

## モジュラー型伸縮装置（スィベルジョイント）の耐久性に関する実験的検証

日本鑄造（株） 正会員 ○山崎 信宏 石山 昌幸  
非会員 稲田 大輝 杉田 寛明

## 1. はじめに

道路橋伸縮装置は、床版遊間部を通過する車両の輪荷重を繰返し直接支持することから、疲労耐久性に問題が生じることがある。そのため、道路橋示方書では、この荷重に対する耐荷力およびその繰返し载荷に対する疲労耐久性を有するよう、設計では作用する力を適切に設定しなければならないとしている。しかし、その具体的な方法は示されていない。一方で、日本の高速道路会社3社は、製品ジョイントの耐久性の照査方法（以下、照査方法）を示している<sup>1)</sup>。本研究では、この照査方法に準じ、図1に示すスィベルジョイントの耐久性に関する実験的検証を行っている。本報では、これまでに実施した疲労試験について示す。

## 2. 試験体

図2に示す試験体は、3本のミドルビームと4本のサポートビームを組合せた実物大のスィベルジョイントである。その長さは4400mmで、幅は890mmである。サポートビームの支点間隔は、端から1000mm、1400mm、1000mmである（通常、設計上の最大支点間隔は1400mmとしている）。供試鋼材は、ミドルビームで欧州統一規格（EN規格）の非合金構造用鋼材 S355J2+N、エンドビームで S355J2+AR である（JIS 規格の SM490YB 相当）。サポートビームとミド

ルビームの跳ね上がり防止板（以下、跳ね上がり防止板）はJIS規格のSM490Aである。サポートビームの上下には、天然ゴム製のベアリングとスプリングが設置される。ミドルビームと跳ね上がり防止板は、図3に示すように、すみ肉溶接で接合している（以下、鋼材溶接部）。ミドルビーム長手方向の回し溶接部は、跳ね上がり防止板にフィレットを設けてすり合わせている。ミドルビーム幅方向の溶接脚長は平均14mmであった。またその止端部は円弧状に仕上げており、曲率半径は平均10mmであった。耐久性を検証する上での着目箇所は、鋼材溶接部や切欠き部などの断面変化部とベアリング、そしてスプリングである。

## 3. 疲労試験

## 3.1 試験方法

試験は、表1に示すケース1と2の疲労試験とそれぞれの疲労試験前後で静的载荷試験を実施することとした。試験状況を写真1に示す。荷重は、複数の着目箇所に対する疲労耐久性を総合的に確認するため、道路橋示方書<sup>2)</sup>に示されるT荷重の1輪（輪重）を想定し、図4に示すように、試験体中央に载荷した。载荷面の寸法は、ミドルビーム長手方向に500mm、その直角方向に200mmとした。ミドルビームの幅は90mmである。隣り合うミドルビームとの遊

表1 疲労試験条件

|      | 荷重(kN) |     |    | 繰返し数<br>(万回) | 繰返し速度<br>(Hz) |
|------|--------|-----|----|--------------|---------------|
|      | 範囲     | 上限  | 下限 |              |               |
| ケース1 | 140    | 142 | 2  | 1050         | 2.5           |
| ケース2 | 200    | 202 | 2  | 360          | 2.0           |

