

5. “ダイス・ロッド式摩擦サイドブロック”の防せい防食機能の検証

Anticorrosive Function of “Die and Rod Type Friction Side Block”

木村浩之* 波田雅也* 山崎 彬*

—概要—

筆者らは、制震ダンパーとして多数の実績を有するダイス・ロッド式の摩擦機構を応用することで、橋梁サイドブロックの各個撃破を回避するダイス・ロッド式摩擦サイドブロック(以下、摩擦サイドブロック)を開発している(図1)。摩擦サイドブロックは所定の荷重に達すると摩擦機構がリミッターとして機能し、その後一定の摩擦抵抗力を保持する。摩擦抵抗力を取付けボルトの破断荷重未満に設定することで、脆性破壊を生じさせずに荷重が他のサイドブロックに分配され、各個撃破を回避する。

橋梁の支承部は、滞水や塵埃等が堆積しやすいことから、摩擦サイドブロックには適切な防せい防食の機能が求められる。そこで、周辺部品をステンレス製やゴム製とし、接合部にOリングを内蔵することでダイス・ロッドを密閉する構造とした(写真1)。本報では、摩擦サイドブロックに対して複合サイクル試験(塩水噴霧・湿潤・熱風乾燥の繰り返し)を実施し、防せい防食機能を検証した。

—技術的な特長—

複合サイクル試験による環境促進の結果、以下の知見が得られた。

- 1) 200日間の複合サイクル試験の結果、摩擦サイドブロックの外観に錆の発生・進行が見られたものの、内部に水や気体が浸入した痕跡はなく、高い密閉性を有することが分かった(写真2)。
- 2) 摩擦荷重の変化は、試験前と比べて平均荷重が+1.5~-3.9%、最大荷重が+10.8~-0.2%と小さかったことから、摩擦サイドブロックは適切な防せい防食機能を有することが分かった(図2、図3)。

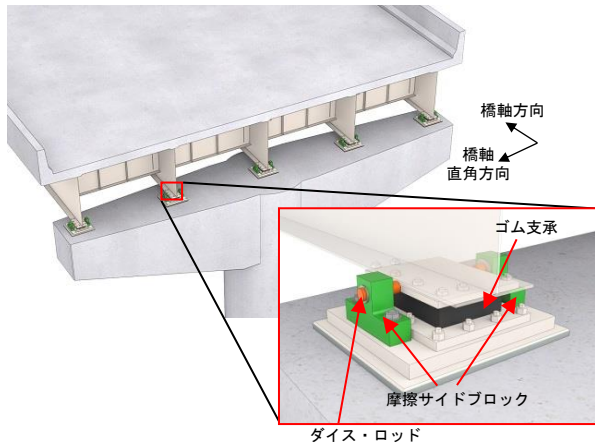


図1 摩擦サイドブロックの設置状況イメージ



写真1 摩擦サイドブロックの構成部品

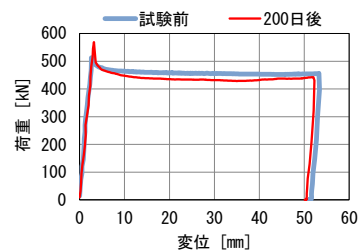


図2 複合サイクル試験前後の荷重-変位関係



写真2 試験体の変化

(左：試験前、右：複合サイクル試験 200日後)

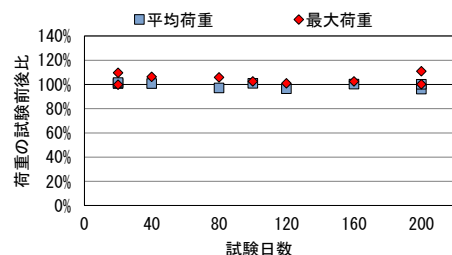


図3 各試験体の摩擦荷重の変化

※本報は、首都高速道路(株)と青木あすなろ建設(株)の共同研究「既設橋梁の耐震性向上技術に関する研究」に関する研究成果の一部である。

*技術研究所 構造研究部 土木構造研究室

“ダイス・ロッド式摩擦サイドブロック”の防せい防食機能の検証 Anti-corrosive Function of “Die and Rod Type Friction Side Block”

○木村 浩之* 波田 雅也* 山崎 彬*
Hiroyuki KIMURA Masaya HADA Akira YAMASAKI

ABSTRACT Authors have developed die and rod friction side block (DRF side block) that avoids each individual blow of bridge side blocks by applying the die and rod type friction mechanism. Due to the accumulation of stagnant water, dust, etc. in the bearing part of the bridge, the DRF side block is required to have an appropriate anti-corrosive function. In this report, we describe the results of accelerated exposure test conducted to confirm anti-corrosive function of the DRF side block. As a result of the test, the hermeticity was high and the change of the frictional load was small.

