

道路橋の伸縮装置における漏水対策の検討について

田村 正樹¹・菊地 淳²・千葉 洋³

¹東北地方整備局 東北技術事務所 維持管理技術課 (〒985-0842 宮城県多賀城市桜木3丁目6-1)

²東北地方整備局 東北技術事務所 維持管理技術課 (〒985-0842 宮城県多賀城市桜木3丁目6-1)

³東北地方整備局 東北技術事務所 維持管理技術課 (〒985-0842 宮城県多賀城市桜木3丁目6-1)

近年、鋼道路橋の桁端部では、伸縮装置の止水材が脱落し、塩分を含んだ漏水が主桁に流れ込み、著しい減肉を伴う腐食による主桁の孔食や座屈などの損傷が橋梁定期点検で確認されている。このため、鋼道路橋の長寿命化対策として、伸縮装置の止水対策が急務となっている。本報告では、伸縮装置に作用する「押し込み力」に着目し、現地確認による損傷実態調査や載荷試験などにより、積雪寒冷地域の伸縮装置（鋼製の楕形フェースプレートで荷重を支持する製作ジョイント及び製品ジョイント）に求められる要求性能について取りまとめを行った。

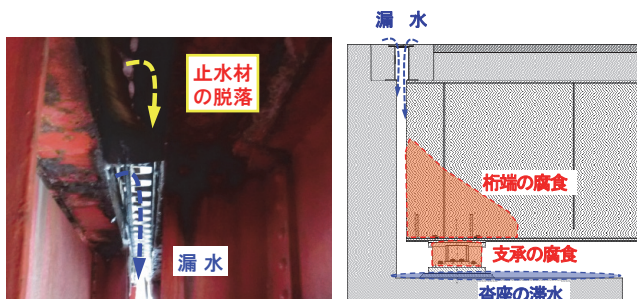
キーワード 鋼道路橋、桁端部、伸縮装置、押し込み力

1. はじめに

東北地方は大半が積雪寒冷地に指定され、また自動車依存度が高い地域である。一方、平成5年のスパイクタイヤ使用禁止に伴い、冬季には凍結抑制剤の散布が不可欠となっており、今後も道路橋などの構造物は厳しい腐食環境が継続すると推測される。

近年、鋼道路橋の桁端部では、伸縮装置の止水材が脱落（写真－1）し、塩分を含んだ漏水が主桁に流れ込み、著しい減肉を伴う腐食（図－1）による主桁の孔食や座屈などの損傷が見られている。

本稿では、積雪寒冷地域の伸縮装置（鋼製の楕形フェースプレートで荷重を支持する製作ジョイント及び製品ジョイント）に求められる止水性能について、載荷試験などにより検討した内容について報告するものである。



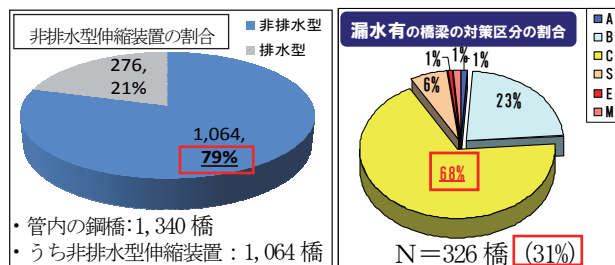
写真－1 止水材の脱落

図－1 桁端損傷の概念図

2. 伸縮装置からの漏水と損傷状況

(1) 定期点検結果

東北地整管内の鋼道路橋では、非排水構造の伸縮装置を平成2年頃から採用しており、約8割の橋梁で非排水型伸縮装置が採用されている。定期点検結果によると、このうち約3割で既に漏水が確認されており、漏水を起因とする腐食損傷により「速やかに補修が必要（C判定）」と診断された橋梁が約7割を占めている。伸縮装置からの漏水が、橋梁に悪影響をもたらしていることが分かる。（図－2）



図－2 鋼橋における橋梁定期点検結果 (H18～H22)

また、過年度に伸縮装置を交換した橋梁（補修履歴が確認できた104橋）について、交換後に漏水が発生するまでの期間を整理してみると、平均6年程度で非排水機能が失われていることが分かった。（図－3）

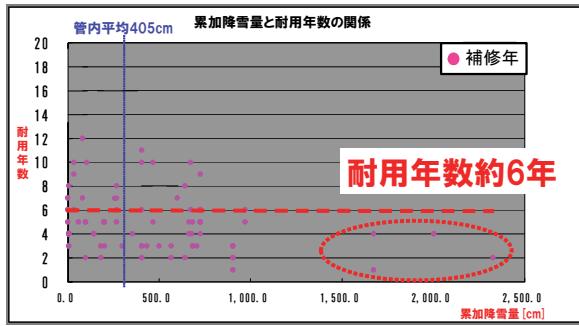


図-3 非排水型伸縮装置の耐用年数

(2) 現地調査による実態調査

漏水原因の把握のため、速やかに補修が必要（C判定）と診断された橋梁から、伸縮装置（非排水構造）の漏水が確認された85橋を抽出し、状況を調査した。

その結果、漏水が発生する原因としては、止水材の脱落や後打ちコンクリートの不具合・止水材の接合不良などが確認できたが、発生原因の半数は止水材の脱落によるものであった。（図-4）

