

長岡技術科学大学大学院 ○真鍋 和則

長岡技術科学大学 唐 伯明

長岡技術科学大学 丸山 暉彦

1. はじめに

FWD によるコンクリート舗装の構造評価は、路盤支持力係数とコンクリート版弾性係数を求めることによって行われている。しかしながら、これまでの研究報告は版中央部での評価方法が主体であり、版下の空洞やひび割れなどで重要視されている目地縁部、隅角部における評価方法は確立されていない。本研究では、通常の道路舗装を考慮した様々な構造条件でコンクリート版を FEM モデル化し、得られた計算たわみに重回帰分析を適用して版中央部、目地縁部および隅角部における構造評価推定式を作成した。また、FWD による実測たわみを用いて推定式の実用性を検討した。

2. 計算たわみの重回帰分析

重回帰分析で用いる説明変数について述べる。本研究では、式(1)と式(2)に示す荷重拡散係数 A を新たに作成し、説明変数として用いることによって、測定たわみによるコンクリート舗装の構造評価を可能にした。荷重拡散係数とは、各測定点のたわみ D_i を版中央部では載荷点直下のたわみ D_0 、目地部では D_{30} で除することにより、様々な構造条件に対しても一律にたわみの分布範囲を表すことのできる係数である。一方、コンクリート舗装の分野では、版と路盤の両者を考慮した構造特性として、式(3)に示す剛比半径 $L(\text{cm})$ が用いられている。図-1 に荷重拡散係数と剛比半径の関係を示す。各載荷位置全てにおいて、両者は 1 対 1 に対応していることから、荷重拡散係数を用いれば剛比半径を考慮しているといえる。以上より、説明変数として荷重拡散係数、最も確実に測定される載荷点直下のたわみ D_0 、目地部においては荷重伝達率 $LT(=D_{30}/D_0)$ 、版厚および路盤支持力係数を用いて各載荷位置全てにおける

推定式を重回帰分析により作成した¹⁾。作成した版中央部推定式を式(4)と式(5)に、目地縁部推定式を式(6)と式(7)に示す。

$$A_{\text{中央}} = \frac{D_0 + D_{30} + D_{60} + D_{90}}{D_0} \quad (1)$$

$$A_{\text{目地}} = \frac{D_{30} + D_{60} + D_{90}}{D_{30}} \quad (2)$$

$$L = \sqrt[4]{\frac{EcH^3}{12(1-\mu^2)K}} \quad (3)$$

$$K_{\text{中央}} = \exp(4.56 + 25.00D_0^{-0.054} - 14.70A_{14}^{0.303}) \quad (4)$$

$$Ec_{\text{中央}} = 10^5 \left[\frac{\exp(5.61 + 0.01A_{14}^{4.984})K_{14}}{H^3} \right] \quad (5)$$

$$K_{\text{目地}} = \frac{\exp(-18.22 + 17.50D_0^{-0.092} + 17.18A_{24}^{-0.603})}{1 + LT} \quad (6)$$

$$Ec_{\text{目地}} = 10^5 \left[\frac{\exp(-22.26 + 43.18D_0^{-0.043} + 0.004A_{24}^{6.522})K_{24}^{-0.491}}{H^3(1 + LT)} \right] \quad (7)$$

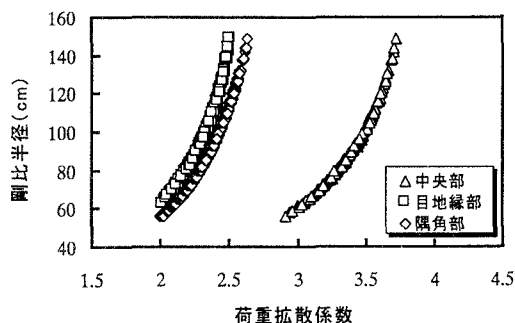


図-1 荷重拡散係数と剛比半径の関係

3. 推定式の実用性検討

3.1 版中央部推定式の検討

作成した版中央部推定式の実用性の検討を行うため、高速道路 2 路線 I, II および一般国道 2 路線

Key Words : FWD コンクリート舗装 弾性係数 路盤支持力係数 荷重拡散係数

Add. 〒940-2137 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 Tel.0258-47-1611(6123)

