

止水ゴム繰返し圧縮試験(50年相当)報告書

2015年7月

株式会社橋梁メンテナンス

1. 目的

橋梁メンテナンスの伸縮装置（KMA、Wy、WP タイプ）の止水ゴムは常時圧縮状態で設置されており、さらに日温度変化による繰返し圧縮が作用する。そこで止水ゴムの繰返し圧縮に対する耐久性を確認するための試験を行った。

2. 試験体

試験体は KMA ジョイント KMA-320 型（許容伸縮量 320mm）とした。

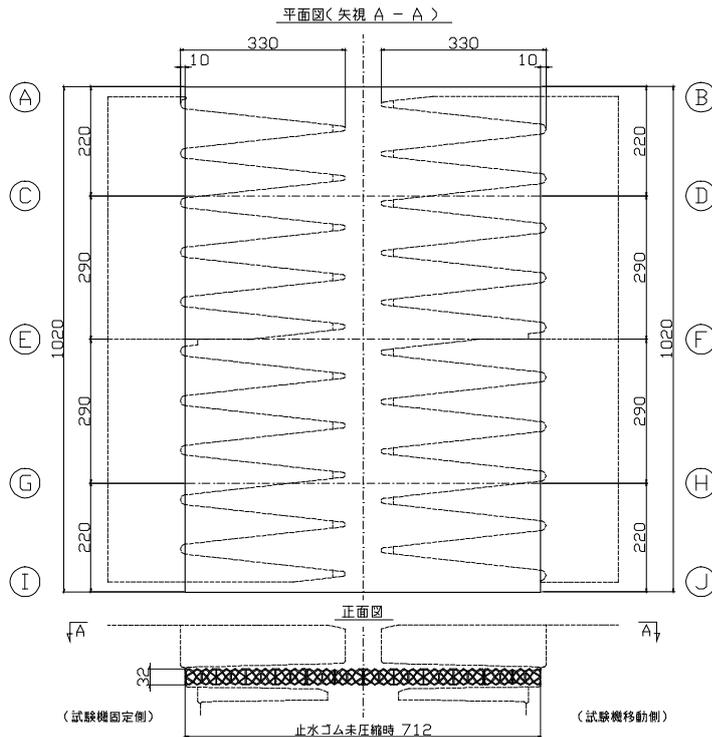


図 1 試験体図

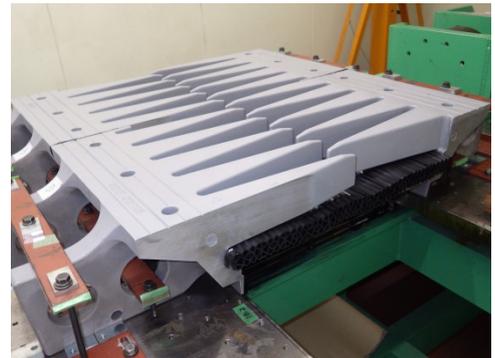


写真 1 試験体(右が移動側)

3. 方法

(1) 遊間変化量

日温度変化は $\pm 10^{\circ}\text{C}$ とした。また伸縮装置の温度範囲は道路橋示方書（以下、道示）に定める最も狭い 40°C とした。温度変化伸縮量は KMA-320 の許容伸縮量から道示に定める余裕量を控除したものとした。余裕量は道示の簡易算定式より温度変化伸縮量の 20%とした。表 1 に計算式と設定値を示す。

(2) フィンガー遊間と繰返し回数

四季による遊間の変化を考慮し、表 2 に示す 4 ケースについて連続して試験を行った。試験は伸縮装置の片側を固定し反対側をシリンダーで移動させ圧縮を繰返すことにより行った。

表 1 移動量

	設定値	計算式
試験型式	KMA-320	—
許容伸縮量	320mm	—
余裕量	50mm	$320 \times (0.2 / 1.2) = 53 \approx 50$
温度変化伸縮量	270mm	$320 - 50 = 270$
遊間変化量	$\pm 68\text{mm}$	$270 \times (\pm 10 / 40) = \pm 67.5$

