

CMI 報告

橋梁伸縮装置に関する 欧州技術動向調査報告

小野 秀一

1. はじめに

橋梁伸縮装置は輪荷重の繰り返しの影響を直接受けることから、これまでにいくつかの疲労損傷事例が報告されている^{1)~3)}。また、伸縮装置部から、凍結防止剤などの塩分を多く含んだ雨水の漏水によって桁端部や支承部の腐食などの劣化も報告されている^{4), 5)}。

一方、橋梁伸縮装置に関する性能については、道路橋示方書ではその耐震性に関する記述はあるものの、その他の性能評価基準については示されていない。

このような状況のなか、東・中・西日本高速道路株式会社（NEXCO）が発行する施工管理要領⁶⁾においては、鋼製フィンガージョイントについては、過去の損傷事例に鑑みて高い疲労耐久性能を有するための仕様が示されるとともに、止水性能については、取付構造や材料仕様を規定している。また、比較的伸縮量の小さい製品ジョイントや埋設ジョイントについては、止水性能の向上を図るために止水性能試験による性能確認を義務づけるなどの各種対策が行われている^{4), 5)}。

施工技術総合研究所としても、橋梁本体の長寿命化を図る上で橋梁伸縮装置の各種性能を向上させることが重要であることを認識し、橋梁伸縮装置の止水性能確認試験や埋設ジョイントの実物大試験、輪荷重の繰り返しに対する疲労試験などによる、伸縮装置の性能評価事業を行っている。今後も、これら性能以外の橋梁伸縮装置に必要な各種性能やその評価基準を定めていく上で、海外における伸縮装置に対する性能評価手法を把握するとともに、必要に応じて技術導入することが必要になると考えている。ひいては、海外の情報は、我が国の橋梁に対する維持管理上の貴重な資料に

なると考え、著者は調査団の幹事として、高速道路総合技術研究所などの関係機関の技術者らとともに、欧州における橋梁伸縮装置の技術基準や開発動向などを把握する目的で、海外調査を行った。

本稿では、欧州における関係機関を訪問し、橋梁伸縮装置の各種技術動向について調査してきた概要を紹介する。

2. 調査概要

(1) 欧州調査の目的

以上のような橋梁伸縮装置に関する国内での課題を考慮し、欧州訪問での調査目的を以下のとおりとした。

- ①伸縮装置形式の選定方法と採用傾向の調査
- ②伸縮装置関連基準の整備状況の調査
- ③健全度や止水状況に関する現地の実態調査
- ④点検手法や補修方法などの維持管理の状況調査

(2) 調査団の構成と訪問先

調査団のメンバーは、高速道路総合技術研究所、NEXCO グループのエンジ会社、橋梁伸縮装置製造会社の技術者らで構成し、筆者を含め7名で調査を実施した。

訪問国は、フランス、スイス、ドイツ、イギリスの4カ国とし、スイス、ドイツでは、次に示す機関を訪問した。これらの訪問先は、幅広く情報収集を行うため、国の公的な機関やその国を代表する伸縮装置の製造会社などから選定した。

【役所】

- ・ドイツ南バイエルン州政府道路局

【研究機関】

- ・EMPA（スイス連邦材料試験研究所）
- ・DIBt（ドイツ連邦の建設技術研究機関）

【伸縮装置製造会社】

- ・マゲバ社（スイス）



図一 欧州調査の移動経路

・マウラー社（ドイツ）

調査期間は平成23年11月12日（土）から11月23日（水）とし、図-1に示す移動経路で調査を実施した。

3. 欧州各国の伸縮装置の採用形式・特徴

欧州4カ国の調査を実施した結果、同じ欧州であっても国によって採用する伸縮装置の傾向が大きく異なる状況が確認された。以下に各国の伸縮装置形式の採用傾向および特徴について述べる。

