

橋梁用伸縮装置の進化 ～シーベックジョイントからKMAジョイントへ～

Evolution of Road Bridge Expansion Joint ~ from CIPEC Joint to KMA Joint ~

株式会社橋梁メンテナンス
President,
KYOURYOU MAINTENANCE, INC.

代表取締役社長
桂樹 正隆
Masataka KATSURAGI



はじめに

川田グループの一員である(株)橋梁メンテナンスの前身会社が、1986年に初めての橋梁用伸縮装置を世に送り出してから2016年で30年を迎えます。

当社の前身である(株)総合メンテナンスと(株)中京メンテナンスはともに1986年に設立されていますが、橋梁の老朽化対策が将来の大きな課題となるとの先を見通した判断から、来るべき補修時代のリーディングカンパニーになることを目指しました。当時、橋梁の伸縮装置は最も傷みやすい箇所の一つであることが知られており、一度の取り換えでその後長期間の供用が可能となる耐久性に優れた伸縮装置が求められていました。そこで、国内外の製品を探す中で、ひと際目に留まったのが、フランス・シーベック社のアルミ合金鋳物製伸縮装置「シーベックジョイント」でした。現在当社の主力製品であるKMA II型ジョイントは、耐久性・走行性・止水性・遮音性・施工性などの性能面で発注者の高い評価を頂いていますが、このシーベックジョイントとの出会いがその原点といえます。そこで本文では、シーベックジョイントの優れた性能を紹介するとともに、その後のKMA II型ジョイントに至るまでの技術開発・製品改良の歴史を振り返り、さらに今後のジョイントが求められる課題にも触れることとします。当社が製造・販売する橋梁用伸縮装置へのご理解を深めていただければ幸いです。

シーベックジョイント

シーベックジョイントがフランスから輸入されたのは1986年に遡ります。同年には富山市内の神通川を跨ぐ神通大橋での補修工事において採用されました。国内での初施工です。それ以降これまでに約2万mの実績があります。

それまでの伸縮装置には見られない構造的な特色をまとめると次のようになります。(写真1参照)

① 本体はアルミ合金を鋳造した一体構造

一体成型されたアルミ合金鋳物であるため、軽量で均一な品質が確保されるとともに、本体に溶接接合部やボルト接合部がなく、輪荷重による溶接部の疲労破壊やボルトの緩みなどの懸念がない。

② 常時圧縮状態にしたハニカム形状の止水ゴム

ハニカム形状(多層多室セル構造)の止水ゴムを、一体鋳造成型されているフェースプレートと止水ゴム受歯の間に常時圧縮状態にして、継目を設けず全幅員を一本で通す形で設置している。この止水ゴムの高い水密性・遮音性により、桁下への漏水を防ぐだけでなく、車両通過時の騒音を桁下に伝搬しにくい。また止水ゴムが直接輪荷重を受けることがなく、更に止水ゴム上に圧雪や土砂が堆積した場合に発生する押し込み力を止水ゴム受歯が確実に支持するため、極めて破損しにくい構造となっており、長期間の止水性能・遮音性能が維持される。

③ PC鋼棒による定着方式

伸縮装置本体を所定の位置にセットした後に打設する後打ちコンクリートの硬化後に、アンカーとして配置されたPC鋼棒にプレストレス力を導入することにより装置本体を確実に後打ちコンクリートと一体化させる方式を採用している。このため、定着部の破壊の一因となる車両通過時の交番応力等の有害な応力が鋼棒やコンクリートに生じにくい。

以上、シーベックジョイントが持つ構造的な特性3点を定性的に紹介しましたが、フランスの技術基準で設計されており、それまでの伸縮装置には見られない、どちらかといえば特異な構造を持った伸縮装置であるため、日本の技術基準に基づいた実車両による載荷実験、

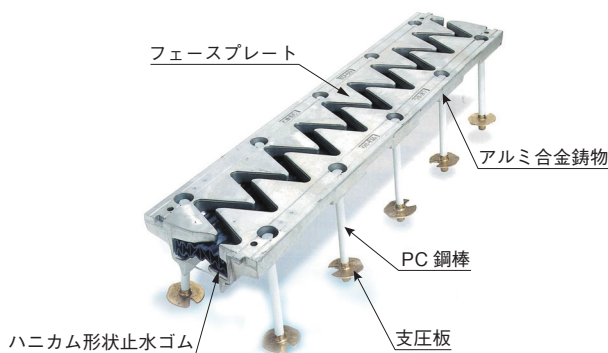


写真1 シーベックジョイント (Wd型)

フェースプレートの曲げ疲労実験、実交通下でフェースプレートに発生する応力の24時間連続測定、水張り試験による止水性能の確認、鋼棒に導入するプレストレス力が後打ちコンクリートの乾燥収縮やクリープに伴ってどの程度減少するかなどの確認実験を実施し、その性能が満足いくことを確認しています。

前述の神通大橋に採用された我が国初のシーベックジョイントを2012年に目視点検したところ、供用開始から26年を経ても伸縮性、耐久性、止水性、遮音性に何ら問題がないことを確認しました。