表 2 各段階のフィンガー遊間と繰返し回数

段階	フィンガー遊間 [mm]	繰返し回数 [回]	備考
1	165 ± 68	5000	春期相当
2	97 ± 68	5000	夏期相当
3	165 ± 68	5000	秋期相当
4	233 ± 68	5000	冬期相当

合計繰返し回数 2 万回 $\rightarrow 20000 / 365 = 54.8 \rightarrow 50$ 年相当

4. 結果

(1) 水張り

繰返し圧縮後の試験体フィンガー間（最大遊間時）に 13 時間水張りしたが漏水は確認できなかった。



写真2 水張り開始直後



写真3 水張り終了前

(2) 止水ゴム外観

試験体を解体して止水ゴムの状態を観察したところ、表面および裏面ともに擦過跡が見られるも孔があくなどの止水に影響する損傷は見られなかった。

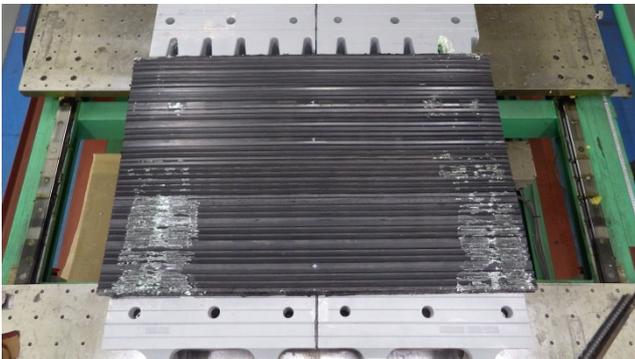


写真4 止水ゴム表面(全体)



写真5 止水ゴム表面(局部拡大)



写真6 止水ゴム裏面(全体)



写真7 止水ゴム裏面(局部拡大)

(3) 止水ゴム幅の変化

試験前後の止水ゴム幅の変化量を表 3 に示す。幅が小さくなったものの常時圧縮状態とするための必要幅である KMA-320 最大遊間時の止水ゴム設置幅を上回るものだった。

5. まとめ

KMA-320 の止水ゴムに 50 年相当の繰返し圧縮を与えた後に 13 時間の水張りをしたが漏水は無かった。また、止水ゴムの表面および裏面に擦過跡が見られたが孔は生じていなかった。また、止水ゴム幅の減少が見られたが止水に影響を及ぼさない程度の変化量であった。以上により 止水ゴムの 50 年相当繰返し圧縮に対する耐久性が確かめられた。

表 3 止水ゴム幅の変化量(単位 : mm)

部位※	止水ゴム幅の変化量
A-B	-20.0
C-D	-23.0
E-F	-19.0
G-H	-18.5
I-J	-18.0

※部位は図 1 を参照のこと。

技術紹介

KMA ジョイントの改善・改良

～後打ちコンクリート表面へ配慮した KMA ジョイント～

New Expansion Joint KMA with Measures for the Surface of Post-cast Concrete.

長谷川 真司*¹
HASEGAWA Shinji

加賀 惇也*¹
KAGA Jyunya

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ます。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ます。しかし、伸縮装置は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、耐久性の検討において各種作用の影響を考慮した事例が橋梁の主部材に比べ、未だ少ないのが現状です。

また、我が国においては、本格的な橋梁の維持管理時代を迎え、道路橋伸縮装置に要求される性能についても、従来の経済性から、耐久性・環境性・維持管理性などに変化しています。

KMA ジョイントにおいても、施工性や施工時の既設床版への影響に配慮した伸縮装置本体の小型化、止水性能向上のための二重止水構造などの製品の構造や機能の改善・改良は勿論のこと、出荷全数の水張り試験や止水材に継ぎ目を設けない輸送方法など、生産出荷体制においても、要求される性能の変化に伴う改善・改良を繰り返し、現在に至ります。