(1) フランス

フランスの高速道路において調査した範囲では、写真-1に示すようにシーベック社のアルミニウム合金製ジョイントが多数見られた。自国における主力メーカー（シーベック社）の製品を主体として採用しているものと考えられる。一般道においても同形式のジョイントが多く採用されていたが、一部にはビーム型ジョイントや埋設ジョイントも採用されていた。



写真-1 アルミニウム製ジョイント（フランス）

(2) スイス

スイスでは近年、国民の環境に対する意識が高まっており、特に騒音に対する意識が高く、ここ10年では低騒音型の形式が多く採用される傾向が見られる。

図-2にスイスにおける伸縮装置の採用傾向を示す。スイスにおいて主流の形式であったモジュラー型ジョイントは、比較的騒音・振動が大きいことから減少傾向であり、これに替えてフィンガージョイントのシェアが増加しているとのことである。このような状況から、従来のモジュラー型ジョイントにフィンガー形状のフェースプレートを設置することで路面段差の解消を図った、騒音低減型のモジュラー型ジョイント

(写真-2)の開発・導入が進められている。

フィンガージョイントは、特に大遊間において両持ち形式のもの(写真-3)が主流であり、高速道路にも多く使用されていた。ステンレス製の製品を採用している事例も確認された。また、スイスでは、フィンガージョイントに止水材は使用せず、写真-4に示すように、排水用の樋を設置するのが標準とされている。

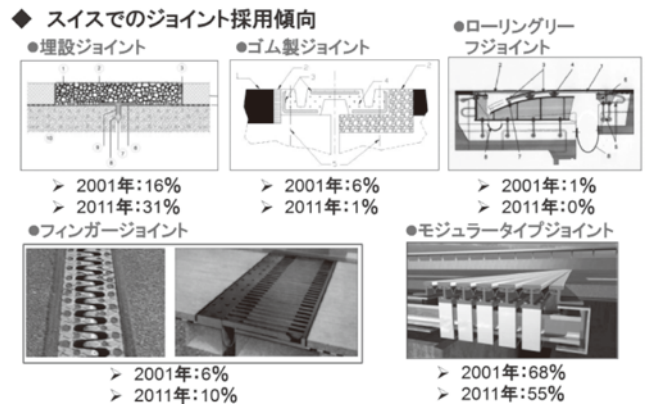


図-2 伸縮装置の採用傾向（スイス）

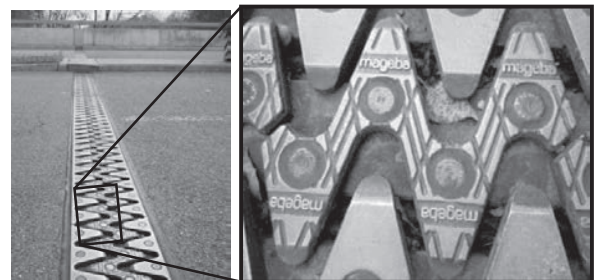


写真-2 騒音低減型のモジュラー型ジョイント

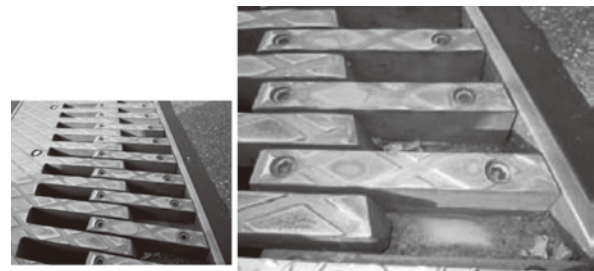


写真-3 両持ち式フィンガージョイント



写真-4 フィンガージョイント排水構造

埋設ジョイントのシェアも増加しており、特に伸縮量 120 mm (± 60 mm) まで対応できる大伸縮対応型埋設ジョイントが新たに開発され、採用が増加している。この埋設ジョイントは、特殊アスファルト合材を使用するのに加え、スプリングを埋設することで、伸縮量の分散を図っているとのことである。スイスにおいては、このような埋設ジョイントの研究開発が盛んに行われている印象を受けた。