Keywords：摩擦サイドブロック、ダイス・ロッド、環境促進試験、防せい防食機能
Friction Side Block, Die and Rod, Accelerated Exposure Test, Anti-corrosive Function

1. はじめに

近年の大規模地震による被害調査では、橋梁のサイドブロックの取付けボルトが破断し、サイドブロック本体が脱落する事例が複数報告されている。これは、複数個設置されるうちの特定のサイドブロックに地震荷重が集中することで生じる“各個撃破”が原因の一つとされている¹⁾。

そこで筆者らは、制震ダンパーとして多数の実績を有するダイス・ロッド式の摩擦機構²⁾を応用することで、各個撃破を回避するダイス・ロッド式摩擦サイドブロック(以下、摩擦サイドブロック)を開発している(図1)。摩擦サイドブロックは所定の荷重に達すると摩擦機構がリミッターとして機能し、その後一定の摩擦抵抗力を保持する。摩擦抵抗力を取付けボルトの破断荷重未満に設定することで、脆性破壊を生じさせずに地震荷重は、他のサイドブロックに分配され、各個撃破を回避する。既報では振動台実験の結果、所定の履歴特性が、有効に発揮することを確認した³⁾。

橋梁の支承部は、滞水や塵埃等が堆積しやすい

ことから、摩擦サイドブロックには適切な防せい防食の機能が求められる。形状の違いにより従来の制震ダンパーの防水防じん構造を適用できないため、筆者らは新たな仕様を考案した。本報では、摩擦サイドブロックの防せい防食機能の検証を目的に実施した環境促進試験の結果を示す。

なお本報は、環境促進試験 160 日目までの結果を記載した参考文献 4)の内容に、200 日目までの結果を追加したものである。

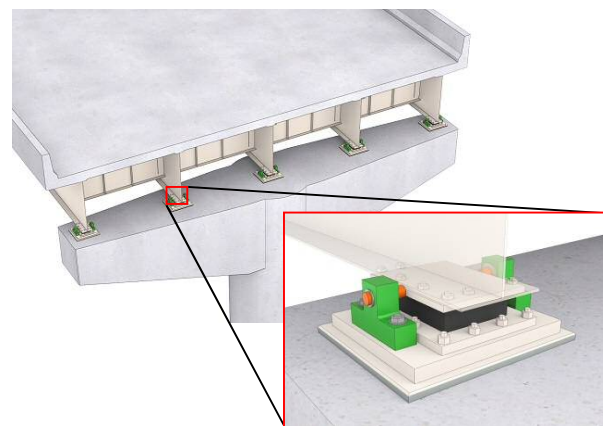


図1 摩擦サイドブロックの設置状況イメージ

*技術研究所 構造研究部 土木構造研究室

※本報は、首都高速道路(株)と青木あすなろ建設(株)の共同研究「既設橋梁の耐震性向上技術に関する研究」に関する研究成果の一部である。

2. 検証方法の概要

2.1 摩擦機構

摩擦機構を図2に示す。摩擦サイドブロックは、ダイス(金属環)の内径より少し太いロッド(金属棒)をダイスにはめ込むことによってロッドの外周に常に締付け力がかかる摩擦機構を応用したものであり、支承が変形しようとする水平力に対して、ダイスとロッドの接触面に生じる摩擦力で抵抗する。水平力が所定の摩擦力以下であればロッドは動かずに支承を固定し、所定の摩擦力を上回ると一定の摩擦抵抗力を保持しながらロッドが摺動する。履歴特性を長期間にわたって維持するには、ダイスとロッドに水や塵が付着しないようカバーを設けるとともに、カバー内部の空気の循環を防ぐ必要がある。

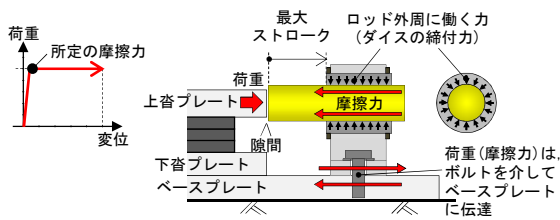


図2 摩擦機構

表1 部品材質

No.	部品名	材質
(1)	ダイス	クロムモリブデン鋼
(2)	ロッド	りん青銅
(3)	ダイス押え	ステンレス鋼
(4)	ロッドカバー	ステンレス鋼
(5)	留具	ステンレス鋼
(6)	背面カバー	ステンレス鋼
(7)	背面固定ボルト	ステンレス鋼
(8)	側面ゴムカバー	クロロブレンゴム
(9)	背面ゴムカバー	クロロブレンゴム
(10)	Oリング	一般用ニトリルゴム

