

V-194

FWDによる空港コンクリート舗装力学定数の評価法

運輸省港湾技術研究所 ・ 研修生（日本空港コンサルタンツ） 正会員 坂井典和
 運輸省港湾技術研究所 ・ 元研修生（日本空港コンサルタンツ） 正会員 廣田道紀
 運輸省港湾技術研究所 正会員 八谷好高

1.はじめに

わが国の空港コンクリート舗装構造設計は、舗装版が Winkler 支承により支持されているとした Westergaard の中央部載荷公式を用いて計算されている。しかし、Winkler 支承は路盤以下を独立する個々のバネと考えているため、厳密には連続体である実際の地盤をモデル化していないと考えられる。そこで本研究では、まず路盤以下を Boussinesq 理論に代表される弾性支承と Winkler 支承の支持条件および使用するたわみ点数の相違が逆解析弾性係数等に与える影響を比較した。そして、その結果に基づいて地盤支承条件での力学定数の評価法をとりまとめた。

2.使用データ

本研究に使用した FWD のたわみは以下の条件におけるものである。なお、⑤、⑥：実測値、⑦～⑨：試験による実測値、⑩：仮定値、⑪：換算式による推定値。

- ①試験場所：第3種空港舗装、②FWD 載荷重：200kN、③載荷測点数：49 測点、④載荷重位置：版中央部
 ⑤コンクリート版厚：350mm、⑥上・下層路盤厚：650mm、⑦コンクリート版弾性係数 (E_c)：34,650N/mm²
 ⑧路盤支持力係数 (K_{75} 値)：0.125N/mm³ ($K_{30}=0.375$ N/mm³)、⑨コンクリートポアソン比 (ν_c)：0.2
 ⑩路盤ポアソン比 (ν_b)：0.3(仮定)

⑪路盤弾性係数(E_b)：229N/mm²（推定式 $E_b = 1.075 \sqrt{k^3(1-\nu_b^2)^4 E_c h^3 / (1-\nu_c^2)}$ により算出）

3.地盤支承条件およびたわみ点数による比較検討

Winkler 支承と弾性支承の比較検討は下記に示す①～③に示した方法によって行なった。

- ①たわみデータは各測点において 4 回計測したデータのうち 1 回目を棄却して残りの 3 回の平均値を使用するが、たわみにいゆる逆転現象がある場合はそのデータを無効とし 2 回の平均値を採用する。
 ②解析に使用する最遠点たわみを次に示すように 90,150,250cm とし、使用するたわみ点数を 3 点から 7 点とする。たわみの組合せは次のようになる（荷重直下は必ず含む）。

最遠点たわみ	使用たわみ点数				
	7	6	5	4	3
D ₂₅₀	1	6	15	20	15
D ₁₅₀	—	1	5	10	10
D ₉₀	—	—	1	4	6

※ D_x の x とは、載荷版中心からの距離を示す。

- ③たわみから力学定数を推定する逆解析計算は、弾性薄板理論に基づく簡易計算式¹⁾より行うものとする。

逆解析結果として、条件ごとに E_c 、 K_{75} 、 E_b の平均値を計算した結果を図-1～3 に示す。図-1 に示した支承条件、たわみ点数による E_c の違いをみれば、Winkler 支承の場合 E_c は最遠点たわみ、たわみ点数の減少に比例して低くなることがわかる。その際の実測値との比率は最大で約 2.5 倍、最小で約 1.8 倍である。それに比べ、弾性支承の場合は最遠点たわみ、たわみ点数の相違による E_c の変化は見受けられず、概ね一定の値を示し、計算値の実測値に対する比率は最大、最小とも約 1.2 倍となっている。図-2 に示す Winkler 支承の場合の K_{75} をみると、最遠点たわみ、たわみ点数の相違による極端な変化は見受けられず概ね一定の値を示している。その際の実測値との比率は約 1/2 である。図-3 に示す弾性支承の場合の E_b には、最遠点たわみ、たわみ点数の相違による変化はほとんど見受けられず、実測値との比率は約 1.2 倍と図-2 の場合に比べ K_{30} からの推定値に近い値を示した。

このことから、コンクリート舗装における路盤以下の支承条件を弾性支承によるものとした方が、逆解析結果の妥当性が高いことがわかる。また、逆解析結果はたわみ点数の増加に伴いバラツキが減少し、精度向上が望めるので、逆解析は 7 点のたわみを全て使用の方がいいこともわかった。

