

寒冷地仕様伸縮装置の開発について

—一般国道 274 号 IC 高架橋における伸縮装置試験施工について—

北海道開発局 札幌開発建設部 札幌道路事務所 第一工事課 やまぐち じょうじ 山口 譲司

1. はじめに

道路橋の伸縮装置は、床版と同様に直接輪荷重を支持するため、橋梁構成要素の中でも劣化を受けやすい部材である。特に積雪寒冷地における伸縮装置は、凍害や塩害および除雪車作業に伴う衝撃作用などの過酷な条件下にあり橋梁部材で最も早く劣化損傷が発生するため、近年、損傷による伸縮装置の取り替え工事が急増しており、将来の維持管理費削減に向けては、上述した現状を踏まえた疲労耐久性および耐荷性の高い伸縮装置の開発・整備が重要な課題である。

そこで、(独)土木研究所寒地土木研究所と北海道大学との共同研究によって、平成 17 年度に積雪寒冷地における伸縮装置の損傷実体を調査し、その原因を踏まえた「寒冷地仕様伸縮装置(案)」の提案がなされた。引き続き、平成 18 年度は提案された伸縮装置の試験体を製作し、耐久性を調べるための輪荷重走行試験機を用いた疲労耐久性試験を実施した。さらに、実際の使用環境下における耐久性能の確認のために、札幌道路事務所管内の橋梁において、試験的に寒冷地仕様伸縮装置を設置した。

本報告では、寒冷地仕様伸縮装置の開発を目的として行った調査と、疲労載荷試験の結果および、試験施工に関する報告を行うものである。

2. 積雪寒冷地における伸縮装置の損傷特徴

2.1 損傷調査概要

調査橋梁は、札幌近郊の交通量の多い主要幹線道路の伸縮装置を対象箇所とし、調査対象橋梁は一般国道、道道、市町村道を合わせて 186 橋、調査伸縮装置数は 561 箇所にあつた。その内、一般国道は 136 橋、伸縮装置数は 459 箇所であつた。現地調査で目視主体で、橋梁や伸縮装置の現状と損傷の発生状況を観察した。

2.2 損傷発生傾向

調査部位毎に損傷発生傾向の検証を行った項目別発生比率を図-1 に示し、損傷の発生傾向を以下のように整理した。

- ・周囲舗装の損傷が約 120 件と最も多く、車道部では全体の 38%を占めている。
- ・車道部では、主にノージョイント式に発生する剥離・浮きが多く、車道部全体の約 20%を占めている。また、後打ちコンクリートの損傷も多く車道部全体の約 22%を占めている。ノージョイント式を除くと、伸縮装置本体より、伸縮装置の周囲舗装や後打ちコンクリートに損傷が発生しやすい傾向にある。

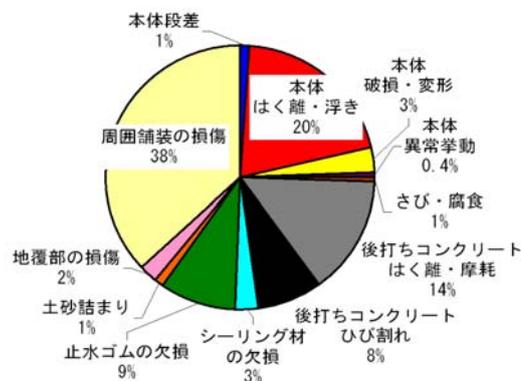


図-1 損傷発生比率

2.3 損傷状況と損傷発生原因の推定

代表的な損傷状況を写真-1 に示すと共に、北海道特有の伸縮装置部の損傷原因として考えられる事項を以下に列挙する。

(1) スノープラウによる損傷

周囲舗装や後打ちコンクリートの剥離等の損傷は、除雪作業時のスノープラウが接触したことによるものと考えられる。大型交通車両による輪荷重疲労も一要因と考えられるが、プラウ誘導板が設置されていない伸縮装置は本体の破損や変形にまで及んでいる箇所がある。

(2) 土砂および圧雪による損傷

止水材の破損や脱落等の損傷は、遊間に土砂詰まりや圧雪で輪荷重が伝達したことによるものと考えられる。

(3) 低温時の性能不足による損傷

止水ゴムの脱落などは鋼材腐食による接着破壊が考えられるが、ゴムや弾性シーリング材等の飛び出しや脱落については低温時性能の不足が主たる要因と考えられる。ノージョイント式の大半を占める剥離・浮き等の損傷は、温度変化による桁伸縮の繰り返しや伸縮装置自体の追従性に関する機能不足と考えられる。

