

第5回 伸縮装置

講師：小倉 浩則*

1. 道路橋における伸縮装置の役割

橋梁を側面から見ると、図-1に示すように橋梁端部に遊間（隙間）があります。これは、温度変化やコンクリートのクリープ・乾燥収縮で生じる上部工の伸縮や、通行車両（活荷重）载荷時のたわみに伴う移動・回転に対し、上部工が下部工に衝突することなく、動きに追従できるように設けられているものです。固定支承部では上部工の伸縮による移動はありませんが、たわみによる回転が生じるため、可動支承部と同様に遊間が設けられています。

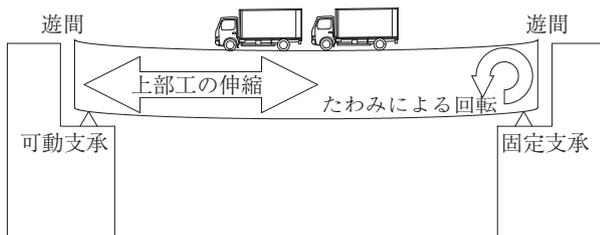


図-1 橋梁上部工に生じる伸縮・回転

遊間上の路面部に隙間が空いた状態では車両や歩行者の安全な通行を妨げるほか、車両通行時に騒音が生じるため、図-2に示すような伸縮装置が設置されています。

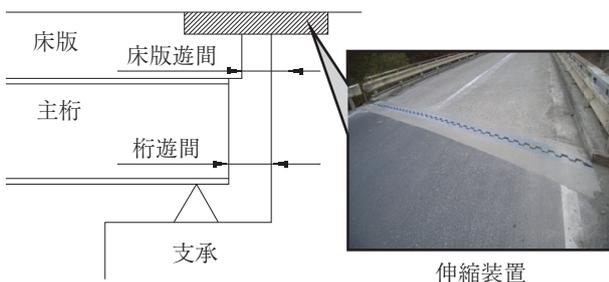


図-2 伸縮装置設置例

この伸縮装置には、上部工伸縮への追従、路面の平坦性の保持、橋面上の雨水が遊間下に流下することを防ぐといった役割があります。写真-1に示すように遊間直下の桁端部には支承や主桁、下部工があります。雨水の流下は支承や主桁では腐食、コンクリート部材では凍害による

断面欠損の原因となります。とくに積雪寒冷地においては、凍結防止剤の散布により雨水に塩化物が含まれるため、支承や主桁などの鋼部材の腐食や、塩害によるコンクリート中の鉄筋腐食が著しいものとなります。



写真-1 漏水による支承・主桁の腐食

プレストレストコンクリート橋（以下PC橋）においては、遊間からの雨水が桁端部のあと埋めやシース管内の空隙部に浸入することで、PC鋼材定着具や桁端部付近のPC鋼材の腐食要因となる可能性があります。また、短径間のPC橋では温度伸縮量が小さいため遊間が狭く、横桁の形状によっては桁端部付近の点検が困難となるので、損傷の進行が見逃されるおそれがあります。雨水の浸入による腐食が進行すると、PC鋼材が破断に至ることで耐荷力が低下し、橋梁本体の重篤な損傷となる可能性があるため、注意が必要です。

このように伸縮装置は車両の安全な通行を維持するだけでなく、その止水性能により橋梁本体の健全性を維持させる重要な部材です。この伸縮装置は路面に露出しており、直接輪荷重が作用する過酷な条件下にあるため、損傷を受けやすい部材です。そのため、伸縮装置の健全性を維持し続けるためには、定期的な点検・清掃・補修を実施し、管理していくことが重要となります。

2. 伸縮装置に関する基準および要求性能

2.1 道路橋伸縮装置便覧¹⁾

伸縮装置の基準として、道路橋伸縮装置便覧¹⁾があります。この便覧以前には基準はとくになく、図-3に示す排水型伸縮装置（雨水が遊間から排水される形式）や、図-4

* Hironori OGURA：日本道路ジョイント協会

に示す遊間部にアスファルト系の目地材を設置するだけの止水性能や耐久性に劣る伸縮装置が設置されていました。しかし、伸縮装置からの漏水により、桁端部の橋梁部材に損傷が生じていたことから、この便覧で「完全に防水または排水ができる構造であること」と止水性能の必要性が明記されました。また、走行性や耐久性などの要求性能や、伸縮量の具体的な算定方法も明記されました。この便覧以降は非排水型伸縮装置が活用され、止水性向上の改良が行われていますが、便覧の改訂は行われていません。