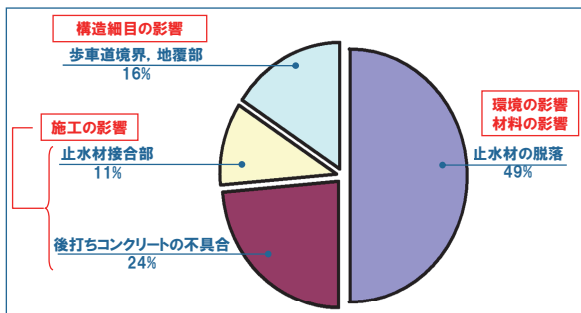


図-4 現地調査による漏水の原因分析

(3) 止水材の脱落原因

現地調査結果より、止水材が脱落する原因は、フィンガー部に雪や土砂が堆積・凍結した所に、大型車両等が止水材を押し込み（以下：押し込み力）、脱落に至ってしまうものと推定した。

また、支持金具が設置されているものは、漏水により支持金具が腐食し、金具もろとも外れ落ちるという状況がほとんどであった。（図-5）

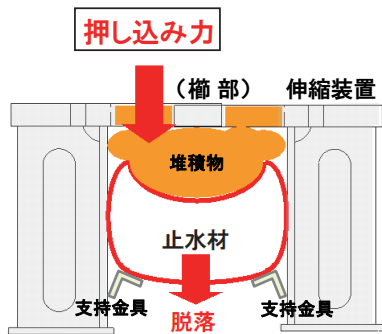


図-5 止水材の脱落原因

止水材が脱落した要因を環境要因で分類すると、路面が凍結する温度帯に位置する橋梁が多い傾向となっていた（図-6）。また、累加降雪量が多い地区、構造特性としては桁遊間が100mmを超える橋梁においても、漏水の発生が顕著となっていることが分かった。

そこで、桁遊間量が比較的広く、低気温で降雪量の多い地域に位置する鋼橋6橋を抽出し、載荷試験により押し込み力を定量的に計測することとした。

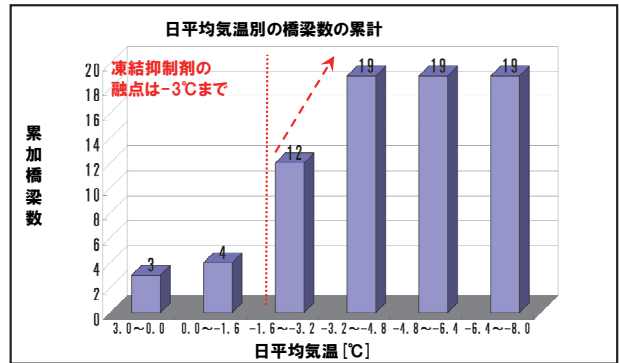


図-6 日平均気温別の橋梁数

3. 載荷試験による押し込み力の計測

伸縮装置止水材に作用する鉛直荷重は、遊間部に雪または土砂が堆積して、除雪作業時のブレード圧や車両通行時の輪荷重が止水材を押し込む力と、同じく車両通行時に伸縮装置の櫛部フェースプレートにひずみが生じて止水材を押し込む力の2つを想定した。

