

道路橋のビーム型伸縮装置の損傷事例と劣化の情報交換について

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋（株）

正会員 山田 健太郎

1. はじめに

道路橋の損傷が見つかり原因追究されるが、過去に同種の事例がない場合に、特異現象として個別に処理されることがある。公共構造物である道路橋の損傷は、管理者の意向や守秘義務のため、組織外まで情報が共有されることは少ない。維持管理の現場では過去の損傷事例は大変参考になるが、事例の情報が共有されないために、同様な損傷を未然に防止できないこともある。予防保全の観点から、組織の壁を越えた早い時期での損傷事例の公開が望まれる。

ここではビーム型伸縮装置の損傷事例を示して道路管理者と情報共有したい。



図1 欧州の伸縮装置の取替え工事

2. 道路橋の伸縮装置

道路橋の伸縮装置は、支承と同様、橋の健全な挙動と車両の安全な走行を確保するために重要な要素である。伸縮装置に要求される性能のうちでもその耐久性の照査は不可欠である¹⁾。

交通量の多い路線では、損傷が生じた伸縮装置の調査、補修、取替えに多大な労力と費用を要している。図1は、欧州の高速道路のPC橋の伸縮装置を、片側2車線を交通止めして取替えている例である。わが国でも、設計時に疲労耐久性を照査していない既設の伸縮装置が多く存在し、今後この種の工事が増えると予想される。

伸縮装置は多種多様なものが供給されているが、ここでは、ビーム型伸縮装置を取り上げる。これらは欧州の提供元の名前を冠して、マウラーとマゲバと呼ばれることが多い。その構造は、幅85～90mmのミドルビームで輪重を支持し、ミドルビームをさらに桁間に渡したサポートビームで支える構造である²⁾。サポートビームは、ゴム製品であるベアリングとPTFEで可動するようになっており、伸縮量に対応する。ミドルビームの数を増やすことで大遊間にも対応できるのと、シールゴムによって水密性が保たれるため、欧米での実績が多い。

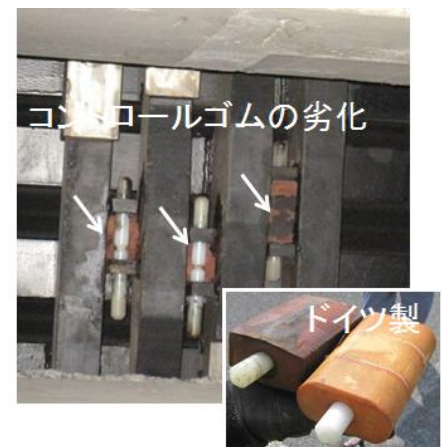


図2 コントロールゴムの劣化事例

3. 繰返し荷重による疲労損傷の事例

伸縮装置には、輪重が繰返し作用する。既設の伸縮装置は、1960年代に設計思想が決められた。基本的に静的な耐荷力で設計してきて、疲労照査は行われてこなかった。2002年の道路橋示方書の改定で、耐久性を含めて性能を照査するようになったが、具体的な評価手法は、NEXCO総研の規定以外に見当たらない。

鋼製のフィンガージョイントと同様に、ビーム型伸縮装置は、鋼製の部材で構成されるため、何らかの疲労照査が必要になる。また、鋼部材には一般に高張力鋼（SM520）が用いられている。鋼材の静的な許容応力が高いので、同じ設計輪重の場合に、断面が小さくできる。ただし、その分応力範囲が大きくなることから、疲労の観点からは不利になる。既設、新設にかかわらず、構造力学的に計算が可能なので、交通実態に合わせて疲労耐久性を照査できる³⁾。大型車が多数通行する路線では、意外に短い耐久性となることがあり、疲労照査の結果を参考に、設計での配慮や既設の伸縮装置の予防保全に用いることができる。

キーワード 伸縮装置、耐久性、損傷事例、ビーム型伸縮装置、疲労

連絡先 〒460-0003 名古屋市中区錦1-8-11 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋 052-212-4551

4. ビーム型伸縮装置のゴム製部品の劣化

ビーム型伸縮装置の基本的な形は、前述したように、(1)輪重を支持する橋軸直角方向に並べたミドルビーム、(2)それを支持するサポートビーム、(3)各種のベアリング類、(4)ミドルビームの間隔を保持する装置(例:コントロールゴムなど)(5)ミドルビーム間に挿入して伸縮するシールゴムで構成される。ビーム型伸縮装置の種類によってこの形は異なるが、鋼部材とゴム製部品を機能的に組み合わせて伸縮装置が構成されている。シールゴムの水密性が良いのがこのシステムのメリットである。わが国のビーム型伸縮装置は、欧州の技術を導入しており、ゴム製部品は主に国産品を用いている。最近そのゴム製部品、すなわちベアリング類とシールゴムの劣化現象が頻出している。