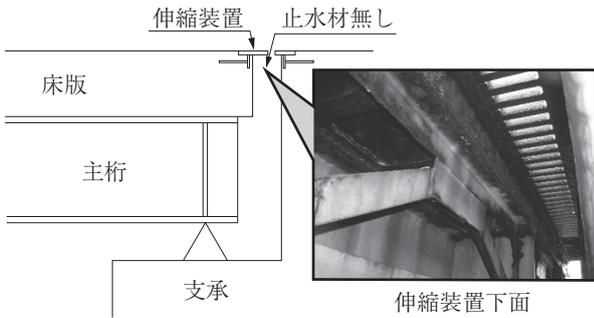


図 - 3 排水型伸縮装置

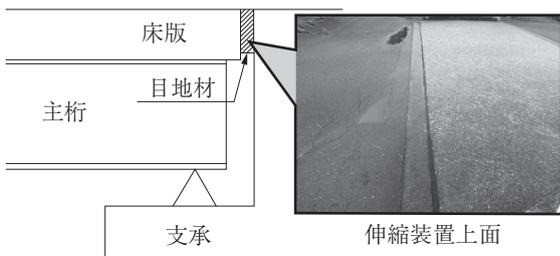


図 - 4 アスファルト系目地材

2.2 道路橋示方書・同解説^{2, 3, 4)}

平成 14 年の改定以前は、「設置する道路の性格、橋の形式、必要伸縮量を基本として、全体的な耐久性、平坦性、排水性と水密性、施工性、補修性、経済性などを考慮して定める」といった考え方のみが記載され、その設計・施工は道路橋伸縮装置便覧を参考とするとされていました。その後、平成 14 年の改定により設計伸縮量の算定方法や、作用力が記載されました。

近年では平成 29 年に改定され、そのなかで要求性能が以下のとおり示されています（一部抜粋）。

- 1) 車両が支障なく走行できる路面の平坦性、連続性および強さを確保できること。
- 2) 車両の通行に対して必要な耐久性を有すること。
- 3) 雨水等の浸入に対して水密性を有すること。
- 4) 車両の通行による騒音、振動が極力発生しないよう配慮した構造であること。
- 5) すべり抵抗が路面として求められる水準以上にあること。

上記以外にも、伸縮装置に作用する力や、設計伸縮量の算出方法が示されているほか、「橋の設計供用期間中の点検や交換、損傷時の措置方法について検討を行い、伸縮装置およびこれが取り付けられる構造の設計に反映すること

を原則とする。」といった維持管理の考え方についても記載されています。

2.3 そのほかの基準

各地方整備局や自治体、高速道路管理者が独自に定めている基準もあります。とくに NEXCO の基準が示された構造物施工管理要領⁵⁾においては、伸縮装置の止水性能や疲労耐久性に関する試験方法や規格値のほか、使用材料の品質規格、塗装仕様などについて細かく規定されています。

伸縮装置の設置を検討する場合には、適用する橋梁の管理者の基準を確認することが必要です。

3. 伸縮装置の種類

伸縮装置にはさまざまな種類があり、構造や構成材料によって図 - 5 のように分類されます。この分類のほか、橋梁ごとに設計・製作される製作ジョイント（鋼製フィンガージョイント）と、製品として一般販売されている製品ジョイントの区別があります。とくに製品ジョイントでは、同じ分類であっても形状や構成部材が大きく異なるものもあります。製品ごとに施工方法や維持管理方法が異なるため、それぞれの特徴を理解しておくことが必要です。

各分類の概要と一般的な特徴を以下で説明します。

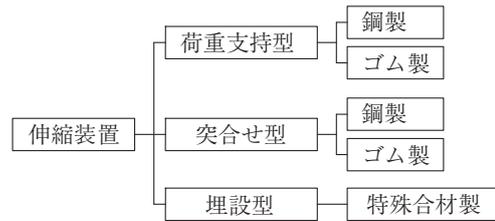


図 - 5 伸縮装置の分類

3.1 荷重支持型

荷重支持型は図 - 6 に示すように、伸縮装置本体が輪荷重を床版遊間上で支持する構造で、大遊間・大伸縮量の橋梁にも対応可能です。主部材の材質により鋼製とゴム製に細分され、一般的には鋼製が耐久性に優れ、ゴム製が走行性・静粛性に優れるといった特徴があります。