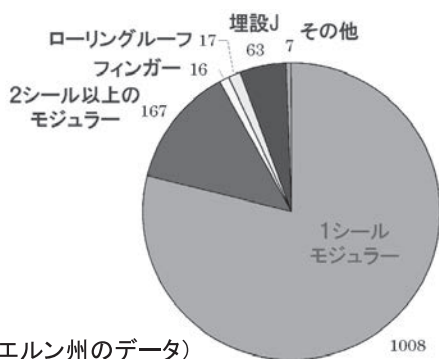
(3) ドイツ

ドイツにおける伸縮装置の形式は、過去よりモジュラー型が大多数を占める。図-3 にドイツ・バイエルン州の高規格道路における形式別のシェアを示す。

ドイツには、世界有数のジョイントメーカーであるマウラー社があり、このマウラー社の製品が約7割を占める。ドイツにおいても、スイスと同様に騒音低減型モジュラー型ジョイントが開発され、一部に採用されている(写真-5)。また、小遊間の伸縮装置を対象とした騒音低減型の形式についても開発・導入されている。これについては実橋で走行音を確認することができたが、驚くほど静かであった。

(4) イギリス

イギリスの高規格道路には、鋼製フィンガージョイ



(※バイエルン州のデータ)

図-3 高規格道路における伸縮装置のシェア(ドイツ)

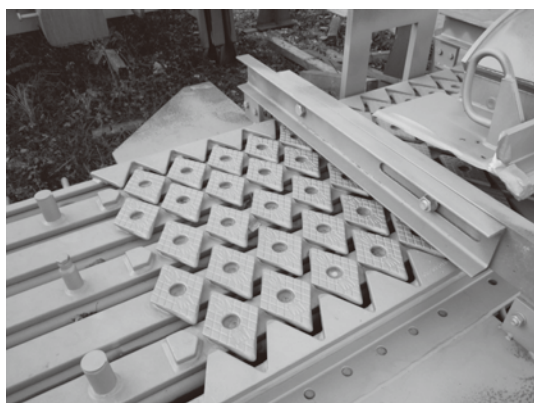


写真-5 騒音低減型モジュラージョイント(マウラー社)

ントと埋設ジョイントが多く用いられており、一般道にはモジュラー型ジョイントも多く用いられていた。

4. 欧州各国の伸縮装置関連基準

伸縮装置関連の基準については、スイスおよびドイツの研究機関よりヒアリングした。ここで得た情報は、スイス・ドイツ各国で規定されている基準に加え、現在整備中である欧州統一ガイドラインの内容であった。以下にそれぞれの特徴を示す。

(1) スイス

スイスでは、伸縮装置の仕様を規定するガイドライン「Swiss ASTRA-Guidelines」(写真-6)が制定されており、この基準によってスイス国内の伸縮装置が設計されている。このガイドラインでは、設計伸縮量の算定方法などの基本事項に加え、各ジョイント形式の仕様を詳細に規定している。