(4) 凍結防止剤散布による損傷

鋼材の錆やコンクリートの剥離・摩耗等の損傷の一部は、長期(30年程度)使用による経年劣化の他、路面凍結防止剤の散布が錆による鋼材腐食を促進していると考えられる。



写真-1

3. 積雪寒冷地仕様伸縮装置の改良点

3.1 寒冷地環境下における要求性能

寒冷地仕様伸縮装置は、輪荷重や長期使用における劣化のような一般使用条件下における要求性能を満たすことに加え、積雪寒冷地使用条件下における要求性能をも満足する必要がある。そこで、要求性能を以下に示し、改善点を次項に示す。

- ① 除雪車より受ける衝撃に対して装置本体の安全性を確保する。
- ② 輪荷重が伝達された場合においても遊間部に土砂堆積や圧雪等によって、破損しにくい止水構造とする。
- ③ 凍結防止剤等の散布による腐食環境に対し、耐腐食性を向上させる。

3.2 寒冷地型仕様に向けての改良点

積雪寒冷地環境の要求性能を満足させるため、以下の項目について検討し改善した。改善部位を図-2 に示す。

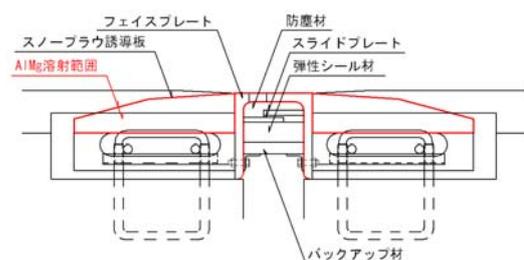


図-2 伸縮装置内部構造断面図

(1) スノープラウ誘導板の設置構造

スノープラウに作用する衝撃安定性確保のため、誘導板取付間隔を 300mm から 225mm と狭め、衝撃を抑えると共に多くのプラウで輪荷重を受ける構造とした。

(2) 防塵材及びスライドプレートの設置

遊間部の止水材やバックアップ材に損傷が発生しないように、フェイスプレート下部に防塵材(ポリエチレンフォーム)を設けた。さらに、その下部にスライドプレートを設置し、土砂堆積物の進入を防止し、圧雪押込み力を支持する構造とすることにより、止水材である弾性シール材の耐久性を確保した。

(3) 耐腐食性能の向上

伸縮装置を構成する鋼材に Al-Mg(アルミニウムマグネシウム)プラズマ溶射処理を行い、耐腐食性を向上させた。

4. 実橋における走行実験

4.1 試験施工概要

実橋における走行実験として、一般国道 274 号札幌市白石区米里に昭和 56 年 11 月に架橋された IC 高架橋(橋長 957m)の内、LP28・RP28(本線・ランプ部)に試験施工として伸縮装置取替工事にて設置した。実橋に設置し冬期除雪作業時の衝撃や大型車交通車両の応力伝播の解明ならびに止水、凍結状況の検証を行う。

4.2 供試体および計測概要

供試体は、**図-3**のように、振動加速度計とひずみゲージを配した伸縮装置を実交通荷重下に設置し、グレーダー走行に伴う伸縮装置への衝撃作用および発生応力についてデータ取得を行い、構造部材の耐久性について検討を行った。グレーダーの走行状況とひずみゲージ設置位置の関係を**図-4**に示す。

4.3 計測結果

ひずみ波形の発生時期は、前軸、後輪タンデム前軸、後輪タンデム後軸がそれぞれジョイントを通過したタイミングと一致していた。ひずみの大きさは後輪タンデム前軸通過時が最大で、水平・鉛直方向共に最大で $60\mu\epsilon$ (約 $13\text{N}/\text{mm}^2$)で、

