

動的曲げ試験による防水層界面のバネ定数の推定

鹿島道路株式会社技術研究所 正会員 ○達増 康隆, 篠塚 政則, 鎌田 修
 阪神高速道路株式会社 正会員 青木 康素, 足立 幸郎
 大阪大学名誉教授 フェロー会員 松井 繁之

1. はじめに

阪神高速道路では、鋼床版の疲労対策工法の一つとして既設アスファルト混合物基層部に剛性の高い鋼繊維補強コンクリート（以下、SFRC）を舗設し、この SFRC 層と表層のアスファルト混合物の間に防水層を設置する舗装構造（以下、SFRC 複合構造）を採用している。現在、SFRC 複合構造の防水層は、補強工事における交通規制時間の制約から施工性が良好な加熱型 As 塗膜防水材が採用されているが、耐久性を含めた十分な研究はなされていない。

そこで、本研究では SFRC 複合構造での耐久性向上を目的として、防水層の要求性能を明らかにするとともに、新たに提案された防水メーカー5社の防水層を用いて、各性能試験や数値解析を実施し、今後の実橋工事の基準となる性能照査方法ならびに照査値に関して検討を行った。本稿では、それらの検討のうち、防水層に発生する応力を FEA 解析で推定するために、動的曲げ試験を実施し、曲げ試験の挙動を FEA で逆解析を行うことで水平方向のバネ定数を推定した。

2. 曲げ試験用供試体

本研究に用いた曲げ試験用供試体の概要図を図-1 に示す。供試体の寸法は、長さ 400mm×幅 100mm、厚さが鋼板 1.6mm, SFRC45mm, アスファルト混合物 35mm の計 81.6mm とし、スパン長は 300mm とした。供試体の使用材料は、実施工での配合や仕様と同一なものを使用した。また、鋼板と SFRC は高耐久型エポキシ系接着剤で接着させ、SFRC と表層 {密粒アスファルト混合物 (改質アスファルトⅢ型使用)} の間には各防水メーカーの防水層を設けた。ひずみゲージは 30mm のプラスチック型ゲージを用い、鋼板底面に 1 枚、SFRC 下面から 10mm 上位置の両側面に各 1 枚、SFRC 上面から 10mm 下位置の両側面に各 1 枚、アスファルト混合物下面から 10mm 上位置の両側面に各 1 枚の計 7 枚貼付けた。なお、鋼板の厚さは実橋 FEA と曲げ試験の鋼板のひずみが一致するような厚さ (1.6mm) とした。

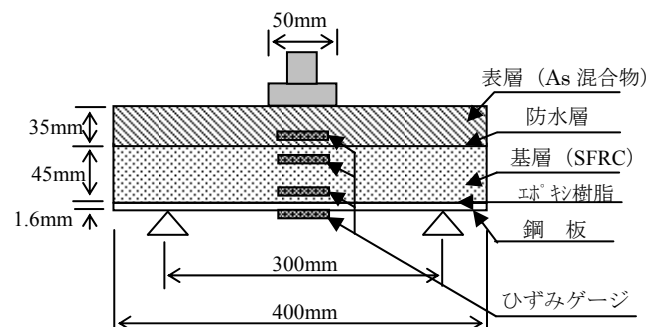


図-1 曲げ試験用供試体の概要図

3. 試験方法

動的曲げ試験の荷重波形は、図-2 に示すようなハーバーサイン波とし、荷重周波数は 20, 10, 5Hz の 3 種類、1 波長荷重後の休止時間は 6 秒として 10 回荷重した。試験結果は、6～10 回目の計 5 回の荷重荷重や各層のひずみの最大値を平均して求めた。また、試験温度は 23℃とし、目標荷重荷重は 0.54MPa とした。なお、荷重試験機は Instron8802 型油圧式荷重試験機を用いた。

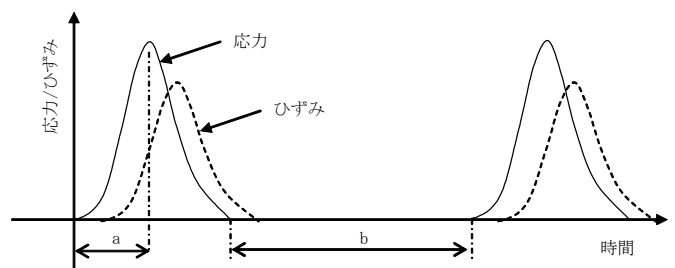


図-2 ハーバーサイン波のイメージ図

4. 試験結果

動的曲げ試験により得られた各試験体の中央部の厚さ方向ひずみ分布を図-3 に示す。図中には、表基層の付着が強く剛結に近い状況（バネ値：10000N/mm³）および表基層の付着が弱く重ね梁に近い状況（バネ値：

キーワード：動的曲げ試験, バネ定数, SFRC 複合構造, 阪神高速道路, 防水層

連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島道路技術研究所 TEL042-483-0541

0.1N/mm³)を仮定した場合に、各層に発生するひずみを FEA 解析により算出し、明記した。本稿では、頁数の都合により防水メーカー5社のうち、データが特徴的であった2社と従来 As 塗膜を加えた3種類の防水層の結果を記した。また、過去の研究¹⁾より、載荷荷重 0.0675MPa～0.81MPa までは荷重の線形比例増加に合わせてひずみも比例増加することが確認されていることから、各層のひずみは、実載荷荷重を目標載荷荷重にあわせて補正した。図-3より、防水層が従来 As 塗膜の場合は、舗装下面のひずみはマイナス側であることから、圧縮ひずみが発生し、舗装との付着性が良好であると判断できる。また、B社の防水層を使用した場合は、さらにその傾向が大きくなった。一方、防水層がD社の場合は、舗装下面のひずみはプラス側であることから、引張ひずみが発生し、表基層間(防水層)がすべりやすい構造であった。このことから、防水層の種類(硬さ)によって、防水層界面に生じるひずみが異なり、舗装構造の耐久性に与える影響は大きく、構造上、防水層の性質を考慮することの重要性が確認できた。また、従来 As 塗膜よりも舗装との付着性が良好な防水層が存在することも確認した。何れの防水層においても載荷周波数によるバネ値の変化は小さく、明確な違いは認められなかった。次に、動的曲げ試験を実施し、FEAによる逆解析を行うことで、防水層界面