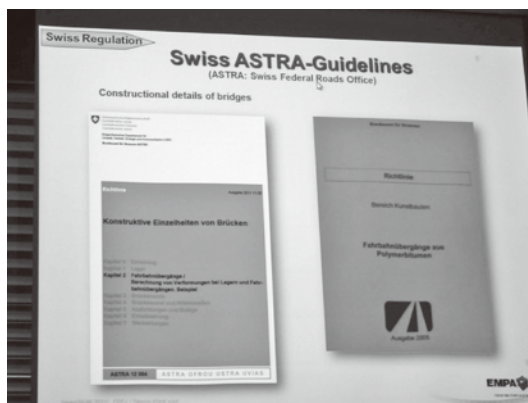


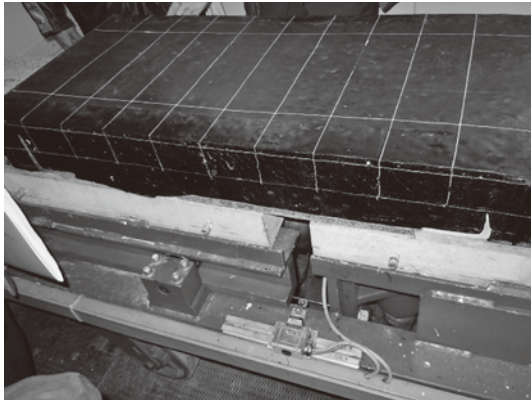
写真-6 Swiss ASTRA-Guidelines

性能照査に関する事項として、埋設ジョイントに関する性能規定が示されているが、他のタイプのジョイント疲労照査に関する詳細な規定は見当たらない。また、止水性の試験項目についても特に規定されていない。これは、具体的な仕様を規定することで所要の性能を確保することを意図していると考えられる。

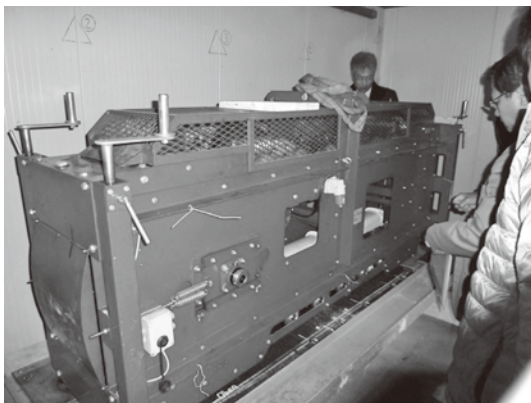
参考までに、埋設ジョイント(FPEJ: Flexible plug expansion joints)の性能試験は、耐用年数15年として、写真-7および写真-8に示すように、試験温度-20℃および+45℃での伸縮試験と、+45℃でのわだち掘れ試験を行っているとのことである。

(2) ドイツ

ドイツでは、1980年代に伸縮装置の疲労や漏水が問題となり、1992年にガイドライン「TL/TP-FÜ92」(図-4)が制定されている。また、その後に改訂が



写真一七 FPEJの伸縮試験



写真一八 FPEJのわだち掘れ試験

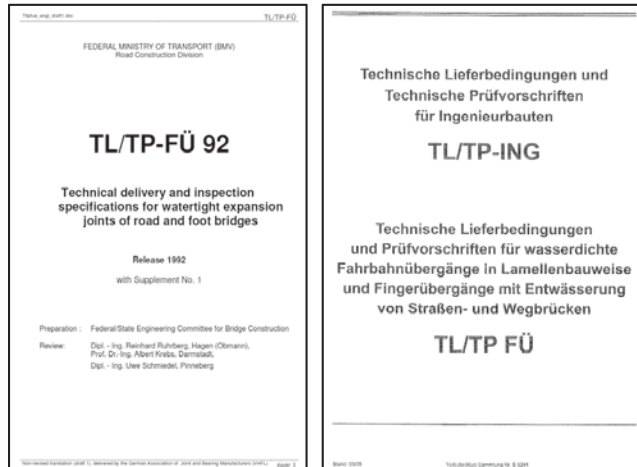
り、メーカーでは実施していない。

止水性能試験についても規定されており、その内容は、使用限界能力の120%の変形を与え、水密性を確認することとしている。

これらの試験項目をクリアし、政府機関の認定を受けられることが、ドイツ国で製品を使用するための条件となっている。製品証明書の例を写真一九に示す。



写真一九 政府機関による製品証明書の例（ドイツ）



図一四 伸縮装置に関するガイドライン（ドイツ）

なされ2005年版が調査時点での最新である。この基準によってドイツ国内の伸縮装置が設計されている。

前述のとおり、ドイツではモジュラー型が標準であるため、これに沿った規定となっている。

求める疲労性能としては、交換が困難な本体構造については40年、交換可能なベアリング等の部品については、20年の耐久性を求めている。荷重はドイツ国内の活荷重規定によっており、載荷回数も含めて疲労試験を実施するための詳細な規定が示されている。疲労試験は公的機関において実施することとされてお