キーワード：弾性薄板理論、FWD、逆解析、コンクリート舗装

連絡先：〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 TEL 0468-44-5026 FAX 0468-44-4471

4. コンクリート舗装力学定数評価法

以上のように、空港コンクリート舗装の力学定数を特定するためには弾性支承上の薄板理論による逆解析の妥当性が高いと考えて評価法をまとめた。これは、まず、 D_0 たわみに着目した簡易評価を行ない、次に力学特性の逆解析による詳細評価を行なう流れとなる。具体的には下記の①～③の順に行なう

① D_0 と設計 K_{75} による現場評価

図-4に種々のコンクリート版厚に対する設計 K_{75} と D_0 の現場評価図を示す。

② D_0 と E_b による簡易評価

設計 K_{75} は施工・経年変化等により増減が考えられるので、逆解析により得られた E_b と D_0 による簡易評価を行なう。（図-4参照）

③ E_c , E_b を用いた換算 K_{75} による詳細評価

逆解析により得られた E_c , E_b からコンクリートの応力度を算定し、コンクリート版厚、および設計反復作用回数区分による照査を行なう。図-5は LA-1、 $E_c = 35000 \text{ N/mm}^2$ 時の換算 K_{75} と応力である。

$$\text{ここで、換算 } k_{75} = 0.91 \frac{1}{h} \sqrt[3]{\frac{1 - \nu_c^2}{(1 - \nu_b^2)^4}} \sqrt[3]{\frac{E_b^4}{E_c}}$$

5. 結論

本研究より、以下の結論が得られた。

① 空港コンクリート舗装の力学定数を特定するためには、弾性支承上の薄板理論を用い、たわみ点数を7点とする逆解析手法の妥当性が高い。

② 力学定数の評価は D_0 に着目した簡易評価ののち、たわみから力学特性を逆解析することによる詳細評価を行なう方法を考えた。

6. おわりに

本研究における路盤以下の支承条件は、ある特定のコンクリート舗装構造に基づいたものであり今後、他空港における調査を取込んでいきたい。

参考資料

- 1) J.YIN and Y.Hachiya : Back-Calculation for Stuctual Parameters of Pavement Slab on Winkler and Elastic Solid Subgrade, 土木学会論文集, No.606/V-41, pp.165-169, 1998

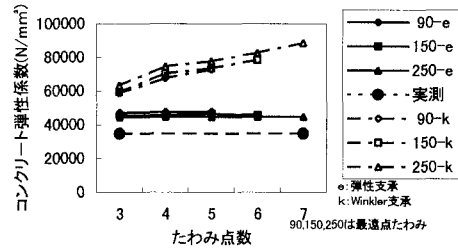


図-1 逆解析 E_c 値

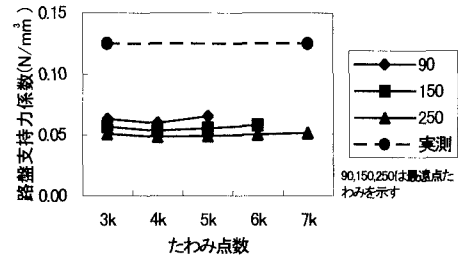


図-2 逆解析 K_{75} 値

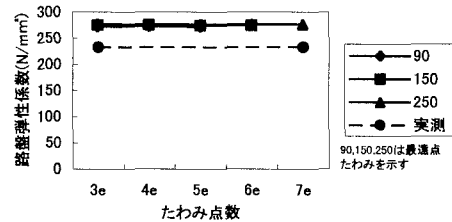


図-3 逆解析 E_b 値

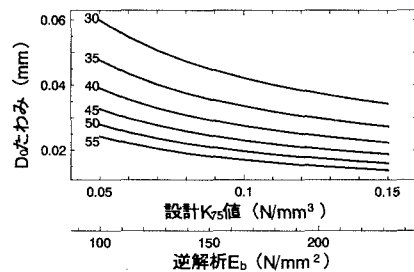


図-4 D_0 たわみに着目した簡易評価、および評価

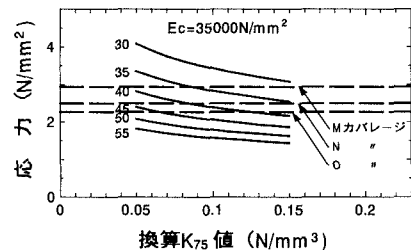


図-5 換算 K_{75} 値による詳細評価