

論文・報告

大型伸縮装置（KMA-320）の止水性能試験

Examination Report of Watertight Performance Test for Expansion joint

長谷川 真司 *1
Shinji HASEGAWA

吉江 秀一 *2
Shuichi YOSHIE

田邊 一輝 *3
Kazuki TANABE

大森 翔太 *4
Shota OMORI

山村 哲 *5
Satoru YAMAMURA

木下 正彦 *6
Masahiko KINOSHITA

2011 年 7 月の NEXCO 設計要領・施工管理要領の改定により、伸縮装置の防水性能に性能規定が設けられ、試験法 438 に規定する試験に合格することが、採用を検討するための条件となった。橋梁メンテナンスでは KMA-110 で既に合格しているが、今回、他社に先駆け最大タイプの KMA-320 での合格を目指し自社の試験室と試験機で受験し合格した。その内容について報告する。

キーワード：伸縮装置、NEXCO、長寿命化、止水性能、漏水

1. はじめに

道路橋伸縮装置は、車両の走行により繰り返し荷重を受ける。さらに力学的な作用以外にも直射日光や雨水、降雪地域では融雪剤などの化学的な作用も受け、常に厳しい条件下で使用されている。しかし、橋梁を構成する各部材の中では付属的な部材として扱われ、要求される条件に比べて、作用する荷重状態や応力の伝達機構など道路橋用伸縮装置の研究は、主部材に比べ少ないのが現状である。

また、我が国においては、これから本格的な橋梁の維持管理時代を迎えるにあたり、橋梁の長寿命化の観点から、橋梁端部の腐食を引き起こす原因の一つと考えられる道路橋伸縮装置においても、今まで求められた走行性能や耐久性能に加えて優れた防水性能を有する製品が求められている。

そのような要請に応えるため、橋梁メンテナンス（以下、当社）では 2010 年 5 月より業界では唯一、工場より出荷する全製品について、水張り試験を実施して伸縮装置からの漏水が無いことを確認することで、防水性能の高い製品として認識されている。

そのような中、2011 年 7 月には、東日本・中日本・西日本高速道路株式会社（以下、NEXCO）の基準改定¹⁾²⁾により、伸縮装置の防水性に性能規定が設けられた。これにより伸縮装置の止水材に継ぎ目を設けた試験体において、常温（15℃）及び高温（40℃以上）、低温（-10℃以下）での 30 年相当の伸縮装置の動きを模した止水試験に合格することが、NEXCO 新基準適合製品であるた

めの条件となった。その後、伸縮装置メーカー各社が試験を受け、今回の試験を受ける時点での NEXCO 新基準適合製品の最大伸縮量の製品は、当社の KMA-110（許容伸縮量 110mm）であった。しかし、発注者の要望から、早期に大型の伸縮装置で合格する必要があるため、それに応えるため、当社の KMA ジョイントの中で最大型式の KMA-320（試験伸縮量 240mm）で受験することとなった。ただ、問題となったのは当該試験の認証機関である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（以下、施工総研）の試験設備に空きがなく、戦略上早期に合格を目指す必要があるため、当社の恒温室及び試験機を、試験基準を満足するよう改良と工夫を重ね受験することとなった。試験設備も含めて当社で準備するため、試験上考えられる全てのリスクを当社で請け負うこととなり、全社一丸で試験対応を行った。その内容について報告する。

2. 試験設備

(1) 恒温試験室

当社では大型の伸縮装置での止水性能試験合格を目指すため、2013 年 7 月に富山県南砺市にある組立工場に恒温試験室を導入した。その温度範囲は-5℃～-35℃で、当初は止水ゴムの最も苦手な低温帯に注目して実験を行うための設備であった（写真 1）。しかし、当社の試験室で受験することとなったため、常温（15℃±5℃）を恒常的に保つ設備及び高温（40℃以上）を保つ設備を新たに設置した。