また、2012年には富山市内の神通川を跨ぐ富山大橋が新橋に架け替えられましたが、その際旧橋に設置されていたシーベックジョイントを回収し、種々の検査・疲労載荷試験を実施する機会に恵まれました。このジョイントは1992年以降20年以上にわたって実交通下で供用されていたものです。この調査により、アルミ合金本体に亀裂などの損傷が見られないこと、アルミ本体と後打ちコンクリートとの境界面への雨水の浸入が無かったと推察されること、このジョイントをさらに長期間供用したとしてもフェースプレートは輪荷重の影響だけで疲労破壊することは考えられないこと、一方、PC鋼棒には平均で30%の軸力抜けがあったものの、全体として高い健全性を保有していることが確認できました。

シーベックジョイントの国産化

シーベックジョイント（最初のもはWd型と呼ばれていました）は、本体、PC鋼棒、止水ゴムなどを完成部品として輸入し、国内で組み立てていましたので、いわば「ヨーロッパ仕様のフランス製品」ということになります。その後順調に拡販を続けましたが、1993年の車両制限令の改訂により橋梁設計に用いる輪荷重が80kNから100kNとなり、Wd型も耐荷力アップが必要となりました。この機会をとらえて、我が国の技術基準や設計手法に基づいた日本仕様の「Wdj」型を設計し、シーベック社で製造することとしました。「日本仕

様のフランス製品」の登場です。アルミ合金鋳物とハニカム形状止水ゴムなどの基本構造は継承したうえで、例えば60mmの伸縮量に対応するジョイントではフェースプレートの厚さを、Wd型の15mmからWdj型では19mmに厚くしたこと、また、鉛直方向に配置していたPC鋼棒を、Wdj型では若干斜めに配置することにより、後打ちコンクリートに十分なかぶり厚を確保したことなどが主な改良点です。

Wdj型は日本仕様になったものの、外国製品を輸入するという流れは変わっていません。そのため、顧客からの注文にタイムリーに答えられない場合が発生するなどの課題が顕在化してきました。そこで、伸縮装置の本体であるアルミ合金鋳物を国内での製造に切り替えることとしました。1996年のことです。このWj型（図1の右側）の開発により念願の「日本仕様の日本製品」が誕生したわけです。また、国内生産への切り替えにより、より高いレベルでの品質管理や需要に整合した製造計画も可能となりました。

KMA ジョイントの開発

1996年の発売開始以降Wj型は着実に実績を伸ばしてきましたが、PC鋼棒による定着方式であるために、箱抜き寸法が大きいことや、後打ちコンクリートの打設・養生後に鋼棒の軸力導入作業があることなど、現場での施工に手間が掛かることが難点として指摘されるようになりました。新設工事のみならず、交通規制時間の短縮が求められる伸縮装置の取り換え工事では特にその解決が強く求められるようになったのです。

そこで2003年に新たに開発したのがKMAジョイントです。三角形歯型のフェースプレートを有するアルミ合金鋳物、ハニカム形状の止水ゴムといったシーベックジョイントからの基本構造は維持しつつ、課題であった後打ちコンクリートへの定着方式を「孔あきジベル方式」に変更したのです。図1の左側に示す2箇所ジベル孔にも鉄筋を配置して後打ちコンクリートを打設す

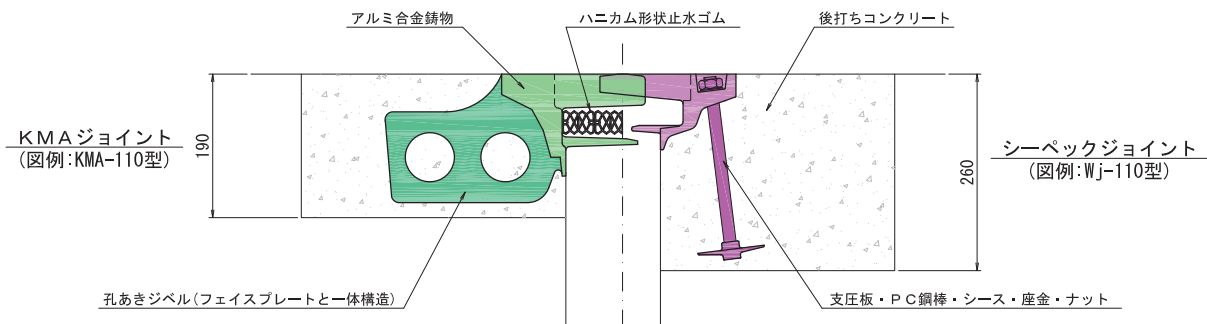


図1 KMAジョイント(左)とシーベックジョイント(右)の違い

る方式です。PC 鋼棒の緊張が不必要なため、現場での施工時間が大幅に短縮されました。また、既設ジョイントの取り換え工事では、コンクリートのはつり量が少ないために既設床版を損傷させる可能性が著しく低減しました。