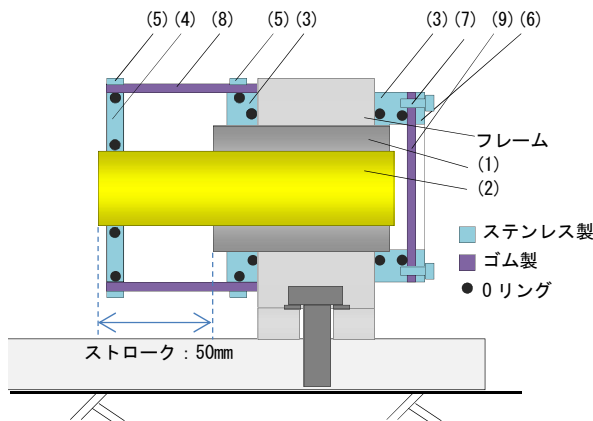


図3 周辺部品配置

2.2 試験体仕様

部品の材質一覧を表1に、配置を図3に、構成部品を写真1に示す。本実験では500kNタイプ摩擦サイドブロック試験体を用いた。周辺部品は、固定用部品をステンレス製、ロッドのカバー用部品をロッドの滑動を妨げないためにゴム製とし、接合部にOリングを内蔵することでダイス・ロッドを密閉する仕様とした。なお、基本的な防水性能を確認するため、JIS C 60068-2-18の水槽法に準拠し、試験体フレーム上面から水深0.4mの水槽内に試験体を24時間浸せさせた結果、内部に水の侵入は見られなかった。

2.3 試験方法

試験条件を図4に示す。環境促進試験として、複合サイクル試験を塩水シャワー試験機を用いて実施した。複合サイクル試験は塩水噴霧・湿潤・乾燥をサイクルで繰り返す試験で、既往の研究結果^{5) 6)}より約80サイクル経過すると東京およびつくばでの暴露試験約1年に相当すると考えられる。試験条件は、JIS K5600-7-9のサイクルDを参考に、熱風乾燥2時間+温風乾燥2時間を熱風乾燥4時間に、塩水濃度を5%から3%に変更し、塩水噴霧0.5時間・湿潤1.5時間・熱風乾燥4時間の計6時間を1サイクルとした⁷⁾。本試験では、所定のサイクル毎に試験体を試験機から取り出し、外観の観察および変位50mm間の摩擦荷重の試験前後での比較により防せい防食機能を評価した。試験は800サイクル(200日)実施し、本報では80サイクル2体、160・320・400・480・640サイクル各1体、800サイクル2体、計9体の試験体の結果について示す。



写真1 摩擦サイドブロックの構成部品

3. 試験結果

3.1 外観

複合サイクル試験前と 800 サイクル後の試験体 No.9 の外観を写真 2 に示す。外側のロッド表面は金属光沢がなくなり、緑青が発生した。ステンレス製部品の一部にさび汁の付着が見られ、特にロッドとロッドカバーの境界部で顕著であった。また、試験体 No.9 は側面ゴムカバーが内側にへこみを生じていたが、留具を外した際にへこみがなくなった。

3.2 内部

800 サイクル後の試験体 No.8 内部を写真 3 に

示す。O リングより内側に水や塩の結晶、さび汁跡といった塩水が浸入した痕跡は見られなかった。しかし、ダイスのねじ部に表面的な赤さびが生じていた。

3.3 荷重

各試験体の複合サイクル試験前後の摩擦荷重の一覧を表 2 に示す。本報では、平均荷重と最大荷重に着目する。最大荷重は摩擦機構のリミッターとなる値であり、平均荷重はロッド摺動時の摩擦抵抗力となる値である。各試験体の試験後の摩擦荷重は、試験前と比べて平均荷重が-3.9～+1.5%、最大荷重が-0.2～+10.8%であった。