常温については、約 1 週間に及ぶ連続試験期間中を通

*1橋梁メンテナンス技術営業部技術課 係長
*2橋梁メンテナンス南砺工場生産管理課 課長
*3橋梁メンテナンス南砺工場製造課

*4橋梁メンテナンス技術営業部技術課
*5橋梁メンテナンス南砺工場生産管理課
*6橋梁メンテナンス技術営業部 次長

して、10 分のインターバルで温度計測を行うため、精度が高く安定した温度制御が可能な中温用エアコンを新たに導入し、試験本番までに繰り返し温度計測を行い、温度変化の特性を把握することで、更に温度制御の精度を高めた（写真 2）。



写真 1 導入当時の恒温試験室



写真 2 低温用エアコン（左）と中温用エアコン（右）

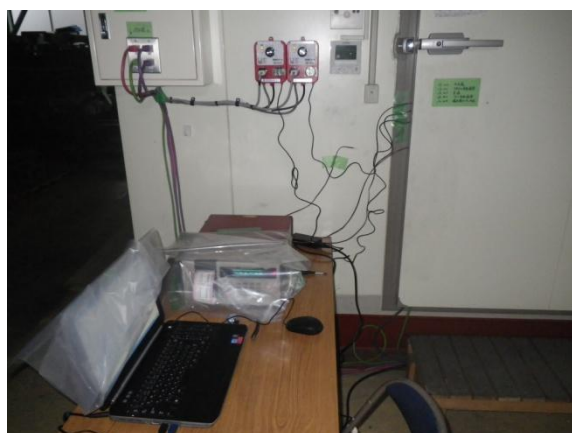


写真 3 高温帯制御用のサーモスタット

高温帯については、試験室の保温効果を高めるため密閉された空間であるという条件のため、数台の電気ス

トープを検証から得た効果的な位置に配置し、サーモスタットで温度制御を行った。試験条件としては 40℃以上を維持すれば良いが、あまりに高い温度帯で推移すればそれだけ止水材のダメージも大きくなるため、検証を重ねることで、ダメージが極力小さくなるように対策を施した（写真 3）。

また、工場内に試験室を設置したため、電力不足等、不測の事態に備えて、試験室電源及び計測機器用電源を単独で確保した。

(2) 繰り返し圧縮試験機

繰り返し圧縮試験機についても、従来保有していたものは小型用で、大型には対応していなかったため、新たに大型用を、恒温試験室と同時に導入した。最大伸縮量は 600mm であるが、ジャッキが油圧式であるため、認証機関の保有する電動式の試験機に比べ、制御する精度が劣った。そのため、油温の変化やリミットスイッチの精度などについても検証を重ねることで、発生する誤差を把握し、ダメージが極力小さくなるように変位の余裕量を小さくする対策を施した（写真 4, 5）。



写真 4 繰り返し圧縮試験機

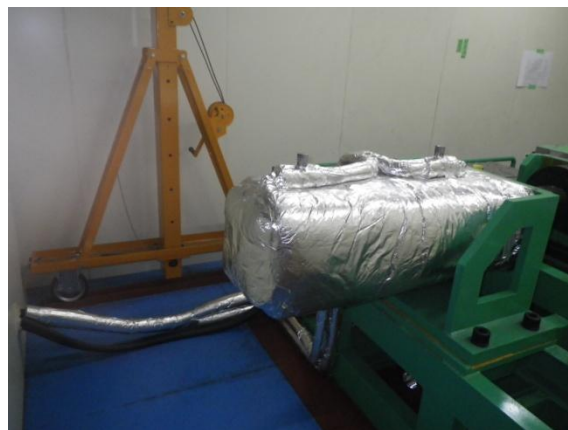


写真 5 油圧ジャッキの断熱対策

(3) 認証機関による試験設備の確認

当社での受験に先立ち、認証機関である日本建設機械施工協会施工技術総合研究所による、試験室の温度管理、試験機の精度、その他周辺設備の状況などの確認を経た結果、当社の試験室及び試験機での受験が許可された(写真 6)。