なお、ドイツでは、損傷事例が多いことを理由に、ゴム製ジョイントの採用は禁止されている。さらにフィンガー形式のジョイントも標準形式に含まれていないため、政府機関に認定されるのは、原則としてモジュラー型ジョイントに限られている。ちなみに、ドイツで認定を受けている製品を製造する会社は、ドイツ・マウラー社、スイス・マゲバ社、オーストリア・RW社の3社のみである。

また、ドイツでは、製品製造における品質管理に関する規定がない。伸縮装置は政府機関の認定を受けている製品であるため、発注者の検査行為は必要ないと考えているとのことであるが、政府の認定機関が工場を抜き打ち検査する場合がある。

(3) 欧州統一ガイドライン

伸縮装置に関しては、ユーロコードにその規定は示されていない。そこで、EU加盟国を中心として、EOTA (The European Organization for Technical Approvals) が伸縮装置に関する欧州統一ガイドライン (ETAG) の作成を進めている (図一五)。

EOTAはEU加盟国の経済領域において通称「CEマーク」と呼ばれる表示を行うために必要なガイドラインを策定している組織である。「CEマーク」とは、



図一五 欧州統一ガイドライン (ETAG)



写真一十 遊間に設置された樋の清掃 (スイス)

所定の技術基準に適合していることを、信頼の証しとして製品に添付するものであり、これを添付するには所定の技術基準が必要となる。

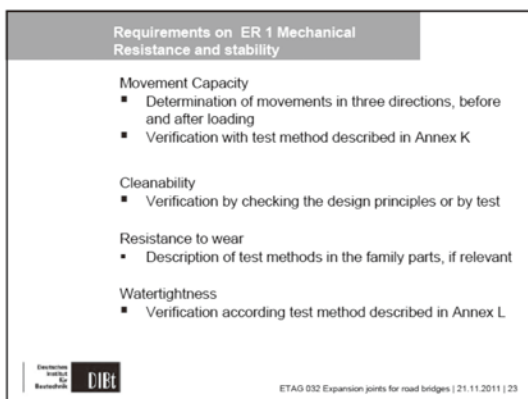
この欧州統一ガイドラインには、**図一六**に示すように、基本的な耐用年数のほか、各種ジョイント形式に対して、それぞれの照査規定が示されている。伸縮装置に求める性能としては、耐荷性、耐震性、疲労耐久性、止水・排水性、すべり抵抗性などがあり、我が国と異なる点として清掃性 (Cleanability) が示されており、伸縮装置の清掃を前提としている (**図一七**)。



写真一十一 樋洗浄用の注水口 (スイス)

Assumed Working life of the building	Durability of the construction product		
	Categories in years		
	C	B	A
Years	Replacable with minor obstruction of the traffic flow	Replacable with major obstruction of the traffic load	Non-replaceable
10	10*	10	10
15	10*	15	15
25	10*	15	25
50	10*	25	50

図一六 耐久性照査期間の設定例 (ETAG)



図一七 要求性能の例 (ETAG)

掃作業は現地対応者によると定期的に行われているとのことであった。また、**写真一十一**に示すように、洗浄水を樋に流すための注水口が取り付けられている伸縮装置も確認することができた。

本ガイドラインでは、前述のとおり同じ欧州であっても伸縮装置の形式選定の考え方が国によって異なることや、財政状況が異なることを考慮し、形式選定の基本方針については示しておらず、あくまで伸縮装置形式ごとの照査規定を示している。また、そのレベルは、欧州各国のある程度の製品が対応できる水準にとどめているとのことである。