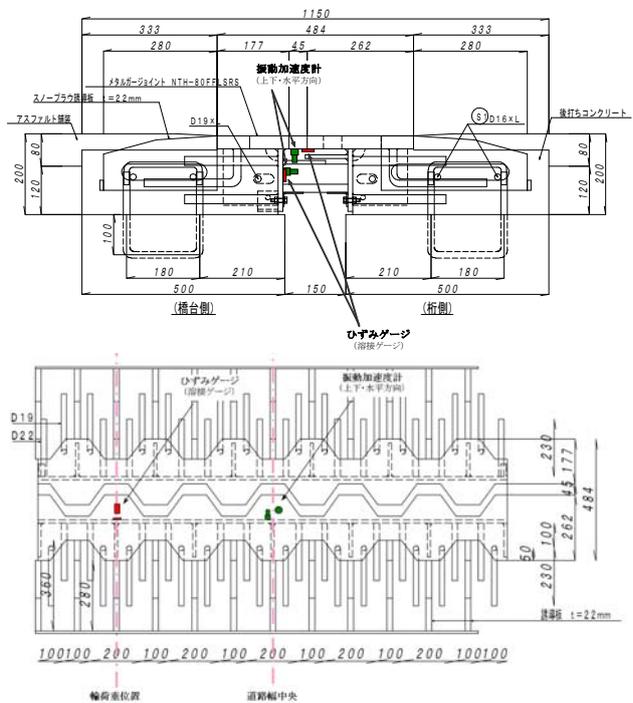


図-3 供試体概要図

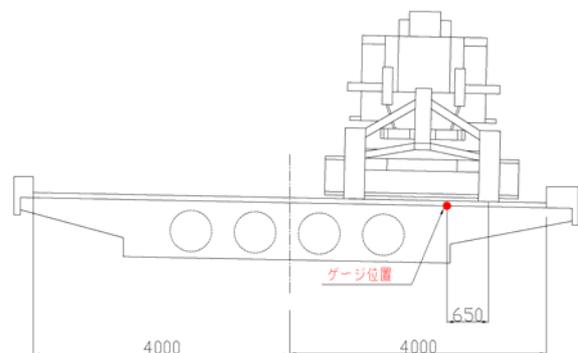


図-4 グレーダー走行状況

いずれも圧縮であった。

グレーダー走行時の応答波形の代表例として、5km で走行したケースの応答波形を図-5に示すが、振動加速度は車輪通過時よりもブレード通過時に大きく、ピーク値で最大10Gを超えており、前輪通過時に対して最大4倍の加速度を記録に達したが、振動加速度が発生する際に、ひずみは殆ど生じていない。

以上のことより伸縮装置本体に生じるひずみ(応力)は輪荷重の影響が顕著であり、ブレードの接触による衝撃荷重の影響は少ないことが確認された。

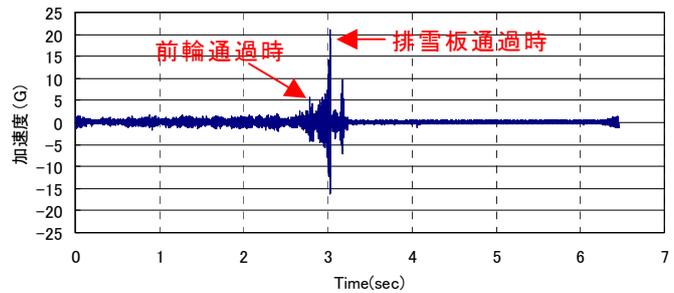


図-5 グレーダー走行時加速度応答波形

5. 疲労耐久性試験

5.1 目的と試験方法

本研究では、伸縮装置の耐久性能を確認し、損傷プロセスを解明するために、実物大供試体による疲労実験を実施し、輪荷重による力の伝達機構の確認と整理を行ない、伸縮装置の損傷プロセスの解明を試みた。(写真-2) 荷重は 98kN とし、走行回数は、北海道の主要幹線道路における供用期間約 20 年間相当の輪荷重を想定し 100 万回とした。



写真-2 輪荷重走行試験機

5.2 試験結果

活荷重ひずみの計測結果から、伸縮装置の構造部材に発生する応力は非常に小さいことが明らかになった。また、実験終了時までその値は増加することはなく、各構造部材は弾性挙動範囲内にあり健全な状態であった。想定供用期間 20 年間に対して安定した疲労耐久性を有していることを確認した。

6. まとめ

損傷調査結果から、「防錆処理」、「止水材保護」、「除雪機対策」が伸縮装置の耐久性向上対策として重要であることが判明した。また、これらは伸縮装置のみならず橋梁本体の長寿命化、LCC の削減にも繋がる。本研究では、伸縮装置に対する要求性能を設定すると共に、改善案を提案し、疲労載荷試験によってその性能を検証した。その結果、輪荷重の疲労載荷に対し高い耐久性を有していることが明らかになった。

積雪寒冷地に見られる実橋での損傷の大半は、スノープラウの接触に起因することが確認され、本研究によってこの点に対する改良を行ったが、実際の使用状況下における長期耐久性に対する検証が必要である。今後は、実験より S-N 曲線を策定し疲労耐久性およびコストを考慮したプレート部材厚を提案するとともに実橋において設置した改良型伸縮装置に対して、除雪作業時の衝撃作用や多種類大型車交通車両の実荷重における応力伝播の解明ならびに止水、凍結状況の検証を行う予定である。