写真 6 認証機関による試験設備の確認

3. 試験内容

(1) 試験法 438 の内容

NEXCO では独自に現地調査を実施し、伸縮装置の防水性能の向上は必要不可欠であるとの見解を示している。そのため 2011 年 7 月改定の新基準では、伸縮装置の止水構造の性能向上を目指し、止水性能試験(試験法 438)が導入されることとなった。また、受験に当たっては、同様の伸縮装置であれば合格した型式の標準床版遊間量以下の型式については、適合製品と認められるため、今回の受験では KMA ジョイントでは最大の KMA-320 を対象とした。

試験条件を表 1 に示す。

表 1 試験法 438 の内容

試験項目	伸縮量 (mm)	試験温度 (℃)	繰り返し回数 (回)	速度 (mm/s)
連続試験	±45	15℃±5℃	11,000	任意
圧縮試験	0～-120	40℃以上	30	任意
引張試験	0～+120	-10℃以下	30	任意
水張り試験	+120	常温	24hr 静置し漏水の無いこと	—

また、連続試験及び圧縮試験中の試験体が連続運動している最中には、水を掛け漏水が無い事を確認する「簡易水張り試験」も行った。

(2) 試験体形状

試験にあたっては、2 種類の試験体を同時に動かし受験した。試験体寸法が 900mm 以上と規定にあることから、1m 定尺の伸縮装置本体金物を 2 分割し、止水材も敢えて継ぎ手部を設けた試験体を製作した。当社の KMA ジョイントの止水材は止水性能向上の目的で、工場で 1 本物に組み立てるのが通常の方法であるが、今回の試験では他の製品ジョイントのように製品定尺ごとに止水材継ぎ目があるものと想定しての試験となった。

タイプ 1 は止水材接継面に極めて柔軟に変形する EPDM (エチレンプロピレンゴム) 成型材を挟んだ試験体で、以前に受験した KMA-110 でも、ほぼ同様の接続方法で合格している。

もう一方のタイプ 2 は止水材接合面にポリブタジエン系の成型材を挟んだ試験体で、EPDM よりさらに柔軟な材料を使用している。

(3) 試験体組立

試験体の組立から、認証機関の立会のもと試験開始となる。ここでは、予め提出した接続面の施工要領書に則った施工方法が実施されているかを確認する(写真 7, 8, 9)。



写真 7 試験体接続前（タイプ 1）

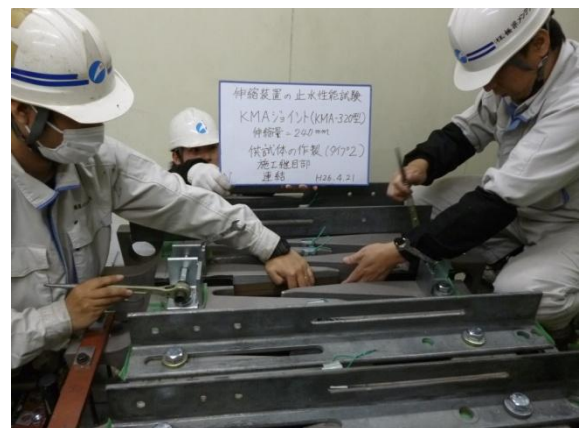


写真 8 試験体接続中（タイプ 2）



写真9 試験体接続完了（タイプ2）

試験体の組立完了後、試験室内を 15℃に保った状態で 24 時間静置する。

（4）連続試験

連続試験では中立位置より±45mmの圧縮・引張の移動を行った。その速度は約 10mm/s とし、3 日間に渡って圧縮・引張のサイクルを合計 11,000 回繰り返した（写真 10）。



写真10 連続試験状況



写真11 連続試験時の簡易水張り試験状況

また途中の繰り返し回数が半分（5,500 回）となるタイミングを見計らって、簡易水張り試験を実施した（写真 11）。

所定の移動量が確保できているか否かの判定は、試験体中心に取り付けた変位計で計測したデータから、その挙動を確認した。

（5）圧縮試験

圧縮試験に先立ち、連続試験終了後から試験室内を 40℃以上に保った状態で 24 時間静置する。圧縮試験では中立位置（±0mm）より+120mmの圧縮移動を行った。その速度は 1mm/s とし、約 2 時間に渡って 0mm～+120mm～0mmのサイクルを 30 回繰り返した。また、試験終了直前に簡易水張り試験を実施した（写真 12, 13）。