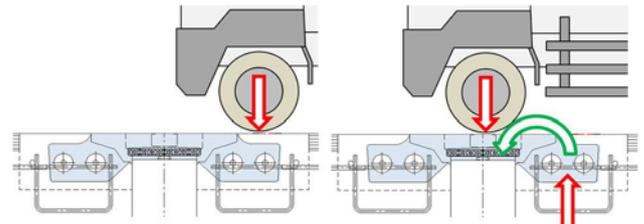
KMA ジョイントの本体や定着部は、実機を用いた繰り返し荷重試験で優れた耐久性を有することを確認しています。また、輪荷重が直接荷重する後打ちコンクリート表層に着目し、その耐久性向上を目的とした用心鉄筋の配置など、仕様変更による改善を行ってきました。

今回行った改良も、後打ちコンクリート表層の耐久性向上を目的として行ったものです。

本文では、その改良の内容と、試験において確認された改良の効果について紹介します。

2. 耐久性に影響すると考える要因

伸縮装置後打ちコンクリート表層の耐久性に影響すると考える要因には、コンクリート自身の材料的要因や施工的要因、供用中の環境的要因、伸縮装置自身の構造的な要因などが挙げられます。その中で、構造的な要因のひとつと考える、輪荷重が直接荷重(図 1-(a))した際にジベル上面角部付近のコンクリートに生じる引張応力(図 2)に着目して改良を行いました。



(a)後打ちコンクリートへの荷重 (b) フィンガー先端への荷重

図 1 後打ちコンクリート表層の耐久性に影響する輪荷重

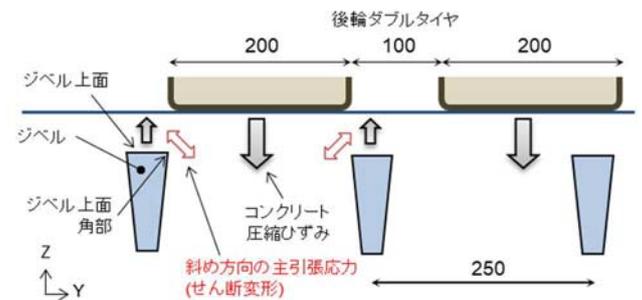


図 2 ジベル上面角部付近のコンクリートに生じる引張応力

3. 改良前後の伸縮装置の形状と狙い

改良前後の伸縮装置の形状比較を図 3、写真 1 に示します。

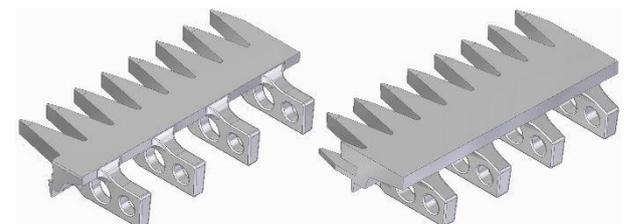
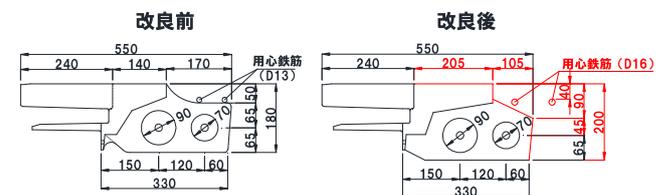


図 3 改良前後の形状比較 (代表型式 : KMA-230)

*1 ㈱橋梁メンテナンス技術開発部開発課



写真1 改良前後の形状比較 (代表型式: KMA-230)

(1) かぶり厚の増大

輪荷重走行試験^{1),2)}でのジベル上面角部付近のコンクリートに設置したひずみゲージの測定結果から、ジベル上面かぶり部の厚さ(かぶり厚)を大きくすることで、無筋であっても輪荷重が直接載荷した際に、当該位置のコンクリートには引張応力が生じにくいことが確認されました(図4, 写真2)。