早稲田大学との共同研究によって、KMA ジョイントは従来のシーベックジョイントよりも高い疲労耐久性を有していることも確認済みです。また、首都高速道路公団（当時）が定めた騒音振動測定方法による試験を実施し、低騒音・低振動の性能を有する製品であることも確認されています。

このようにシーベックジョイント以上に耐久性、施工性を改善した KMA ジョイントは、『従来の構成部品の一体化によるメリットは、組み立て作業の単純化による施工時間の短縮と工費の削減につながっている。アルミ素材の活用による軽量化だけに留まらず、車輛通過時の騒音レベル低減などを実現している。また長期耐久性による取替サイクルの減少は、環境面においてもライフサイクルコストが低減できるなど、様々な問題提起とそれに対する解決が図られた製品として評価したい。（審査委員の評価）』として、2006 年のグッドデザイン賞を受賞しました。伸縮装置が具備すべき機能、性能、経済性を着実に実現してきた実績が評価されたものであり、当社にとって大きな名誉であります。

現在の主力商品はさらに進化した KMA II 型（写真 2）と呼ばれているものです。後打ちコンクリート内に配置する橋軸方向の補強鉄筋を、棚状筋から U フック形状のかぶせ筋に変更することにより（図 2 参照）、孔貫通鉄筋より下方のコンクリートも一体となってジベルのアップリフト作用に抵抗することが可能となり、伸縮装置本体の小型化・軽量化を図ったものです。

2011 年に NEXCO は伸縮装置本体を対象とした明確な性能照査型規定を示しました。耐荷性、走行性、防水性、耐久性、騒音・振動、施工性・品質など 10 項目の照査項目が設けられました。このすべての項目において

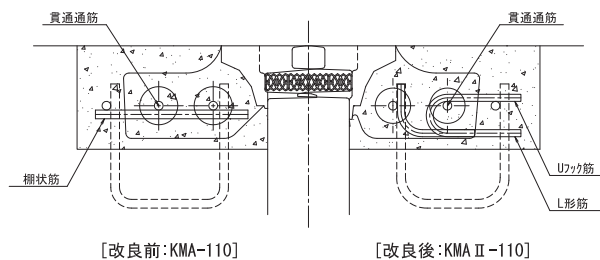


図 2 KMA ジョイント初期型（左）と改良型（右）の比較

要求された性能を満足することをメーカーサイドが自ら証明書を作成することが求められたのです。この証明書が NEXCO に受理されることをもって、新基準準拠製品として認められるという仕組みです。

当社では KMA II 型に対し新たに実施した載荷（静的および疲労）試験、止水ゴム繰り返し圧縮試験、止水性能試験などの実験結果や設計計算書、実績をとりまとめ、伸縮量 110mm 以下の KMA II 型については 2012 年に、また、伸縮量 160mm ～ 320mm の KMA II 型は 2014 年にそれぞれ新基準準拠製品に認められています。その後、高速道路での KMA II 型の採用が順調に推移しているのはありがたいことです。

今後に向けて

各道路管理者においては維持管理・更新への積極的な取り組みがスタートしています。また、昨今の橋梁の損傷事例を見ますと橋梁端部でのものが多く、この主たる原因が伸縮装置からの漏水であると指摘されています。これらに伴い、橋梁補修工事に際してジョイントが交換される機会が増えてきました。当社の製品は、軽量で高い耐久性を持っていること、短時間での施工が可能であること、止水性・遮音性に優れているなど、補修にも適した製品であると自負していますが、道路を供用しながらの夜間作業が大半を占めることから、未熟な作業員であってもより精度高く、短時間で施工が完了するものが求められることとなります。たとえば、1 車線ごとの施工となった場合には、止水ゴムは既設の止水ゴムと現場で接合する必要が生じるなど、新たなテクニックが求められます。このように補修工事においては解決すべき新たな課題が発生していますので、当社では KMA II ジョイントのさらなる改良を進めていきます。道路管理者の皆様や設計を担当されるコンサルタントの皆様の従前以上の御指導をお願い申し上げる次第です。

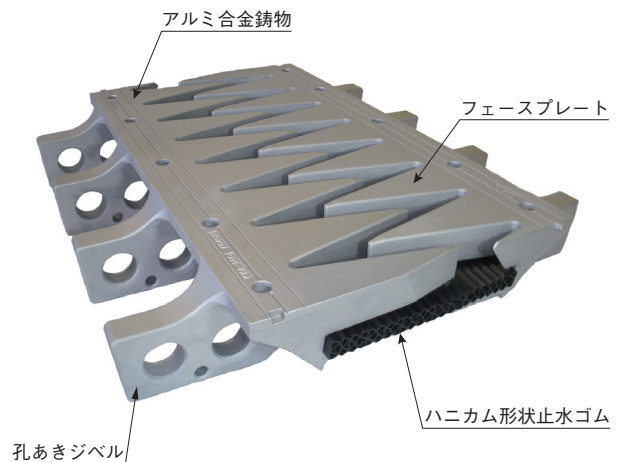


写真 2 KMA ジョイント (KMA II 型)