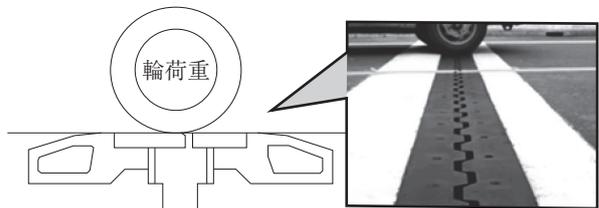


図 - 6 荷重支持型伸縮装置

3.2 突合せ型

突合せ型は図 - 7 に示すように、伸縮装置本体が輪荷重を床版遊間上で支持しない構造で、比較的小規模な橋梁に多く用いられます。荷重支持型に比べ部材がコンパクトなものが多く、伸縮装置の設置スペースが小さい橋梁にも多く用いられます。一般的に荷重支持型より耐久性に劣りますが、経済性に優れるといった特徴があります。

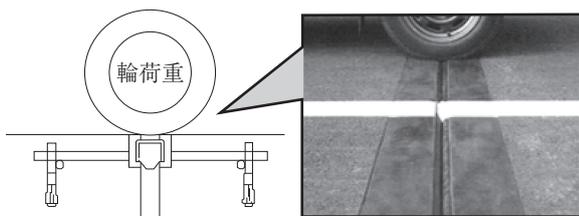


図 - 7 突合せ型伸縮装置

3.3 埋設型

埋設型は図 - 8 に示すように遊間部を止水処理し、その上に特殊合材を敷設することで路面の連続性を確保する構造で、比較的小規模な橋梁に用いられます。路面に鋼材やゴム材の露出がないため、走行性や静粛性に優れるといった特徴があります。

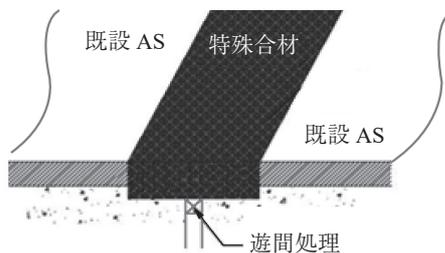


図 - 8 埋設型伸縮装置

4. 伸縮装置の選定方法

伸縮装置の選定は、伸縮装置の特徴を考慮して種類を決定するほか、伸縮量と床版遊間量からタイプを決定します。タイプごとに適用可能な伸縮量と最大遊間量（適用最大床版遊間）が定められていますので、設置する橋梁の設計伸縮量や、最低温度時の床版遊間量を算出し、伸縮装置の適用範囲内となるように選定する必要があります。また、地震の影響を考慮する場合には、地震時移動量に対する検討が必要となります。製品ごとの地震時移動量や耐荷性能に関しては、伸縮装置メーカーよりその性能値が公表されています。

5. 伸縮装置の改良

伸縮装置は、車両の大型化や橋梁の長寿命化といった社会のニーズに合わせてさまざまな改良が行われてきました。近年では、後述の二次止水構造や端部止水構造といった止水性を向上させた構造を原則とする道路管理者が増え、止水性の重要性が広く認知されていることがうかがえます。

伸縮装置の主な改良点について、以下で説明します。

5.1 誘導板

除雪車の排雪板が伸縮装置と干渉し、伸縮装置本体に損傷が生じる事例が数多くありました。そこで、図 - 9 に示す誘導板と呼ばれる部材を配置することで、排雪板と伸縮装置が衝撃を伴って干渉することを防いでいます。積雪寒冷地の橋梁においては原則として用いられています。

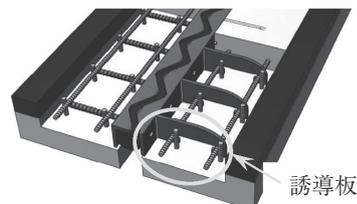


図 - 9 誘導板付き伸縮装置

5.2 二次止水構造

従来の伸縮装置は、図 - 10 に示す伸縮装置止水材のみの構造でした。二重止水構造は、伸縮装置止水材の下側に二次止水材を設置することで止水機構を二重とし、伸縮装置止水材が損傷した場合においても橋梁下への漏水を防ぐことが可能な構造です。

図 - 10 は二次止水構造が別構造となっており、現場でそれぞれ設置する分離構造タイプの例ですが、伸縮装置本体にあらかじめ二次止水材が取り付けられた一体構造タイプもあります。二次止水材は楯形式のものが広く用いられています。

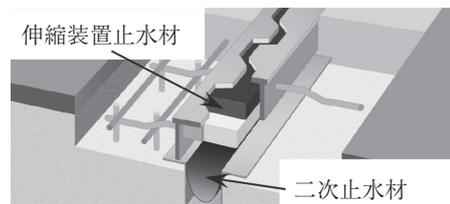


図 - 10 二次止水構造例

5.3 端部止水構造

伸縮装置と地覆の境界部においては、現場でシーリング処理を行うだけの構造が多く、シーリング材の劣化による漏水事例が数多く報告されていました。その対策として、図 - 11 に示すように伸縮装置の地覆側端部を立ち上げ、伸縮装置本体を地覆部まで連続化することにより、止水性能を向上させた構造です。

