

3層構造埋設ジョイントの変形性能とひび割れ抵抗性に関する研究

交通工学研究室 古川 雄太

1. はじめに

現在運用されている格子パネルを用いた伸縮分散型埋設ジョイントは、表層に密粒度アスコン、基層にグースアスファルトと格子パネルの複合体を用いた2層構造である。施工延長が伸縮桁長によって設定されるため、長支間の連続高架橋では施工数量が多くなってしまう。発注者側の経済的ニーズから、耐久性を確保しつつ施工延長を短く抑えるために、埋設ジョイント舗装体を更に補強した3層構造の型式が開発された。

この型式は、表層に改質アスファルト H 型を使用した開粒度アスコン、基層に特殊添加材を使用した高ポリマー改質アスファルト混合物と格子パネルの複合体、そして表層と基層の間に改質アスファルト III 型と特殊添加材を使用した密粒度アスコン (HPM) の中間層を有している。以前の型式と比べて、この型式は構造が複雑で物性が大きく異なるアスコンを使用していることから、桁の伸縮作用に対する埋設ジョイント舗装体の変形性能が不明である。現行仕様のアスコン層の構成、施工延長が妥当であるか否か考察する必要がある。

そこで本研究では、パネル複合層の実物大供試体による伸縮性能試験を行い、ひずみ分散性能について確認した。また、各構成層について温度とひずみ速度をパラメトリックに変化させた直接引張試験を行い、応力とひずみの関係を求めるとともに、各層の緩和弾性率マスターカーブを作成し、低ひずみ速度条件に対する3層構造体のステイフネスを推定した。これらの結果を比較して、3層構造埋設ジョイント舗装体のひび割れ抵抗性を評価するとともに、実施工に適した埋設ジョイントの施工延長について考察した。

2. 実物大供試体試験

既往の研究では、舗装体を弾性体と仮定してひずみ分散を理論的に考察しているが、実構造物での発生ひずみがどのように分布しているか未確認であった。そこで本研究では、実物大供試体の伸縮性能試験を行い、実構造におけるひずみの分散性能について検討した。

2.1 試験条件

供試体の寸法は、長さ 750 mm、幅 280 mm、厚さ 40 mm で、実構造物と同様に供試体の底面側に格子パネルが、コンクリート床版との間に2層式スライディングシートが設置されている。また、供試体には 50 mm 間隔でメッシュを描き、橋軸方向の2測線にコンタクトゲージの標点を接着して、伸縮時の変形を計測した。

2.2 試験結果

変位がピークに達した時点における供試体変形の測定結果を図-1に示す。これらは、橋軸方向の各標点間隔の実測値をひずみに直したものである。どの標点位置においても測線 A、B での差異がほとんどなく、供試体全体にひずみが生じている。ひずみ値は端部から中央に近づくにつれて徐々に増加し、

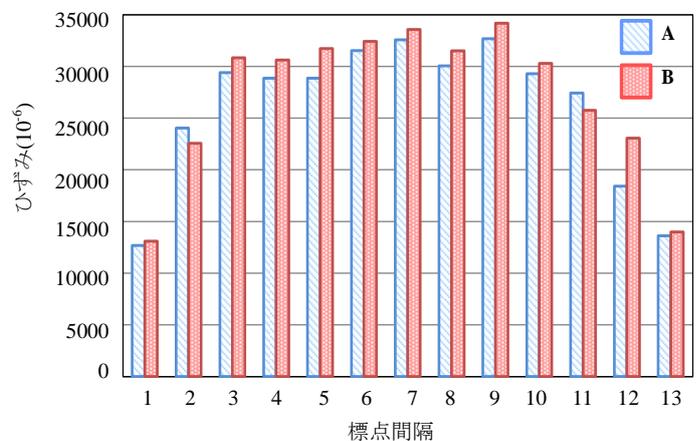


図-1 実物大供試体試験図

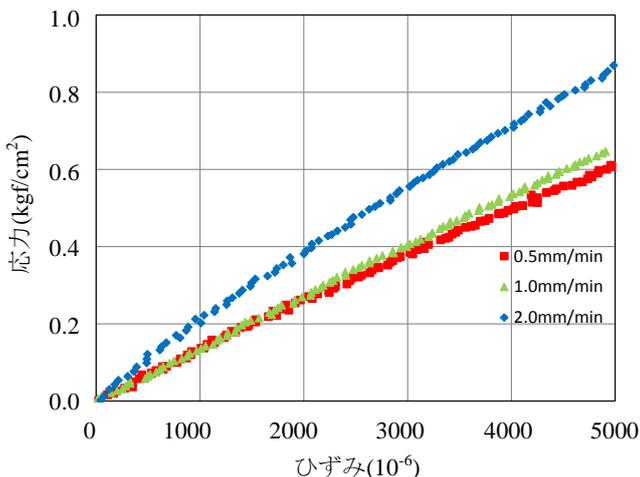


図-2 中間層の応力—ひずみ曲線 (25°C)

中央付近をピークとして徐々に減少する分布形状である。このことから、変形が中央付近をピークに全体的に分布しており、床版と供試体の境界に滑りが発生して、ひずみ分散が想定どおりに発現していることが確認される。

3. 直接引張試験

埋設ジョイント舗装体には、主桁の温度変化に伴い、緩慢なひずみ速度の橋軸方向の伸縮作用が生じる。そのため、本研究では、ひずみ速度の条件を実際に則したものとするため、供試体を軸方向に引き伸ばす直接引張試験を行って、応力とひずみの関係を調べるとともに、破壊時ひずみを測定した。

