

## 東名高速道路(岡崎地区)舗装改築の早期損傷解析

中日本高速道路株式会社 名古屋支社 正会員 ○木曾 茂  
 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 正会員 高井 健志  
 石川工業高等専門学校 教授 正会員 西澤 辰男

## 1. はじめに

東名高速道路の岡崎地区は、日平均断面交通量が10万台/日を超える重交通区間であり、慢性的な渋滞が発生していた。さらに新東名高速道路の静岡県区間（三ヶ日JCTまで）の開通により平日には5千台/日の交通量が増加している。この慢性的な渋滞を解消するために現行の道路幅で車線や路肩の幅員を変更し、片側2車線を3車線として平成23年10月に運用した。なお、この変更は、同区間の北側で建設されている新東名高速道路が完成するまでの暫定的なものである。この暫定3車線化により渋滞量が95%減少し、事故件数も約30%減少して、交通運用面では非常に大きな改善効果がみられた。

舗装に関しては、交通流の変化や暫定的な期間の舗装設計について明確に定められていないことから、路肩部を新たに車線とした区間で早期の損傷が発生した。ここでは、この早期損傷について解析し、設計手法を提案するものである。

## 2. 暫定三車線と舗装の概要

図-2に示すように車線幅員構成は「3.0m+3.6m@2+0.75m」から「0.75m+3.25m@3+0.45m」とし、最高速度は100km/h から60km/h に変更した。また、路肩幅員を3.0m から0.75m に縮小して路肩部を車線として使用しているため、概ね400mの間隔で非常駐車帯を設置した。

路肩部から車道部となる箇所の舗装構成は、従来のTA法により設計した。計画交通量：50,000台/日・方向、設計期間：3年（新東名供用までの暫定期間）、車線数：3車線、大型車混入率：40%、設計CBR：15（FWD測定値から算定）の設計条件とし、図-3に示す断面構成とした。

## 3. 車道部（旧路肩部分）舗装の早期損傷

供用から約半年後の平成24年2月頃から舗装表層からセメント瀝青安定処理路盤に雨水等が浸透し、路盤が損傷して表層部にポツポツ現象、ポットホール及び亀甲状クラックが発生し始め、その後さらに損傷が進行していった。この要因として次のようなものが考えられた。

- ①狭小幅員であるが、実勢速度が早いため（平均90km/h）、左側に路肩がある第一走行車線の大型車混入率が想定以上（40%→60%）に多くなり、損傷を早めた。
- ②横断勾配の低い側に表層の高機能舗装内を通ってきた水が集まり舗装下部へ浸透した。
- ③土構造の路盤までの防水層としての表層・基層厚さが薄いため、この部分に発生したクラック等から容易に路盤へ浸水して上層路盤を脆弱化させた。
- ④上記の要因が複合的に作用して、クラック発生、ポツポツ、わだち掘れ、ポットホール、亀甲状クラック等へと損傷が進行したと考えられる。

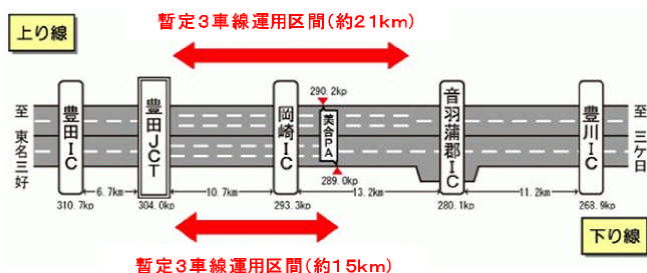


図-1 東名暫定3車線区間の範囲

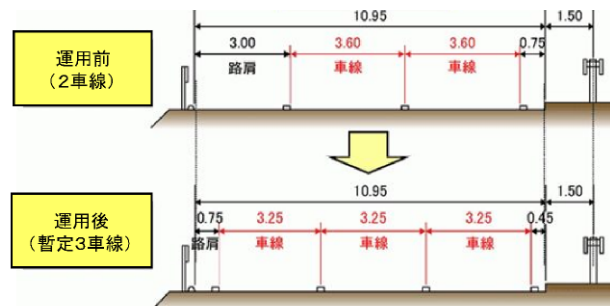


図-2 東名暫定3車線の範囲

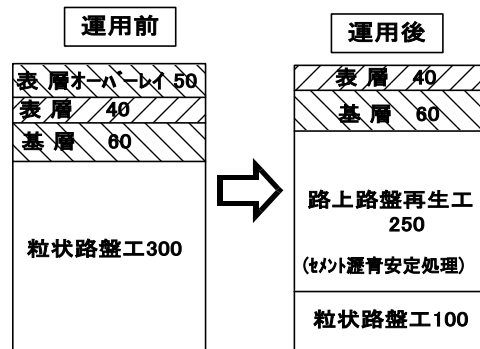


図-3 路肩部の運用前後の舗装構成

キーワード 3DFEM、弾性多層解析、引張ひずみ、疲労、49kN 輪数

連絡先 〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦 2-18-19

中日本高速道路株式会社名古屋支社 TEL052-222-1468

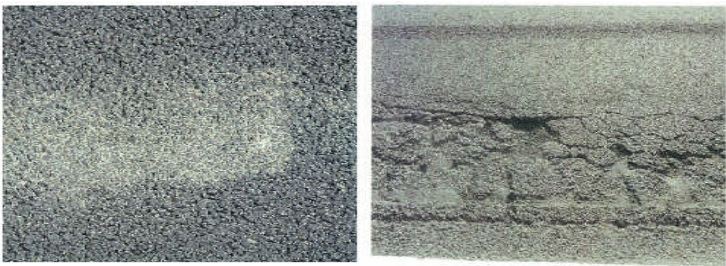


図-4 舗装の早期損傷状況

4. 舗装の早期損傷解析

車道部（旧路肩部分）舗装早期損傷について、設計交通量の1/3 にも満たない交通荷重により損傷しており、経験に基づく従前からの TA 法では説明することができない。そこで、理論的設計方法によりこの早期損傷について解析を試みた。

