図中、粒状路盤、安定処理路盤に該当する、それぞれ $E_I=100\text{MN/m}^2$ と $1,000\text{MN/m}^2$ の計算結果は実線で示している。

今、 $K_1/K_2=1.5, 2.0, 2.5, 3.0$ 毎に、 $E_I=100\text{MN/m}^2$ における路盤の厚さを基準として、 E_I を変化させたときの厚さの比を求めた結果を図-5 に示す。図-5 をみると、 K_1/K_2 の値にかかわらず E_I と路盤の厚さの比の関係は概ね等しく、 $E_I=100\text{MN/m}^2$ における路盤の厚さに対し $E_I=500\text{MN/m}^2$ では約半分となり、安定処理路盤相当の $E_I=1,000\text{MN/m}^2$ では 4 割程度になっている。

4. まとめ

- ①空港のコンクリート舗装における路盤の厚さを求めるためのスプレッドシートを考案し、任意の設計条件に対応できるようにした。
- ②本スプレッドシートによる計算結果から、路盤材料の弾性係数を増加させると、 K_1/K_2 の値によらず概ね一定の比率で路盤の厚さが減少することが確かめられた。

5. おわりに

コンクリート舗装の路盤厚さを任意の設計条件において計算できるようになったことから、今後は、得られた知見を経済的な舗装断面の検討などに有効活用していきたいと考えている。

【参考文献】

- 1) SCOPE (財) 港湾空港建設技術サービスセンター：空港舗装設計要領及び設計例、国土交通省航空局監修、pp.付-40-41、平成 20 年 4 月
- 2) 遠藤靖：舗装の計算における Odemark の理論の要点その他〔I〕、道路建設、No.192、pp.12-19、1964 年 1 月

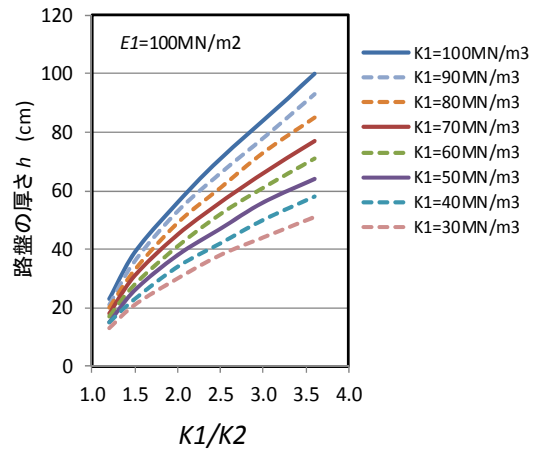


図-2 K_I の補間 ($E_I=100\text{MN/m}^2$)

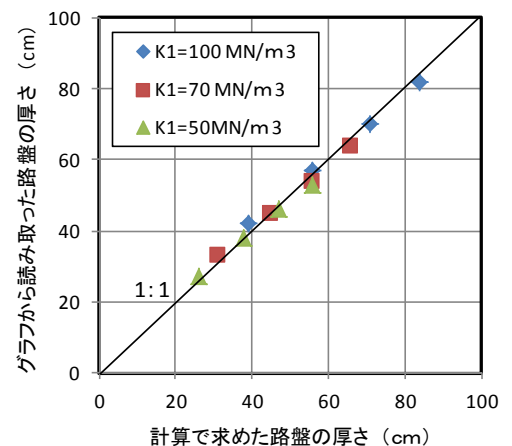


図-3 計算値と読み取り値との比較

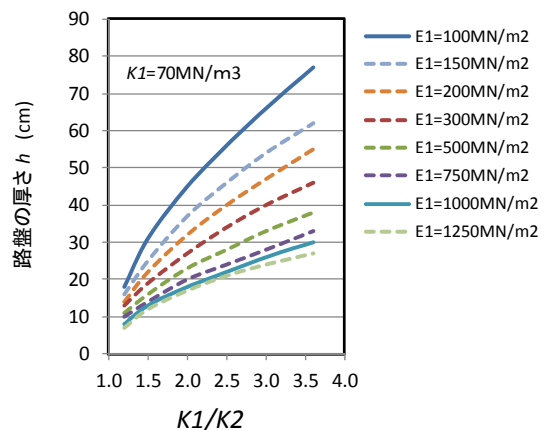


図-4 E_I の補間 ($K_I=70\text{MN/m}^3$)

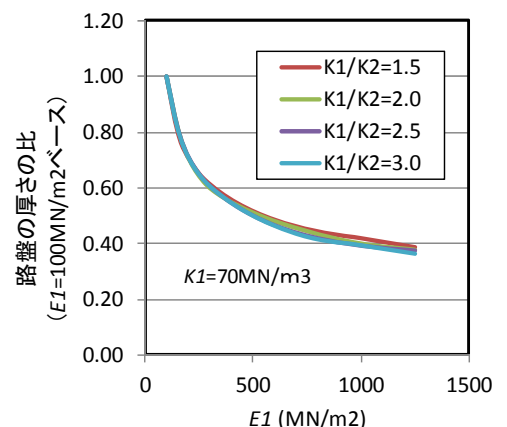


図-5 E_I の路盤厚への影響 ($K_I=70\text{MN/m}^3$)