

高強度コンクリート舗装の路床・路盤の荷重支持性能に関する検討

太平洋セメント(株)

正会員 ○上田 宣人

梶尾 聡

石田 征男

石川工業高等専門学校

正会員

西澤 辰男

1. はじめに

前報¹⁾では、コンクリート版を高強度化することは、疲労ひび割れ抵抗性の向上に対して有効であり、版を薄肉化しても十分な耐用年数を有することを示した。一方で、版を薄肉化すると、版剛性が低下し、路床・路盤の負担が大きくなるため、路盤が塑性変形を起こしやすく、所定の荷重支持性能を得られなくなる危険性を有している。現在の路床・路盤の荷重支持性能の照査方法では、たわみの限界値を具体的に決定することができないが、コンクリート舗装小委員会では、アスファルト舗装の設計方法を準用してたわみ限界値を導出する方法(以下、委員会法)が提案されている²⁾。そこで、本報では、コンクリート版厚やコンクリートの弾性係数がたわみに及ぼす影響を把握した上で、薄肉化した高強度コンクリート版を対象として、委員会法により路床・路盤の荷重支持性能について検討した。

2. たわみ限界値の導出方法

式(1)にアスファルト舗装の構造設計に用いる路床の暫定破壊規準式を示す。 N_{fs} は、永久変形によるわだち掘れが15mmに達するまでに許容される49kN換算輪数を意味している。3DFEM³⁾により得られるコンクリート版表面のたわみおよび路床上面の圧縮ひずみの関係から式(1)を適用することでたわみの限界値を導出することが可能となる。

$$N_{fs} = \beta_{s1} \cdot (1.365 \times 10^{-9} \cdot \varepsilon_z^{-4.477 \beta_{s2}}) \quad (1)$$

ここに、 N_{fs} :許容49kN換算輪数、 ε_z :路床上面の圧縮ひずみ、 $\beta_{s1} = 2.134 \times 10^3$ 、 $\beta_{s2} = 0.819$

3. 解析条件

図-1に本検討に用いた3DFEMモデルを示す。対象は、延長10m、幅員4mのコンクリート版として、横目地で連結した構造とした。目地には、直径25mm、長さ700mmのダウエルバーを40cm間隔で配置した。舗装断面は技術基準⁴⁾に適合する全条件を対象として、コンクリートの弾性係数は30GPaとした。交通荷重は大型車の後軸のタンデム軸(軸重98kN)として目地部に作用させた。コンクリート版と路盤との界面は水平方向の拘束を受けないものとした。また、コンクリート版厚およびコンクリートの弾性係数がたわみに及

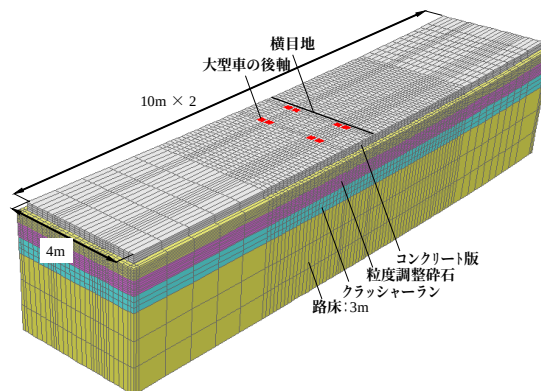


図-1 3DFEM モデル

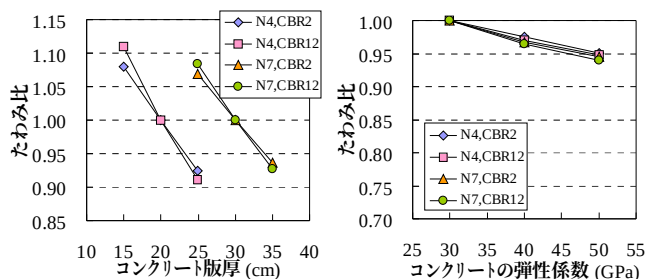


図-2 各因子がたわみに及ぼす影響

ぼす影響を確認するため、版厚を交通量区分に対応する版厚に対して ± 5 cmとした場合、弾性係数を40および50GPaとした場合のそれぞれについても同様に検討した。