5. まとめ

今回実施した伸縮装置に関する欧州の技術動向調査では、各国における伸縮装置形式の選定方針や管理体制、基準類の整備状況、健全度の実態など、幅広く欧州技術の現状把握に努めた。これらの結果をまとめると以下のとおりである。

- ①フランス・スイス・ドイツでは、自国の有力メーカーの製品を中心にジョイント形式を選定している状況が確認された。関係機関に訪問したスイスやドイツでは、有力メーカーの製品を主体としたガイドライ

スイスを訪問した際に、樋の清掃作業を見ることもできた。その状況を**写真一十**に示す。このような清

ンが制定されており、国と有力メーカーとが強く連携している。日本では多数の伸縮装置メーカーが存在し、中小規模の伸縮装置にはさまざまな構造の製品ジョイントが採用されている点が大きく異なる。

- ②スイス・ドイツの2カ国について基準の整備状況を確認したが、それぞれ国家として伸縮装置に関するガイドラインを制定しており、品質向上に大きく寄与していることが伺えた。また、欧州統一のガイドラインがまもなく発刊予定（当時）であり、欧州全域にわたる品質確保への取組みも確認できた。
- ③伸縮装置の健全度実態については、欧州各国で大きく差があるように思われる。今回調査した4カ国の中では、スイスの伸縮装置の健全度が圧倒的に優れている印象であった。財政面で有利な背景もあると思われるが、橋梁保全を行ううえで伸縮装置を重要視している体制が伺え、その結果が健全度の実態に現れているものと考えられる。

6. おわりに

これまでの設計や施工、維持管理において、比較的、軽視されがちであった橋梁伸縮装置であるが、これらの損傷が橋梁主構造の耐荷性や耐久性に大きな影響を及ぼすことが明らかとなってきており、伸縮装置の性能が重要視されるようになってきた。

当研究所では、土木材料や施工法等の性能評価に関する試験機関として、橋梁伸縮装置についても性能評価試験などを行ってきており、今後も各関係機関のニーズに応じた試験業務を行うとともに、諸外国の技術動向も注視し、より適切な評価基準の作成の支援も行っていきたいと考えている。

謝 辞

今回の調査を受け入れていただいたドイツ・スイスの各機関、ならびに調査の実施に多大なる協力をいただいた調査団メンバー（団長：NEXCO 総研 若林氏）の皆さま（写真—12）、そしてドイツ語の通訳をして

くださった Eri Narikawa Hundhausen さん、ミュンヘン防衛大学の間野氏にお礼を申し上げる次第である。また、本報告が今後求められる橋梁伸縮装置の耐久性・耐荷性などの様々な性能向上における参考資料となれば幸いである。



写真—12 ジョイントの現地調査（スイス）

JCM A

《参考文献》

- 1) 長尾, 米川: 鋼製フィンガージョイントの損傷に関する研究, 土木学会第63回年次学術講演会(平成20年度), 1-072, 2008.9
- 2) 荒本, 酒井, 小野: 鋼製フィンガージョイントの疲労試験, 土木学会第63回年次学術講演会(平成20年度), 1-073, 2008.9
- 3) S.Ono, S.Sakai and T.Imamura: "Fatigue evaluation of steel finger type expansion joints for highway bridges", The Fifth International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, IABMAS, Philadelphia, PA, USA, July 11-15, 2010
- 4) 松井, 若林, 浅井, 小野: 橋梁伸縮装置の止水性能とその評価試験方法, 土木学会第66回年次学術講演会(平成23年度), 1-236, 2011年9月
- 5) D.Wakabayashi, T.Asai and S.Ono: "A Study On the Durability Performances for Bridge Expansion Joints", The Fifth International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, IABMAS, Stresa, Lake Maggiore, ITALY, July 8-12, 2012
- 6) 東・中・西日本高速道路株式会社: 構造物施工管理要領, 平成24年7月

【筆者紹介】

小野 秀一（おの しゅういち）
 一般社団法人 日本建設機械施工協会
 施工技術総合研究所 研究第二部
 次長