3.1 試験条件

表層と中間層の試験では、通常の直接引張試験に用いるものと同様に、寸法が縦 240 mm、横 40 mm、厚さ 40 mm となるようにダイヤモンドカッターで切断して供試体を作製した。また、基層にはハニカム構造の格子パネルを埋め込むことから、供試体寸法は縦 245 mm、横 165 mm、厚さ 40 mm とした。

直接引張試験は、試験温度とひずみ速度を制御して実施した。供試体に治具を取り付け、空気恒温槽で十分に養生した後、所定の温度とひずみ速度で引き伸ばした。表層と中間層では試験温度を 10°C、20°C、25°C、40°C の 4 とおり、試験速度を 0.2 mm/min、1.0 mm/min、2.0 mm/min の 3 とおりの計 12 とおりの条件で試験を行った。また、基層では試験温度を 25°C、27.5°C、30°C、35°C の 4 とおり、試験速度を 0.5 mm/min、1.0 mm/min、2.0 mm/min の 3 とおりの計 12 とおりの条件とした。

3.2 試験結果

試験結果の一例として、図-2 に中間層 HPM の試験温度 25°C における応力—ひずみ曲線を示す。これらは、直接引張試験の出力である荷重と変位をそれぞれ供試体の断面積と長さで除して、応力とひずみの関係に直したものである。図-2 より、ひずみ速度が遅い 0.5 mm/min に比べ、ひずみ速度が速い 2.0 mm/min のほうが、同一ひずみに対する応力が大きな値となっている。

各層で得られた応力とひずみの関係から時間温度換算則を適用して、緩和弾性率のマスターカーブを作成した。図-3 に各層のアスコンに対する緩和弾性率のマスターカーブを示す。実際の埋設ジョイントに生じる変形速度から推定すると、換算時間は 10^5 秒程度が妥当と考えられる。マスターカーブを外挿することにより、換算時間 10^5 秒における緩和弾性率の値を推定した。

4. 適切な施工延長の検討

既往の研究より、関東地域の中規模橋梁における一日当たりの最大桁伸縮量は 4.5 mm 程度と考えられている。上記の緩和弾性率マスターカーブを用いて、実構造物に生じる換算時間での緩和弾性率を推定し、既往の研究より得られたひずみの計算式に当てはめて計算すると、埋設ジョイント舗装体に生じる一日の最大ひずみ量は 9157×10^6 程度と考えられる。この最大ひずみに安全率として 1.2 を乗じた値と、直接引張試験で求めた表層と中間層の破壊時ひずみ値との比較を行った。

図-4 にその結果を示す、全ての試験条件において、

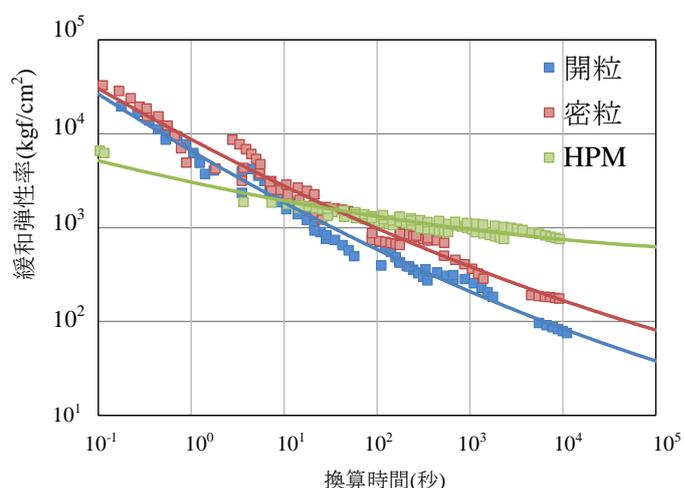


図-3 各混合物のマスターカーブ比較

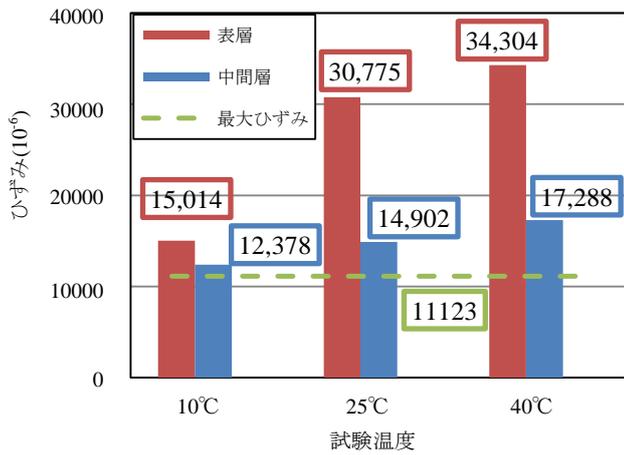


図-4 破壊時ひずみと最大ひずみ

安全率を見込んだ最大ひずみに比べ、破壊時ひずみのほうが大きいことが確認できる。これより、従来提案されてきた施工延長でも十分に適用可能であると考えられる。

5. まとめ

本研究で得られた知見を以下にまとめる。

- 実物大の供試体試験を行い、変形時のひずみ分散が想定どおり発現していることを確認した。
- 直接引張試験の結果から、各層の緩和弾性率マスターカーブを作成し、実構造物の伸縮時に生じる緩和弾性率を推定した。
- 各層の破壊時ひずみと実構造に発生する最大ひずみとの比較を行った結果、3層構造埋設ジョイントは現行の仕様で十分に適用性があると考えられる。

参考文献

- 上野あかね: 直接引張試験による3層構造埋設ジョイントのひび割れ抵抗性の評価, 長岡技術科学大学大学院修士論文, 2015