4. 算定結果

式(2)に技術基準に適合する舗装断面で算出した版表面のたわみと路床ひずみの関係および式(1)より得られる許容49kN換算輪数と版表面のたわみの関係の下限式を示す。本式を用いることで設計49kN換算輪数よりたわみの限界値を得ることができる。

$$N_{fs} = 10^{(-1.78w + 9.00)} \quad (2)$$

ここに、 N_{fs} :許容49kN換算輪数、 w :3DFEMにより算出したコンクリート版表面のたわみ

図-2に技術基準に適合する舗装断面での版表面のたわみを基準とした場合の各条件でのたわみ比を示す。たわみに及ぼす影響は、計画交通量が多い舗装断面より、計画交通量の少ない舗装断面のほうが影響は大きい。特に、計画交通量が少なく、路床の支持力が大きい舗装断面(N4, CBR12%)が大きい。一方、弾性係数を大きくすると、計画

キーワード コンクリート舗装、高強度コンクリート、路床の暫定破壊規準、3DFEM、たわみ、ひずみ

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作2-4-2 太平洋セメント(株) 中央研究所 TEL 043-498-3852

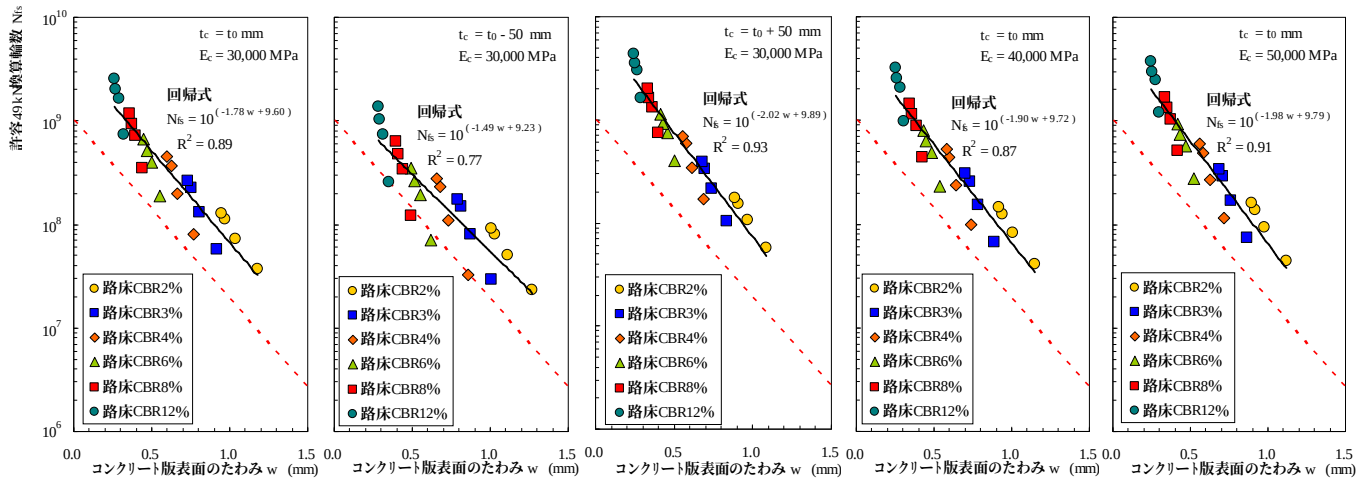


図-3 コンクリート版表面のたわみと許容 49kN 換算輪数の関係

交通量が多く、路床の支持力が大きい舗装断面(N_7 , CBR12%)で、たわみの低減効果が最大となるが、版厚の影響と比較すると、いずれの舗装断面でもたわみに及ぼす影響が小さい。