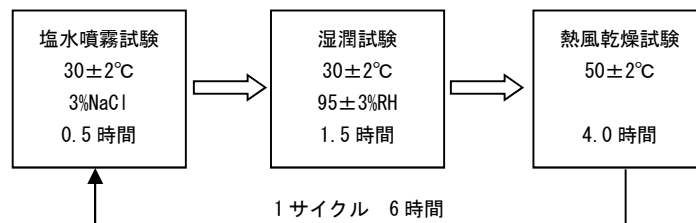


図 4 複合サイクル試験条件



(a) 試験前



(b) 複合サイクル試験 800 サイクル後
写真 2 試験体の外観変化 (No. 9)

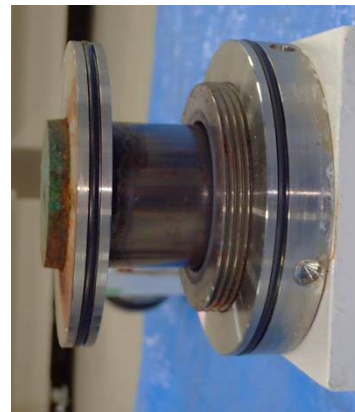


写真 3 800 サイクル後の
試験体内部 (No. 8)

表 2 摩擦荷重一覧

試験体 No.	サイクル数	平均荷重			最大荷重		
		前[kN]	後[kN]	前後比	前[kN]	後[kN]	前後比
1	80	453.5	456.6	100.7%	490.8	489.6	99.8%
2	80	459.7	466.7	101.5%	459.6	503.9	109.6%
3	160	450.6	453.8	100.7%	484.8	515.1	106.3%
4	320	481.8	467.7	97.1%	519.8	550.2	105.8%
5	400	447.4	450.9	100.8%	486.1	497.8	102.4%
6	480	496.6	479.3	96.5%	518.7	523.2	100.9%
7	640	480.4	481.2	100.2%	502.8	515.4	102.5%
8	800	532.0	532.5	100.1%	574.3	575.0	100.1%
9	800	470.3	451.8	96.1%	513.3	568.7	110.8%

3.4 荷重－変位関係

各試験体の複合サイクル試験前後の荷重－変位関係を図5に示す。試験後の荷重－変位関係のグラフ形状は、いずれの試験体も試験前とほぼ同様であった。

4. 防せい防食機能の評価

4.1 密閉性

いずれの試験体においても水の侵入および侵入の痕跡が見られなかったことから、本仕様には十分な防水性があると考えられる。また、3.1で先述したゴムカバーのへこみは何らかの原因で試験体内部に負圧が生じていたものの、外部から空気の侵入を防いだ結果発生したと考えられる。

以上の結果から、本仕様は水や塵のカバー内への侵入を防ぎ、カバー内部の空気を循環させなかつたことから、履歴特性を長期間にわたって維持するのに必要な密閉性を有すると言える。

4.2 摩擦機構の変化

密閉性が十分であったにもかかわらず、ダイス表面に赤さびが見られた。試験体内部に負圧が生じたことを鑑みると、赤さびは、試験体内部の空气中の酸素を消費して発生したと推定される。

解決策としては試験体内部の乾燥や脱酸素が挙げられる。摩擦サイドブロックは現場での設置時に支承との隙間を調整することが想定されているため、開封しても効果の持続が期待できる乾燥剤の使用が適していると考えられる。

