

コンクリート舗装の版厚設計についての一提案

成田国際空港株式会社 正会員 ○亀田 昭一
 一般社団法人セメント協会 正会員 吉本 徹
 広島大学大学院 正会員 佐藤 良一

1. はじめに

コンクリート舗装は、剛性舗装と云われ、また耐久性に優れていると云われて久しい。しかし、その普及率は低い。これはなぜであろうか。初期建設コストが高い、養生期間を要する、騒音が高い、乗り心地が悪い等が指摘されてきたが、その最大の理由は一旦破壊しだすとその補修は容易でないところにあるのではなかろうか。コンクリート舗装であったところがしばしばアスコンでオーバーレイされてきたことをみると、このことを如実に示していると思われる。振り返ってみるとコンクリート舗装の版厚設計では、ダウエルバーのせん断抵抗、不同沈下を含む路盤の支持力等の設計用値の経年変化を考慮しない不思議さがあり、コンクリート構造物と大きく異なる。一部のコンクリート舗装では50年を超える供用性を発揮している場合があるものの、このことが耐久的であると云われてきたコンクリート舗装の設計耐用期間内でのひび割れ発生や破壊等に至らしめ、補修も儘ならない状況を作ってきたものと思われる。

人は、長所を活かせ、好きなことをさせろといわれる。これをコンクリート舗装に適用すると、剛性を高め疲労抵抗性の十分高い構造とし、アスコンと比べれば極度に苦手な補修が生じないように版厚設計するというに至るのではないか。そこで、大胆な面もあるが、版厚設計の在り方について考察した。

2. コンクリート舗装の特徴

(1) 施工

版厚を増やしたとしても施工が困難となることはない。現行では、スリップフォーム工法でも約45cmの版厚までは施工が可能である。敢えて懸念される事項を挙げるとすれば施工能力に応じた材料の調達の良い否、セメントの水和に起因する温度ひび割れなどであろう。

(2) 版厚効果

コンクリート版自由縁部のたわみ w_e の算定式¹⁾および荷重による曲げ応力 σ_e の算定式²⁾は式(1)および式(2)で表せ、版厚 h が大きくなるとたわみは厚さの3/2乗で、曲げ応力はほぼ2乗で小さくなり、版厚を大きくすれば非線形的にたわみや応力等が低減する。

$$w_e = \frac{F}{\sqrt{6kl^2}}(1+0.4\nu) \quad \dots(1), \quad \sigma_e = (1+0.54\nu) \cdot 1.21 \cdot \frac{F}{h^2} \cdot \{\log(l/10) - 0.75\log(r/10) - 0.18\} \quad \dots(2)$$

ここに、 ν : コンクリートのポアソン比、 F : 荷重 (N)、 h : コンクリートの版 (mm)、 r : タイヤの接地半径、 l : 剛比半径 (mm) $\left(= \sqrt[3]{\frac{E_c \cdot h^3}{12(1-\nu^2)k}}\right)$ 、 k : 地盤反力係数 (GPa/m)、 E_c : コンクリートの弾性係数 (MPa) である。

(3) 補修

コンクリート舗装の補修工法についての報告は散見するが、ひび割れを含む補修の効果が長期にわたって有効であったという報告は、筆者らの知る限りない。これは、供用後、路盤にエロージョン、ポンピングが生じると、その機能回復は困難であることが大きな要因と考えられる。

3. 参考事例

3. 1 フルデプスコンクリート舗装

栃木県岩舟町(当時)では、1993年、1994年にわたり、セメント協会の重交通舗装委員会³⁾の協力を得て、

採石の過積載車両が頻繁に通行する道路において版厚60cm, 延長200mのコンクリート版を舗設した。

この舗装は実測 CBR が 0.6% の路床の上に 15cm の均しコンクリートを敷設し, その上に 60cm のコンクリート版を舗設したものである。設計では, 自由縁部に空洞(半径 0~2m)が生じるものとし, 荷重応力と温度応力の合成応力が曲げ強度の 1/2 以下になるようにした。

供用 20 年後の目地部段差量を図 1 に示す。原因不明のひび割れの影響(図 2 参照)等により, 一部大きい段差が生じている箇所があるものの, ダウエルバーがなく, さらに一切の維持管理行為がないにもかかわらず, 目地部の平均段差量が 0.4mm と小さいことは, 版厚が段差の抑制に大きな効果を発揮しているものと認めることができる。図 3 に目地段差量およびたわみ量の計算結果の一例を示す。図中の段差量は, 版厚 25~30cm の範囲の実測値を基に修正した推定式⁴⁾を用いて求めたものであり, ここでは外挿して求めている。適用範囲外の版厚を対象に算定することは検証が必要であるが, 定性的にはたわみの減少と整合性が認められ, また, 上記実測値ともほぼ一致している。この図から, 版厚が大きいほどたわみ量が小さく路盤にやさしい構造となり, その結果, 段差も小さくなるものと推定される。