4. 1. 舗装 FEM 弾性多層解析を用いた舗装疲労解析方法

解析は、3 次元有限要素法（3DFEM）を用いて、第一走行車線（旧路肩部分）のアスファルト舗装厚さ（Type1:10cm）及び補修時のアスファルト舗装厚さ（Type2:15cm）をモデル化して、各層のたわみ及び水平方向のひずみを算出して、許容破壊繰返し輪数を求めた。図-5 に解析モデルを、表-1 に解析の条件を示す。

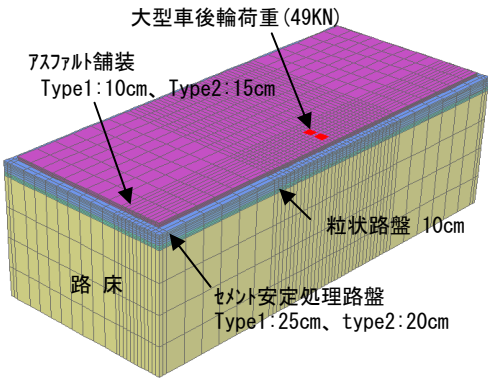


図-5 舗装解析モデル

表-1 解析の条件

| 項 目          | 内 容                                         | 項 目        | 内 容                            |
|--------------|---------------------------------------------|------------|--------------------------------|
| アスファルト舗装のモデル | 2 モデル：アスファルト厚さ 10cm、15cm                    | 境界層の厚さ     | t = 3mm                        |
| アスファルト舗装     | 弾性係数（MPa）： 5,000、ポアソン比：0.35                 | セメント安定処理路盤 | 弾性係数（MPa）： 1,000<br>ポアソン比：0.20 |
|              | 水平バネ定数（MN/m3）：<br>10,000（完全付着）、10（付着なし）     | 粒 状 路 盤    | 弾性係数（MPa）： 500<br>ポアソン比：0.35   |
|              | 鉛直バネ定数（MN/m3）<br>100,000（完全付着）、10,000（付着なし） | 路 床        | 弾性係数（MPa）： 100<br>ポアソン比：0.35   |

4. 2. 舗装疲労解析結果

解析で得られた引張ひずみを用いて舗装設計便覧に示される下式により求めた許容 49kN 輪数 Nfa 並びにこの区間の実交通量から求めた 1 年間及び 3 年間の通過 49kN 換算輪数 T1y 及び T3y を表-2 に示す。これによれば、層間の付着が無くなり、路盤が劣化すると 1 年未満で許容輪数を超えており、解析結果が実際の損傷と同様の結果となっていることがわかる。

$$Nfa = \beta a1 * 10^{M*} * (6.167 * 10^{-5} * \epsilon r^{-3.291\beta a2} * E^{-0.854\beta a3})$$

( 式 - 1 )

表-2 許容 49kN 輪数と実 49kN 輪数

| Type | Case | Descriptions | Uz (mm) | $\epsilon r$ (Ex) | Nfa      | T1y      |    | T3y      |    |
|------|------|--------------|---------|-------------------|----------|----------|----|----------|----|
| 1    | 1    | 初期状態         | -0.321  | 8.878E-05         | 2.09E+08 | 8.76E+06 | OK | 2.28E+07 | OK |
| 1    | 2    | 付着がなくなる      | -0.372  | 1.909E-04         | 7.62E+06 |          | NG |          | NG |
| 1    | 3    | 付着がなくなり、路盤劣化 | -0.404  | 2.153E-04         | 4.53E+06 |          | NG |          | NG |
| 2    | 1    | 初期状態         | -0.299  | 8.091E-05         | 5.41E+08 |          | OK |          | OK |
| 2    | 2    | 付着がなくなる      | -0.329  | 1.421E-04         | 4.75E+07 |          | OK |          | OK |
| 2    | 3    | 付着がなくなり、路盤劣化 | -0.343  | 1.529E-04         | 3.45E+07 |          | OK |          | OK |

5. おわりに

経験にもとづく従来の設計法で設計した舗装の早期損傷現象と解析について報告した。このように従来の設計法では、輪荷重の繰返し载荷による疲労損傷や破壊について照査ができない問題がある。舗装に限らず輪荷重等の荷重が直接作用する部材等は、疲労損傷や疲労破壊に至るために、疲労に対する性能を満足するような設計手法による規準を確立し、これを用いて合理的な設計が行えるようにする必要があると考える。

参考文献

[1](社)土木学会, 舗装工学ライブラリー7, 舗装工学の基礎、2012。  
[2](社)日本道路協会, 舗装設計便覧, 土木学会, 2006。