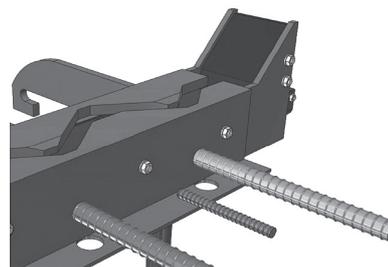


図 - 11 端部止水構造例

5.4 高耐久化

鋼製伸縮装置の疲労耐久性能について構造物施工管理要領⁵⁾の例では、「照査期間 30 年に対し車両走行による変動荷重の影響で製品ジョイントが疲労損傷しないことを照査する。」とされており、定点載荷試験や輪荷重走行試験などによって性能確認を行います。

近年では基準より長期の照査期間で試験を行い、高耐久性を確認した製品ジョイントもあります。

5.5 大伸縮量対応

耐震性能の向上が期待できることから、橋梁の連続桁形式が注目されています。連続桁形式の場合、伸縮桁長が長くなるため橋梁の伸縮量と遊間量が大きくなります。これに対応するため、製品ジョイントにおいても大伸縮量や大遊間に適応した製品が開発されています。

6. 伸縮装置の維持管理

伸縮装置の機能を維持していくためには、定期的な維持管理が重要です。以下に伸縮装置の代表的な損傷事例を記載しますが、伸縮装置本体の劣化によるものと、ほかの橋梁部材の損傷が伸縮装置に影響を及ぼしたものがあります。補修対策の検討時に損傷原因の究明が適切に行われないと、再損傷が生じる可能性があります。伸縮装置だけでなく、ほかの橋梁部材の点検も併せて実施することが必要です。

6.1 漏 水

止水材の無い伸縮装置が設置されていたり、伸縮装置の止水材が劣化すると漏水が生じます。橋梁遊間部の下面は狭隘な空間で、直接的な点検が困難なことが多いですが、写真 - 2 に示すように下部工の漏水跡から伸縮装置の損傷を推定することができます。



写真 - 2 下部工の漏水跡

6.2 伸縮装置本体の破損

車両荷重の繰返し载荷による疲労や地震の影響、排雪板の衝突などで伸縮装置本体に破損が生じます。写真 - 3 は鋼製フィンガージョイントのフェイスプレートが破損した例ですが、裏込めコンクリートにひび割れや断面欠損が生じたり、ゴム部材の破損が生じる事例もあります。

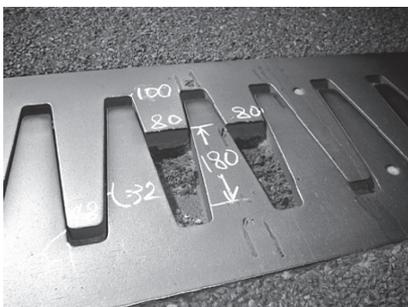


写真 - 3 伸縮装置本体の破損

6.3 段 差

支承の破損や下部工の沈下、主桁の座屈、地震の影響などにより、写真 - 4 に示すように伸縮装置の段差が生じ

ます。伸縮装置本体や止水機構に損傷がなくても、通行車両の走行性低下や、タイヤのパンクといった第三者災害を引き起こす可能性があるため補修対策が必要となります。

対策時には支承や主桁の補修など、段差の原因となった損傷の対策を先行して行い、路面高さを修正した上で伸縮装置の補修を実施する必要があります。



写真 - 4 伸縮装置の段差

6.4 遊間異常

下部工の傾斜・移動や地震動による上部工の移動、伸縮装置設置時の遊間設定ミスなどにより遊間異常が生じます。写真 - 5 は遊間が異常に狭くなった事例ですが、この状態では橋梁上部工の伸びが妨げられるため、上部工や伸縮装置本体に悪影響を及ぼす可能性があります。この場合には伸縮装置以外にも損傷が生じている可能性があるため、橋梁全体の調査により損傷原因を究明し、補修対策を実施する必要があります。また、遊間が異常に広がった場合には、止水材に想定以上の引張力が作用して損傷し、漏水の原因となります。



写真 - 5 遊間異常

7. おわりに

伸縮装置の役割や特徴を理解し、適切な設計・施工・維持管理を行っていくうえでの知識習得に本稿を役立てていただければ幸いです。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋伸縮装置便覧，昭和45年4月
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 平成8年12月
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 平成14年3月
- 4) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 平成29年11月
- 5) 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 平成29年7月

【2018年10月1日受付】