のバネ定数を推定した結果を図-4に示す。このバネ値を利用することで、舗装や防水層に発生する応力を FEA 解析で計算し、耐久性を推測する判断材料の一つとなる可能性がある。ただし、別途検討しているせん断試験等の性能試験結果や実橋での試験施工の結果も踏まえて、さらに妥当性を検討する必要がある。

5. まとめ

本研究で得られた知見は以下のとおりである。

- ① 動的曲げ試験により、従来 As 塗膜よりも舗装との付着性が良好な防水層が存在することが確認できた。また、何れの防水層においても載荷周波数によるバネ値の変化は小さく、明確な違いは確認できなかった。
- ② 4層(鋼板+SFRC+防水層+舗装)の供試体を用いて動的曲げ試験を実施し、FEAによる逆解析を行うことで、防水層界面の水平方向のバネ定数を推定する方法を示した。

参考文献 1)阪神高速道路株式会社：高温域を考慮したアスファルト混合物の材料特性に関する研究業務報告書，2008.03

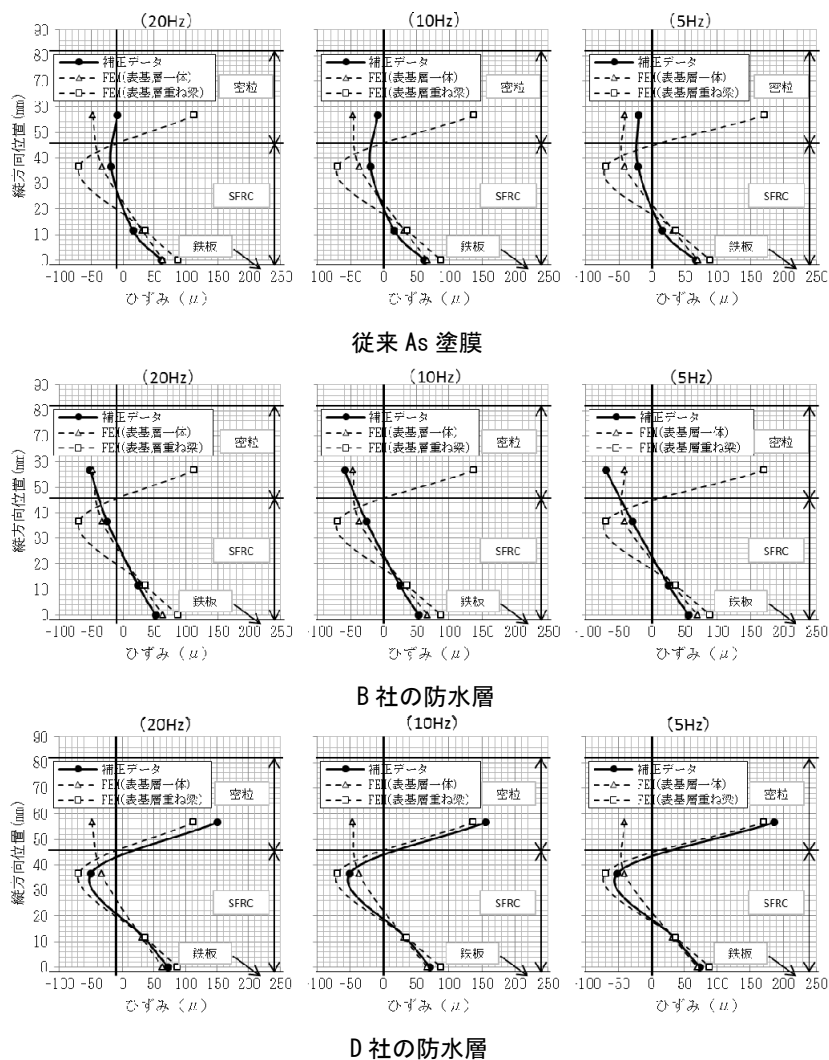


図-3 各試験体の中央部の厚さ方向ひずみ分布

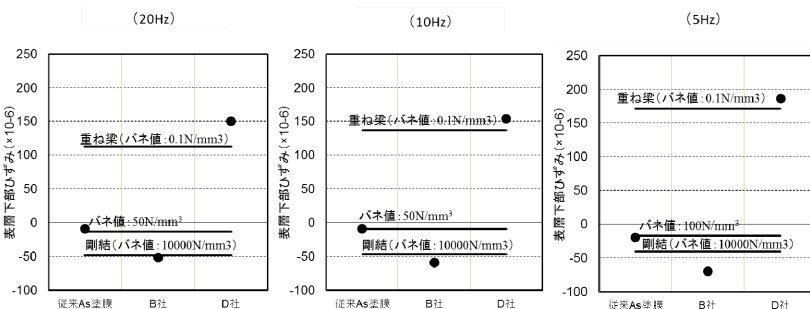


図-4 表層下面のひずみとバネ値