日本では、ゴム製部品にクロロプレン(CR)を用いることが多い。一般に、CRはドイツで用いられるエチレンプロピレンジエン(EPDM)に比べて、耐候性が劣ると言われている。以前から劣化が顕著なのが、コントロールゴム(ウレタン製)の劣化である(図2)。材質は何度か変更されたが、結局ドイツ製を用いるようになったと聞く。

シールゴムが破損すると、ビーム型伸縮装置の最大のメリットである水密性が失われる。(1)PC桁のクリープ等で遊間が拡大して、過大な変位が生じて破断した、(2)シールゴムに砂や砂利が堆積したことにより損傷した、(3)同様に積雪や水が浸入、凍結し、それが輪重により押されて破断した、(4)斜角によるシールゴムの変形の拘束で破断した、などがシールゴムの破損の原因とされている。図3に示すシールゴムのき裂は、(1)の理由であろう。ミドルビームの疲労損傷が影響した可能性もある。また、(2)は、砂や砂利の定期的な清掃が必要になる。図4は、斜橋で最近見つかった破断の事例である。砂利の堆積も見られるが、(4)の斜角によるシールゴムの変形が起因したとも考えられる。そこで、シールゴムのモデルを紙で作って原因を探ってみた(図5)。図5aは、直橋で橋軸方向に変形した場合で、図5bは、斜橋の角度を考慮して変形させた場合である。よく見ると、せん断座屈に似たしわ模様が見える。V字形のシールゴムは、橋軸方向の伸縮は容易だが、斜め方向の伸縮には面外変形を伴う。斜橋で用いるシールゴムの挙動に対して、再検討が必要であると思われる。

5. まとめ

伸縮装置は、橋梁ファブが既製品を購入する形で設置される。そのため、橋梁設計者は、必ずしもその製品の耐久性を照査しているわけではない。ここで取り上げたビーム型伸縮装置は、鋼とゴム製部品で構成された製品として供給される。要求される耐久性に関する性能を確保するためには、まずは鋼製部材の疲労照査を行い、さらにゴム製部品に対する要求性能を高めることが必要である。また、過去の損傷事例を共有することで、耐久性向上のための対策の要点が理解できる。

謝辞:ここで示した損傷事例は、道路管理者には好ましくない情報であるが情報交換のために提供して頂いたことに感謝します。

参考文献: 1) 山田: 伸縮装置や標識柱に対する簡易な疲労設計荷重の提案、構造工学論文集 Vol.61A (2015年3月)、
2) 八木, 山田, 小塩: 道路橋伸縮装置の疲労耐久性評価法の検討, 土木学会論文集 A, Vol.63, No.3, 2007.7, pp.486-495.



図3 シールゴムの劣化と破断

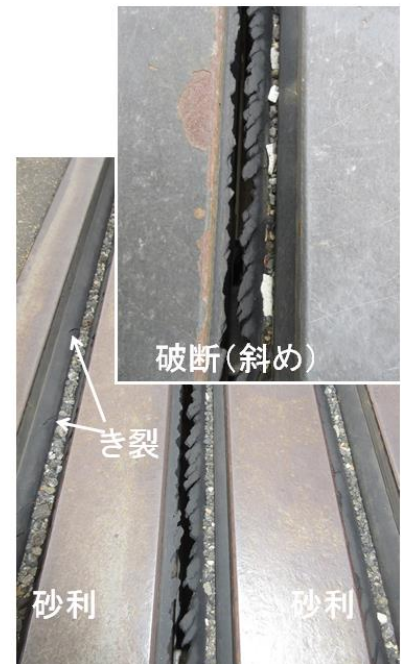


図4 シールゴムの破断事例

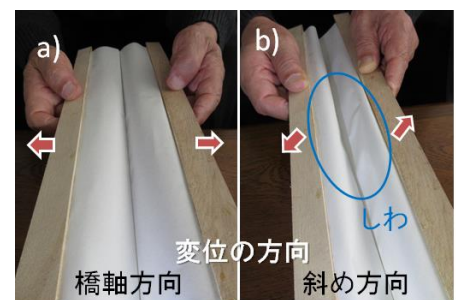


図5 斜橋のシールゴムの変位モデル