計測は、積雪期に車両の通行帯に位置する伸縮装置下面に圧縮型の荷重計（図-7）及びひずみゲージ（図-8）を設置して計測した。

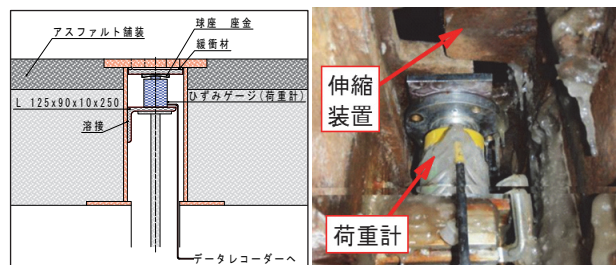


図-7 荷重計による押し込み力の計測

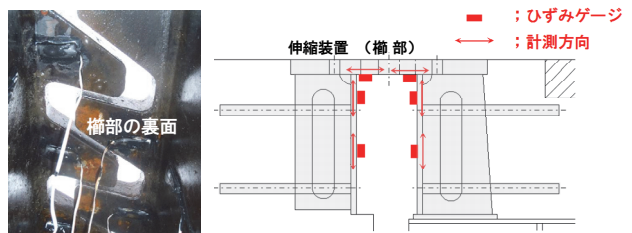


図-8 伸縮装置に発生するひずみ計測

(1) 押し込み力の計測

押し込み力の計測は、フィンガー部に雪や土砂が堆積・凍結する状態を再現し、路面が凍結する条件、凍結しない条件の各種パターンで荷重試験を実施した。

その結果、押し込み力の計測値(図-9)は、発生頻度の高い群としては大きくて7kN/箇所(0.5m×0.2m)であった。

路面温度が低下する条件下では、伸縮装置の遊間部の雪または土砂が凍結し、輪荷重の鉛直力が止水材に直接伝達され、大きな押し込み力を生じさせたものと推測される。また、路面温度が0℃以上の場合であっても、土砂堆積などにより、押し込み力が生じていると推測される。

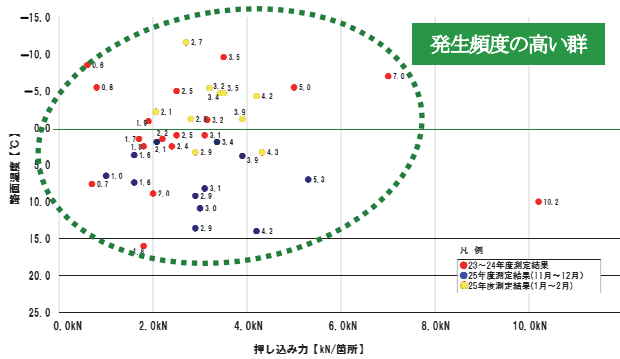


図-9 押し込み力測定結果 (kN/箇所)

(2) 伸縮装置に発生するひずみ

伸縮装置の楯部フェースプレート変位について、静的荷重試験(ダンプトラック20t)により発生するひずみを計測した。フェースプレートに発生するひずみは、最大28~29 μm (56~58<140N/mm²)で許容応力度の4割程度となった。また、走行速度40km/hによる動的荷重試験により衝撃の影響についても計測したが、33 μm (66<140N/mm²)であった。このことから、伸縮装置楯部の変形が止水材に及ぼす影響はほとんどないものと考えられる。

4. 既設橋の切り出し部材及び供試体による荷重試験結果

伸縮装置の押し込み抵抗や変形・破壊特性を把握するため、既設橋から切り出した供試体と、一般的な製作タイプ及び製品タイプを再現して製作した供試体を用いて、荷重試験(静的荷重)を実施した。

(1) 既設橋切り出し部材による荷重試験結果

試験に用いた供試体は、既設のPC橋から切り出した製品ジョイントで、鋼製フィンガープレートの下はシーラ材と支持金具で構成されている。試験は支持金具に着

目し、冬季の最大遊間(55mm)を再現するとともに、支持金具の取り付け方法を①腐食のない溶接(現状のまま)、②点付け溶接を再現したもの(溶接ビード厚を1/2に切削)、③支持金具を撤去したものをを用いて、静的荷重により押し込み抵抗力の確認を行った。

試験の結果、シーラ材の接着力のみ(③)では1.0kN/箇所であり、押し込み力に抵抗できないことが分かった。また支持金具がある場合(①、②)も、20~30kN/箇所であり、支持金具の取り付け方法や溶接の品質、腐食の進行により脱落する可能性があることが分かった。(写真-2)



- ①支持金具：加工なし
・荷重荷重0~27kN;アングル変形
・荷重荷重 **31kN**;支持金具溶接割れ
- ②支持金具：溶接ビード1/2切削
・荷重荷重0~10kN;アングル変形
・荷重荷重 **24kN**;アングルの変形が両端に到達

- ③支持金具：撤去
・荷重荷重 **1.0kN**;シーラ材接着切れ

荷重試験の状況

写真-2 既設橋の切り出し部材による荷重試験

(2) 製作した供試体による荷重試験結果

次に、シーラ材の充填厚に着目し、一般的な製作タイプの供試体(シーラ材厚さ700mm)と2次製品タイプの供試体(シーラ材厚さ15, 35, 50mm)を作成し、静的荷重により押し込み抵抗力の確認を行った。

試験の結果、製作タイプで18~34kN/箇所、2次製品タイプで5~14kN/箇所、シーラ材が厚い方が押し込み抵抗力は大きい結果となった。(図-10、写真-3)