また、所定の移動量が確保できているか否かの判定は、試験体中心に取り付けた変位計で計測したデータから、その挙動を確認した。



写真12 圧縮試験状況



写真13 圧縮試験時の簡易水張り試験状況

（6）引張試験

引張試験に先立ち、圧縮試験終了後から試験室内を -10℃以下に保った状態で 24 時間静置する。引張試験で

は中立位置（±0mm）より-120mmの引張移動を行った。その速度は1mm/sとし、約2時間に渡って0mm～-120mm～0mmのサイクルを30回繰り返した（写真14）。

また、所定の移動量が確保できているか否かの判定は、試験体中心に取り付けた変位計で計測したデータから、その挙動を確認した。



写真 14 引張試験状況

(7) 水張り試験用型枠設置

引張試験終了後、試験室内を常温に戻し、試験体についた結露等を取り除く。その後最大引張状態（-120mm）に固定し水張り試験用の型枠を設置した。



写真 15 型枠設置状況



写真 16 型枠設置完了

型枠はスチレンフォームを治具で固定し、隙間はシリコンコーキングで埋めた。型枠完成後、シリコンコーキング硬化のため、一晚養生し、翌朝から水張り試験を行った（写真15, 16）。

(8) 水張り試験

水張り試験は、路面から100mmの高さまで水を張った状態で24時間静置し、その間に漏水が無いか否かが判定の基準となる（写真17, 18）。

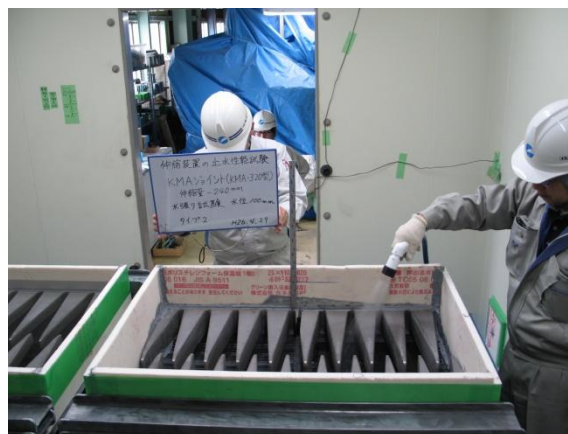


写真 17 水張り状況



写真 18 水張り完了

4. 試験結果

水張り完了後24時間の漏水確認において、2種類の試験体共に漏水は認められなかった。また、試験温度や変位においても試験基準を満足することから、正式に止水性能試験に合格となった（写真19, 20, 21）。



写真 19 水張り試験結果（漏水なし）



写真 20 水張り試験（裏面：タイプ 1）

5. まとめ

今回、NEXCO の止水性能試験を最大遊間量の KMA-320 で合格し、その後性能証明書も受理されたことで、KMA ジョイントの全タイプで、NEXCO 新基準適合製品となった。

6. おわりに

これまで橋梁の付属物として扱われてきた伸縮装置は近年、その性能は勿論のこと、周辺環境や橋梁本体の耐久性への影響など、要求性能も変化してきている。そのため今後も伸縮装置の改良・改善に努める必要がある。

最後に止水性能試験を受験中の全期間に渡り常駐して試験監督をして頂き、さらに受験準備から受験後までご指導頂きました、日本建設機械施工協会施工技術総合研究所の皆さまをはじめ、ご協力頂きました関係各位には、心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 東日本・中日本・西日本高速道路（株）：設計要領第二集橋梁建設編，2013.7
- 2) 東日本・中日本・西日本高速道路（株）：構造物施工管理要領，2013.7



写真 21 伸縮装置止水材の伸縮性能および耐久性性能証明書