図-3に版表面のたわみと許容 49kN 換算輪数の関係を示す。図中には技術基準に適合する舗装断面より得られる式(2)を破線で、各条件で得られる回帰式を実線で併せて示す。各プロットの変化は、弾性係数よりも版厚の影響が大きく、特に、最も下限側に位置する計画交通量が少ない舗装断面(N_4)において変化が大きい。回帰式についても同様に版厚を変化させた場合に傾きが大きく異なる。

図-4に各条件で得られる回帰式におけるコンクリート版厚およびコンクリートの弾性係数による係数の変化を示す。版厚および弾性係数ともに一定の関係が認められる。本関係を用いれば、3DFEMによらずとも、たわみと許容輪数の関係を簡易的に把握することが可能である。

5. 路床・路盤の荷重支持性能照査

式(2)を用いて、薄肉化した高強度コンクリート版を有する舗装断面について、路床・路盤の荷重支持性能を照査した。対象とした舗装構造のコンクリート版は、版厚 17cm およびコンクリートの弾性係数 37.6GPaとした。交通量区分 N_6 、路床設計 CBR8%、その他の設計条件を舗装設計便覧⁵⁾の構造設計例と同一として、3DFEMを用いて算出した耐用年数は 124 年となる¹⁾。したがって、限界たわみは供用年数 124 年としての疲労破壊輪数より設定した。表-1 に照査結果を示す。耐用年数算出時と同一条件(N_6 , CBR8%)では、所定の路盤・路床の荷重支持性能を満たす結果となる。一方、計画交通量の多い舗装断面および路床の支持力が乏しい舗装断面においては、版厚 17cm では所定の路盤・路床の荷重支持性能を満足しない結果となる。いずれにして

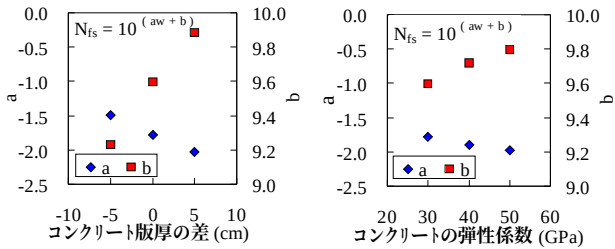


図-4 各因子と回帰式の係数との関係

表-1 高強度コンクリート舗装での照査結果

版厚：17cm		交通量区分			
路床設計 CBR (%)	弾性係数：37.6GPa	N_4	N_5	N_6	N_7
	2	1.22	1.14	1.10	1.10
	3	0.95	0.90	0.88	0.88
	4	0.80	0.76	0.74	0.74
	6	0.58	0.57	0.57	0.57
	8	0.46	0.46	0.45	0.45
12	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32
限界たわみ (mm)		1.53	1.07	0.60	0.20

も、コンクリート版の疲労ひび割れに対する照査結果も考慮してコンクリート版厚を決定することになるが、高強度コンクリートを用いたコンクリート版を薄肉化しても十分な舗装構造の耐久性を有することが示唆された。

6. まとめ

たわみに及ぼす影響はコンクリートの弾性係数より版厚が大きく、たわみと許容 49kN 換算輪数の関係においても同様の傾向が認められた。また、高強度コンクリートを用いたコンクリート版は、薄肉化しても十分に適用できる可能性が示唆された。今後は、実舗装により検証することによって、高強度コンクリート版にも拡張可能な路床・路盤の荷重支持性能に関する照査方法を構築していく所存である。

【参考文献】

1)上田宣人他:超高強度コンクリート舗装の舗装構造解析手法に関する解析的検討,土木学会第 66 回年次学術講演会,V-385,pp.769-770,2011, 2)土木学会:コンクリート舗装のたわみ限界値の検討,舗装工学委員会 コンクリート舗装小委員会報告書,pp.98-112,2011, 3)西澤辰男:3 次元 FEM に基づいたコンクリート舗装構造解析パッケージの開発,土木学会舗装工學論文集,第 5 巻,pp.201-215,2000, 4)日本道路協会:舗装に関する技術基準・同解説,2001, 5)日本道路協会:舗装設計便覧(平成 18 年 2 月),2006