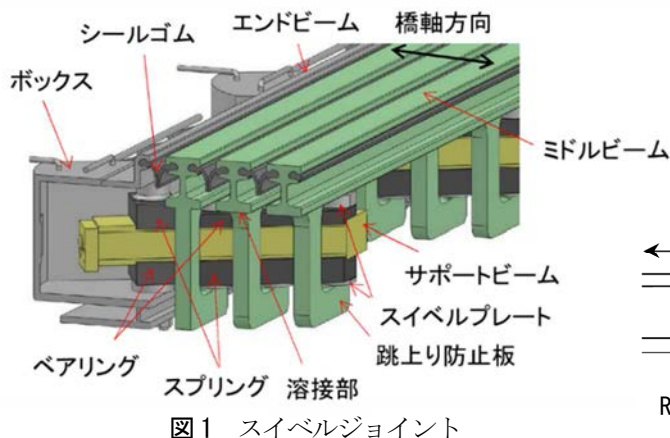


図1 スィベルジョイント

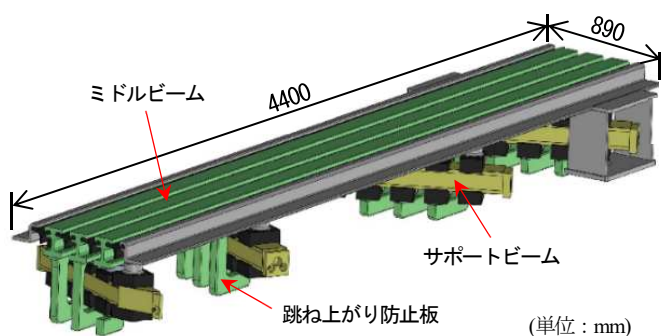


図2 試験体

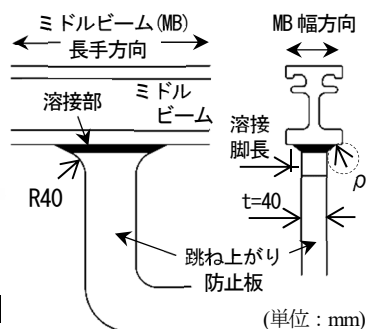


図3 鋼材溶接部の形状



写真1 試験状況

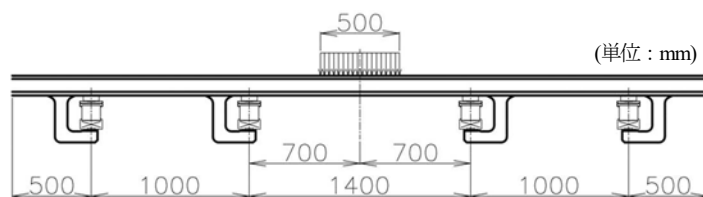


図4 荷重の载荷位置

キーワード：伸縮装置、スィベルジョイント、モジュラー型、疲労試験、耐久性評価

連絡先：〒210-9567 神奈川県川崎市川崎区白石町2番1号 日本鑄造(株)鋼構造技術部 TEL：044-355-5033

間（隙間）は中立寸法の 40mm とした。よって、3 本のミドルビームに荷重が作用する。試験体には、応力とひずみの関係を確認するため 53 枚のひずみゲージを貼付した。それらのうち、ミドルビーム下面のひずみゲージ位置を図 5 に示す。疲労試験中は、ミドルビーム下面のひずみを繰返し数 5000 回ごとに測定し、き裂の発生有無を確認した。

断面変化部の耐久性は、疲労試験中のき裂の発生有無に加え、静的荷重試験の結果を比較することで検証した。またベアリングとスプリングの耐久性は、一概に示すことが難しいものの、ここでは、疲労試験後の外観検査に加え、静的荷重試験での鋼材部のひずみの変化をみて検証した。

### 3.2 ケース 1（荷重範囲 140kN の疲労試験）

高速道路会社 3 社の照査方法に示される試験条件は、T 荷重の輪重 100kN に衝撃係数 ( $i=1.0$ ) を考慮した 200kN の 360 万回荷重である。一方で、通常、スィベルジョイントの設計で用いる衝撃係数( $i$ )は、ゴム材と鋼材からなる伸縮装置の 0.4 である。そのため、ケース 1 の荷重範囲は 140kN とし、鋼材溶接部の疲労強度曲線の傾きを表す係数  $m=3$  を適用して、荷重範囲 200kN、繰返し数 360 万回と等価となる 1050 万回の荷重を行った。

疲労試験は、載荷荷重 140kN の静的荷重試験を実施してから行った。疲労試験中に測定したミドルビーム下面のひずみの変化が少なかったことから、き裂は生じていないと判断し、疲労試験後にも静的荷重試験を実施した。疲労試験前後の静的荷重試験結果を図 6 に示す。縦軸の曲げ応力度は、測定したひずみに弾性係数 ( $2.0 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ ) を乗じて求めた。疲労試験前後で曲げ応力度の変化は 5% 程度であった。また試験後に実施したベアリングとスプリングの外観検査で、異常はみられなかった。