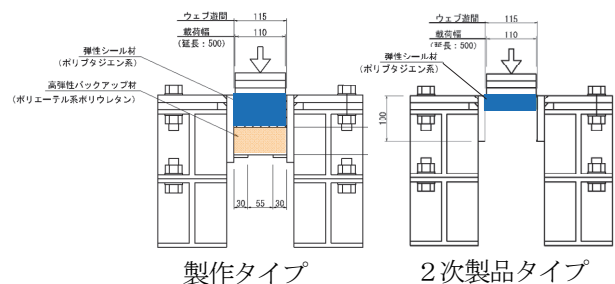


図-10 供試体の概要

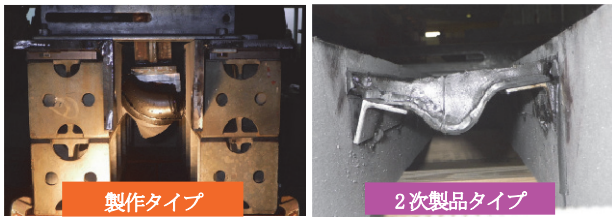


写真-3 供試体による载荷試験状況

既設橋の切り出し部材及び供試体による静的载荷試験は、実橋状態とは幾分異なるが、伸縮装置の止水機能をシール材の接着のみに依存するタイプでは、積雪寒冷地域での採用は困難と考えられる。

また、変形・破壊特性については、全ての供試体で支持金具に変形が生じる時点でシール材が完全に切れる（止水機能の喪失）ことはなく、支持金具の破壊に伴いシール材が脱落する破壊パターンが確認された。押し込み力に対して、支持金具が有効に機能していると考えられる。

なお、シール材にも押し込み抵抗力があるが、シール材は施工品質のバラツキが大きく、疲労（温度変化・回転・振動）や耐久性（劣化速度）も明確でないことから、支持機能は支持金具に、止水機能はシール材にそれぞれ機能を分担させることで、要求性能の整理を行うこととした。

5. 積雪寒冷地の伸縮装置に求められる要求性能(案)

(1) 支持金具の耐荷性能、耐久性能【支持機能】

・圧雪や土砂の堆積、及びこれらの凍結による止水材の押し込み力に対して確実に支持できる構造とする。

⇒最大押し込み力：7kN/箇所を支持できる構造。

・また、車両の通行や雨水の浸入に対して十分な耐久性を有する構造とする。

⇒支持金具の防食対策（腐食代など）、疲労対策（ボルト接合など）を考慮する。

(2) シール材の耐久性能【止水機能】

・車両の通行や雨水などの進入に対して十分な耐久性、防水性を有する構造とする。

⇒シール材は出来るだけ厚いもので、必要な品質規格¹⁾を満足するものを採用する。

・シール材に漏水があっても、二次止水機能によって漏水を防止できる構造であること。

⇒二重止水構造を基本とする。

(3) その他止水機能

現地調査による漏水の原因分析を踏まえ、押し込み抵抗以外に必要な性能は以下のとおりである。

・後打ちコンクリートからの漏水がないこと。

⇒後打ちコンクリートの充填性確認、バックアップ材を埋設型枠としての使用禁止、図面によるはつり範囲の明確化。

・歩車道境界、地覆部からの漏水がないこと。

⇒伸縮装置の延長、立ち上げ。

・止水材の接合部からの漏水がないこと。

⇒図面による継手部詳細構造の明確化、止水性能試験による確認³⁾。

・施工、維持管理及び補修の容易性に配慮した構造とすること。

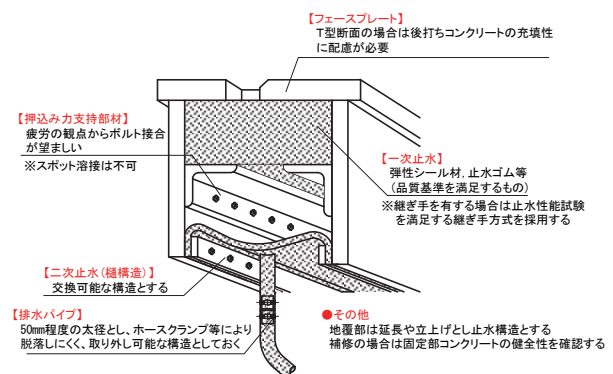


図-11 非排水型伸縮装置の構造概要(イメージ図)

6. おわりに

積雪寒冷地の伸縮装置に求められる要求性能について、冬期における押し込み力に着目し、現地調査による損傷実態把握や载荷試験などにより取りまとめを行った。東北地整管内では、本稿の考え方にに基づき、既に試行工事が始まっていることから、完成後は定期点検などで経過観察を行い、損傷の有無や耐久性について検証していく予定である。

今後も引き続き、定期点検で得られた知見を基に、既設橋における不具合を繰り返さない、また新設橋に持ち込まないような取り組みを推進し、橋梁の長寿命化を図っていきたいと考えている。

参考文献

- 1) NEXCO 東日本：構造物施工管理要領
- 2) 北海道土木技術会：北海道における鋼道路橋の設計および施工指針【第1編】設計・施工編
- 3) NEXCO 東日本：NEXCO 試験方法 第4編 構造関係試験方法