4.3 履歴特性の変化

平均荷重は±5%以内、最大荷重は0～+10%程度の変化であり、時間の経過と荷重変化の関係に目立った傾向は見られなかった。

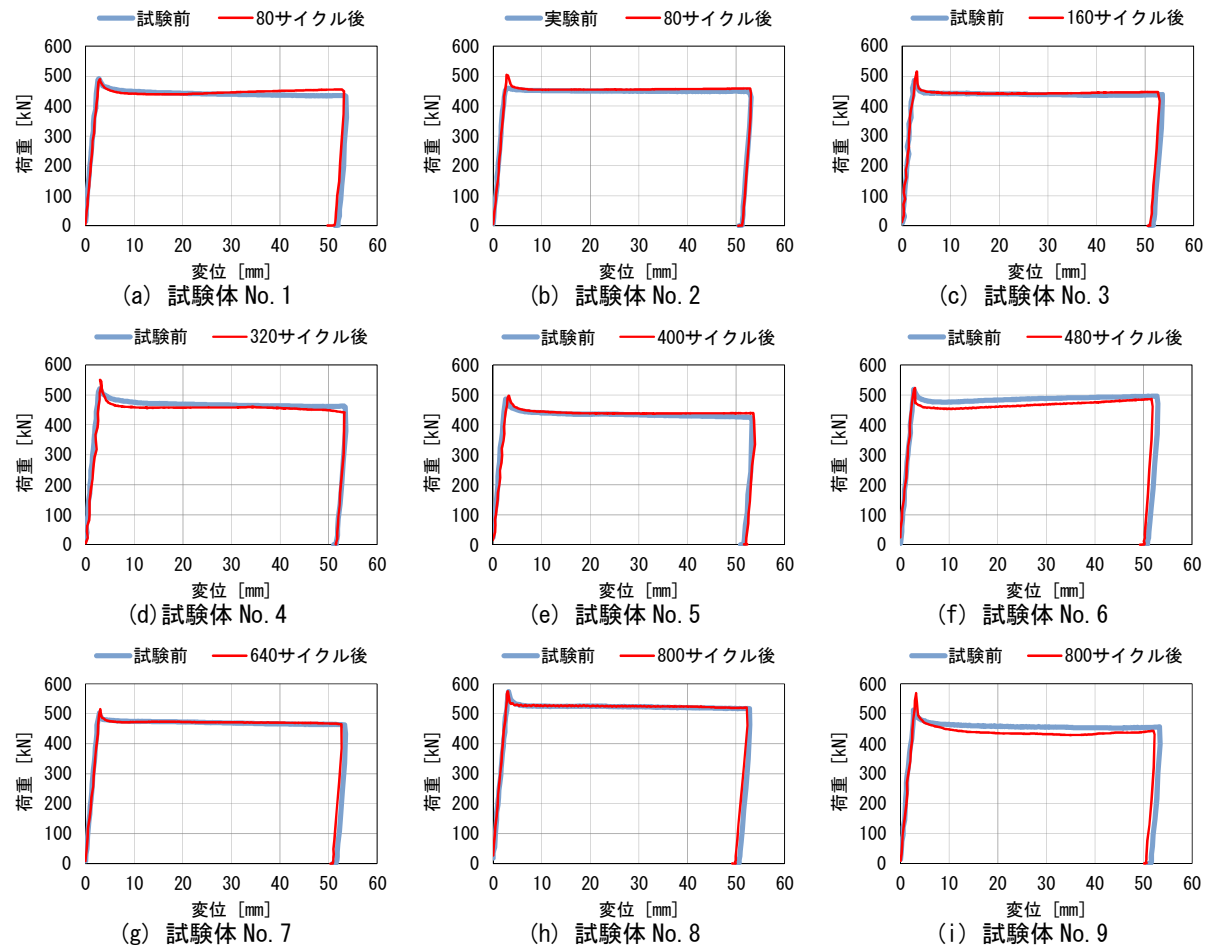


図5 複合サイクル試験前後の荷重－変位関係

5. まとめ

ステンレス製およびゴム製の周辺部品を用いたダイス・ロッド式摩擦サイドブロック試験体の防せい防食機能の検証を目的として、環境促進試験を行った結果、以下の知見が得られた。

- 1) 試験体内部に水や気体が入り出した痕跡は見られず、本仕様が高い密閉性を有することが分かった。
- 2) 荷重－変位関係、平均荷重、最大荷重ともに変化は小さく、外観の変化やダイスに表面的な赤さびが生じても履歴特性が維持されることが分かった。

【参考文献】

- 1) 蔵治賢太郎：高性能制震デバイスと支承サイドブロックの開発，土木施工，Vol.56，No.9，pp.89-92，2015.
- 2) 波田雅也，蔵治賢太郎，右高裕二，牛島栄：既設橋梁の耐震性向上に用いるダイス・ロッド式摩擦ダンパ

ーの開発，コンクリート工学年次論文集 Vol.38，No.2，pp.1003-1008，2016.

- 3) 牛島 栄ほか：各個撃破を回避するダイス・ロッド式摩擦サイドブロックの開発，コンクリート工学年次論文集，Vol.39，No.2，pp.853-858，2017.
- 4) 木村浩之ほか：摩擦サイドブロックの環境促進実験による腐食耐久性に関する検討，土木学会第73回年次学術講演会，第I部門，pp.625-626，2018.
- 5) 藤原博，田原芳雄：鋼橋塗装の長期防食性能の評価に関する研究，土木学会論文集 No.570，pp.129-140，1997.
- 6) 西田和生，檜野紀元：金属外装材の耐久性試験 その5．紫外線を伴った塩乾湿サイクル試験の結果，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.893-894，1996.
- 7) 上田英明ほか：ダンパーを用いた既存RC造建物の耐震補強法に関する研究（その17 摩擦ダンパーの荷重と形状の関係および経年特性），日本建築学会大会学術講演梗概集，C-2，pp.147-148，1999