3. 2 成田国際空港エプロンの改修工事(完全付着型コンクリートオーバーレイ工法)

成田国際空港では, 1998 年に供用期間 20 年を経過した厚さ 30cm の連続鉄筋コンクリート舗装(CRCP)のオーバーレイによる改修工事を開始した。その当時の CRCP の疲労度は, 約 0.83 であった。その設計では, 今後の疲労の蓄積が問題とならないように, 15cm のオーバーレイを行った。舗装断面および累積疲労度の推移を図 4⁵⁾に示す。その結果, オーバーレイ後 15 年経過した供用では, はく離・ひび割れの増加は全く認められず, 高い供用性を発揮している。

4. まとめ

コンクリート舗装の長所・短所を再認識し, その長所を活かす視点から厚い版厚の有効性について, 事例を踏まえて考察した。特に軟弱地盤上のフルデプスコンクリート舗装は, 厚い版厚でも容易に施工できるというコンクリートの長所を活かしたものであり, この考えを提案したい。

参考文献

- 1) 舗装標準示方書, 土木学会, p.149, 2007.
- 2) 舗装標準示方書, 土木学会, p.151, 2007.
- 3) 重交通舗装専門委員会報告, セメント協会, 1995.
- 4) コンクリート舗装小委員会報告書, 第 3 編 供用性分科会報告, pp.22-47, 2011.
- 5) 亀田昭一: 完全付着型コンクリートオーバーレイによる既存連続鉄筋コンクリート舗装の改修方法の開発, pp.35-40, 広島大学博士論文, 2009.

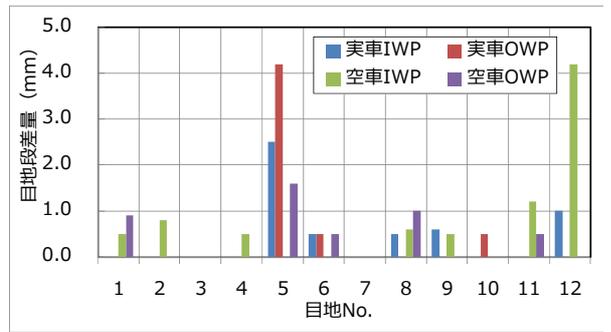
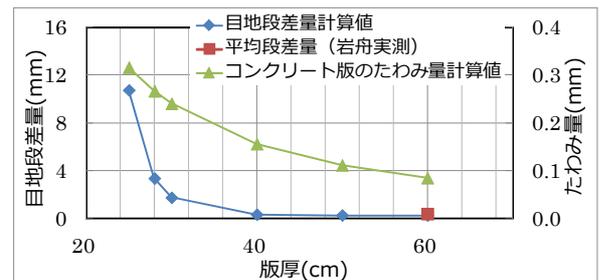


図 1 目地段差量調査結果の例(1993年施工分)



図 2 ひび割れ発生状況の例(1993年施工分)



※たわみ量計算値は式(1)による。F=49kN, Ec=30,000N/mm², v=0.2, k=0.1GPa/m
 ※目地段差量計算値は参考文献⁴⁾による推定式による。本推定式は, 版厚25~30cmまでの測定結果を基に作成されたものである。累積交通量:5千万台(N7交通量, 20年想定), 年間降水量1,500mm, Ec=30,000N/mm², v=0.2, k=0.1GPa/m

図 3 目地段差量およびたわみ量と版厚の関係

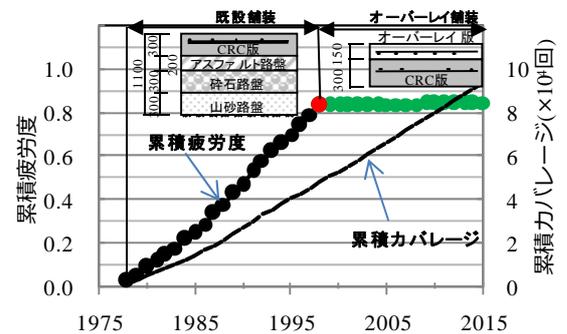


図 4 オーバーレイ前後の累積疲労度