表-1 各路線の舗装構造

路線名	コンクリート版	路盤
高速道路Ⅰ	30cm	15cm セメント安定処理
高速道路Ⅱ	30cm	15cm セメント安定処理
一般国道Ⅲ	25cm	15cm 切込碎石
一般国道Ⅳ	25cm	15cm 切込碎石

表-2 各路線の版中央部解析結果

路線名	D ₀ たわみ (μm)	路盤支持力係数 (kgf/cm^3)	弾性係数 ($10^3\text{kgf}/\text{cm}^2$)
高速道路Ⅰ	84	28.6	5.5
高速道路Ⅱ	117	11.5	5.9
一般国道Ⅲ	332	4.6	3.1
一般国道Ⅳ	362	3.3	4.1

※D₀たわみは10tfに換算したものである

Ⅲ、Ⅳの計4路線のコンクリート舗装版中央部FWDデータを用いた。舗装構造を表-1に示す。各路線解析結果の平均値を表-2に示す。D₀たわみより、一般国道よりも高速道路のたわみの方が小さいことがわかる。これは、版厚や路盤構造の違いを顕著に表した結果といえる。路盤支持力係数は、高速道路が約11~28kgf/cm³とやや大きく、一般国道が約3.0~4.0kgf/cm³となった。一般国道の路盤はアスファルト中間層と下層路盤(切込碎石路盤)といった、通常よく用いられる施工方法であるが、高速道路の路盤はセメント安定処理を施しており、強化路盤となっている。この路盤構造の違いが、路盤支持力係数の大きさに反映されている。一般国道のコンクリート版の弾性係数は約300000~400000kgf/cm²と現実的な値が得られたが、高速道路の弾性係数は若干大きい値となった。前述したように、高速道路の路盤はセメント安定処理が施されているため、たわみが小さく計測される。これが弾性係数をやや大きく算出した原因と考えられる。

3.2 目地縁部推定式の検討

目地縁部推定式の実用性を検討するため、一般国道Ⅲ、Ⅳの2路線の目地縁部FWDデータを用いた。表-3に版中央部と目地縁部測定たわみの平均値を示す。表-4に目地縁部解析結果の平均値を示す。目地縁部のD₀たわみは版中央部に比べて国道Ⅲは

表-3 版中央部と目地縁部の測定たわみの比較

路線名	載荷位置	D ₀	D ₃₀	D ₆₀	D ₉₀
一般国道Ⅲ	版中央部	332	303	273	230
	目地縁部	543	391	327	261
一般国道Ⅳ	版中央部	362	341	314	276
	目地縁部	440	372	319	262

※1 単位： μm ※2 目地はD₀とD₃₀の中間に存在する

表-4 一般国道の目地縁部解析結果

路線名	荷重伝達率 (%)	路盤支持力係数 (kgf/cm^3)	弾性係数 ($10^3\text{kgf}/\text{cm}^2$)
一般国道Ⅲ	72	2.8	6.6
一般国道Ⅳ	85	2.6	10.0

約1.6倍、国道Ⅳは約1.2倍になっている。路盤支持力係数は約2.7kgf/cm³であり版中央部と比べると若干小さく、各路線ごとにみると国道Ⅲが約61%、国道Ⅳが約79%となっている。一方、弾性係数は版中央部に比べて約2倍となっており、大きく算出された。国道Ⅳのたわみは日中で気温の高くなる時間帯である昼12時ごろに測定されたものであった。コンクリート版は温度勾配によってそりが発生することからたわみ曲線形状や荷重伝達率に影響を及ぼし、測定たわみに誤差を与えたものと考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下に示す。

- (1)セメント安定処理を施された高速道路の測定たわみは、一般国道の測定たわみの約30%である。本研究の推定式では、これを反映した結果として路盤支持力係数の大小を明確に表すことがわかった。
- (2)目地縁部のコンクリート版の弾性係数は版中央部に比べて大きい結果となった。これは、温度および温度勾配によって発生する版のそりが荷重伝達率、たわみ曲線形状に影響を及ぼし、測定たわみに誤差を与えたものと考えられる。

参考文献

- 1) 真鍋和則, 唐伯明, 丸山暉彦: FEM解析に基づいたコンクリート舗装構造評価推定式の提案, 舗装工学論文集第2巻, 1997.