また、かぶり厚を大きくしたことで、初期ひび割れ防止やひび割れの進展抑制を期待して配置する用心鉄筋の空間的制約が緩和されました。

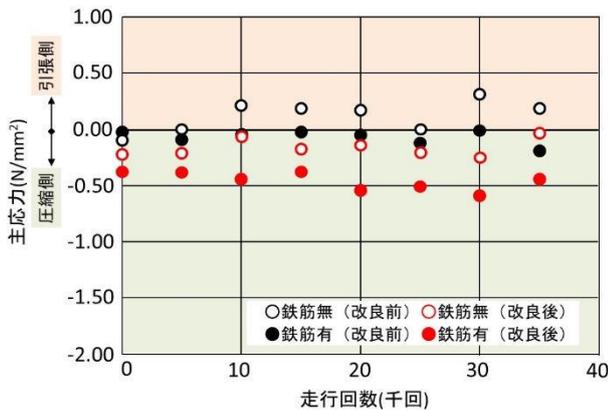


図4 ジベル上面角部の応力 (測定結果)

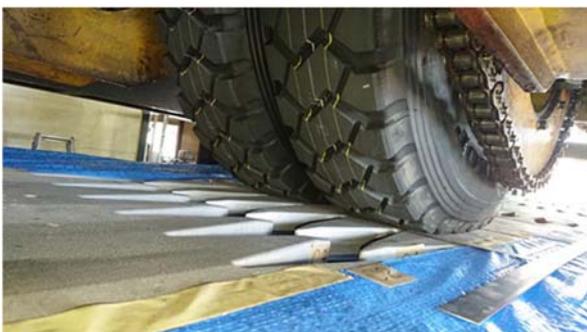


写真2 KMA-230 の輪荷重走行試験

(2) フェイス部の後方への延長

フェイス部の後方への延長は、コンクリート自身の材料的要因や施工的要因による、表面コンクリートの品質のバラつき(乾燥収縮増大や強度低下など)への備えとして、より一層のコンクリート表面部の応力低減を目的としました。かぶり厚の増大も含め、最終的な改良モデルを用いたフィンガー先端部への静的載荷試験において

コンクリート表面部の応力低減を確認しています。

4. 耐久性能

定着部の形状を改良したため、最大型式のKMA-320の実機を後打ちコンクリートに埋めた試験体において、フィンガー先端付近への定点載荷(図1-(b))による疲労試験を実施し、耐久性を確認しています。試験条件は、設計荷重×600万回で、NEXCOの照査期間50年に相当します^{3),4)}。

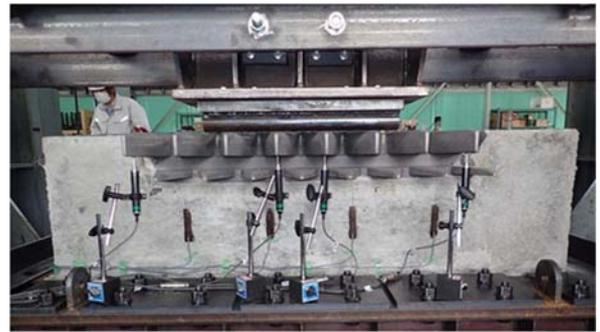


写真3 KMA-320 の定点疲労試験

5. まとめ

現在、KMA ジョイント全6型式のうち伸縮量の大きい3型式(KMA-160,230,320)については、NEXCOが規定する各種性能の照査・確認^{3),4)}を終えており、実際に採用実績もできました。現在は残りの伸縮量の小さい3型式(KMA-60,80,110)の照査・確認を進めています。

6. おわりに

橋梁の付属物として扱われてきた伸縮装置に求められる性能は、これからも変化し続けることが想定されます。そのため今後も、伸縮装置の継続的な改善・改良に努める必要があると考えます。

最後に KMA ジョイントの改善・改良にあたり、ご指導とご協力を頂いた関係各位には、心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 柳澤,松井,長谷川,久保田: 輪荷重走行下における伸縮装置の後打ちコンクリート部の応力性状, 構造工学論文集 Vol.67A, 2021.3.
- 2) 柳澤,長谷川,松井: 輪荷重走行試験による後打ちコンクリート部の応力性状(その2), 土木学会第75回年次学術講演会, I-245, 2020.
- 3) 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, 2016.8.
- 4) 東日本・中日本・西日本高速道路(株): 構造物施工管理要領, 2020.8.