### 3.3 ケース 2（荷重範囲 200kN の疲労試験）

ケース 2 の疲労試験（荷重範囲 200kN、繰返し数 360 万回）は、ケース 1 の疲労試験を行った試験体をそのまま用いて、載荷荷重 200kN の静的荷重試験を行ってから開始した。ケース 1 と同様、疲労試験中のミドルビーム下面のひずみの変化が少なかったため、疲労試験後に静的荷重試験を実施した。その結果を図 7 に示す。図中には、疲労試験前に実施した結果も示している。疲労試験前後の曲げ応力度の変化は、ケース 2 でも 5% 程度であった。またベアリングとスプリングの試験後の外観検査でも異常はみられなかった。ケース 2 の終了後には、試験体を分解し、鋼材溶接部に対して非破壊検査を実施したが、き裂はみられなかった。

## 4. まとめ

本試験において、スィベルジョイントは、耐久性を有していると確認した。なお、鋼材溶接部の疲労耐久性については、溶接部に最も厳しい荷重位置とするなど、引き続き検証実験を行う予定である。

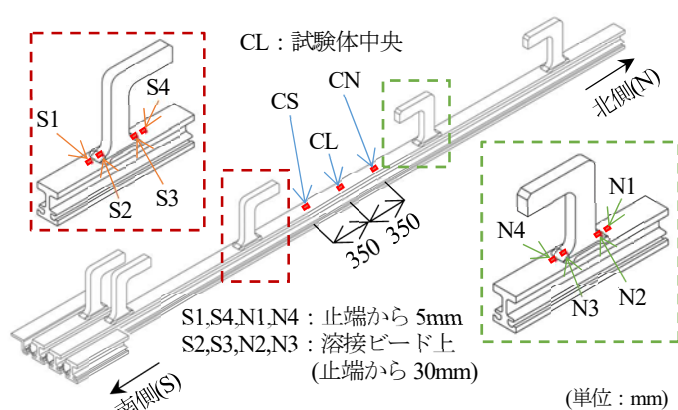


図5 ひずみゲージの貼付位置

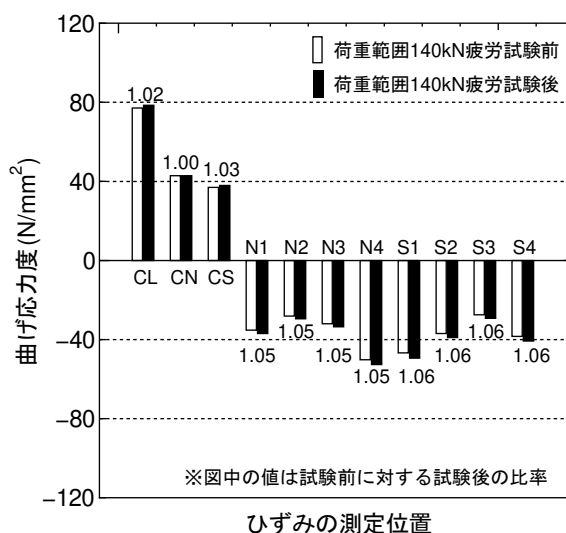


図6 静的荷重試験の結果（ケース 1）

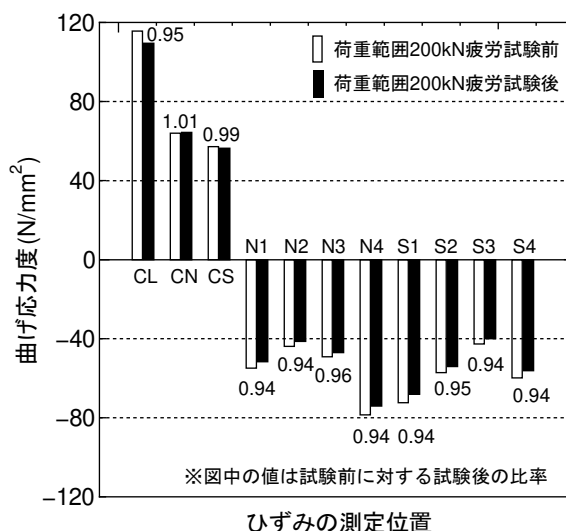


図7 静的荷重試験の結果（ケース 2）

## 謝辞

一連の試験を実施するにあたり、法政大学の内田大介准教授には多くのご助言を賜りました。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 東日本高速道路(株)、中日本高速道路(株)、西日本高速道路(株)：構造物施工管理要領、令和2年7月。
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説、I 共通編、丸善、平成29年11月。