

約3年間暴露した摺動面のすべり性能確認試験

日本鑄造株式会社 正会員 ○松本 征也 山崎 信宏

1. はじめに

1995年の兵庫県南部地震を契機とした道路橋示方書の改訂により、橋梁設計時に考慮すべき地震力の大きさは、震度法設計時と比較して一段と大きくなった。

このような背景から、橋梁形式においては、複数の橋脚で地震力を分担するという考えが広く用いられるようになり、橋梁支点部では、ゴム支承や鋼製支承(BP・B支承)などを適材適所に選定されるようになった。

ゴム支承による地震力の支点分散を考えた場合、ゴム支承本体に常時許容されるせん断変形が70%相当のせん断ひずみであることは周知の事実であり、多径間連続のコンクリート橋梁において、支承据付けと基準温度時との温度差や、コンクリート打設後の乾燥収縮やクリープ等を考慮してゴム支承を設計すると、特に端支点部において、困難な場合もあることから、あらかじめゴム支承本体にせん断変形を与える方法やコンクリート橋梁の乾燥収縮等がある程度終了した段階で、ゴム支承を摺動(ひずみ調整)させるといった方法が取られる場合もある。

本報では、ゴム支承据付け後にひずみ調整を行うと想定し、約3年間暴露した摺動面のすべり性能確認試験を実施したので報告する。

2. 試験体形状

ゴム支承の摺動は、図1に示す下沓とベースプレートとの間で行うと想定し、試験体は、各部位を想定した鋼板AおよびBとした(図2、図3参照)。いずれの試験体も、材質はSM490Aとし、鋼板Aの形状は、φ190mm×厚さ32mm、鋼板Bの形状は、340mm×450mm×厚さ6mmとした。なお、試験体寸法は、試験機の制約等から設定した。

3. 表面処理状態のパラメータと暴露試験

試験体には、摩擦係数に対する摺動面の影響を確認するため、いくつかの表面処理状態を設定した。試験体と表面処理状態との関係を表1に示す。

ケース1は、基準試験との位置付けで、鋼板同士の接触面(すなわち、未処理)とし、ケース2は、接触面を溶融亜鉛めっき面とした。また、ケース3では、ケース2と同様に、接触面に溶融亜鉛めっきを施した後、二硫化モリブデンおよびテフロンパウダーを塗布した。ケース4、5では、二硫化モリブデンおよびテフロンパウダー

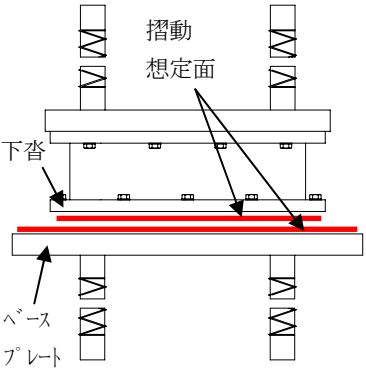


図1 ゴム支承の摺動想定面

の塗布を基本とし、また、現地における施工等を考慮し、二硫化モリブデンの前処理として、無機ジंकリッチプライマーないし有機ジंकリッチペイントを用いた場合の2ケースとした。

これらの表面処理を施した試験体のうち、基準試験とした鋼板同士の接触面(case1'), ひずみ調整を行う場合の摺動面として一般的に使用されることの多い、二硫化モリブデンおよびテフロンパウダーを塗布した接触面(case4', 5')については、試験体を屋外環境下に約3年間暴露し、暴露前後における試験体のすべり性能を確認することとした。暴露状況を図4に示す。

4. 試験方法

試験は、日本鑄造(株)の保有する二軸試験機で行った。試験機への設置を図5に示す。試験は、ゴム支承の死荷重相当である6N/mm²の載荷面圧を基本とし、一部試験では、鉛直荷重の変動(ひずみ調整の施工時期)を考

表1 表面処理状態

ケース	表面処理状態
ケース1	未処理
ケース2	溶融亜鉛めっき
ケース3	溶融亜鉛めっき+二硫化モリブデン+テフロンパウダー
ケース4	無機ジंकリッチプライマー+二硫化モリブデン+テフロンパウダー
ケース5	有機ジंकリッチペイント+二硫化モリブデン+テフロンパウダー

表2 加振条件一覧

ケース	面圧(N/mm ²)	加振速度(mm/sec)	加振変位(mm)	加振回数(回)	備考
ケース1	6	0.5	0-50	1	暴露実施(case1')
ケース2	3	0.5	0-50	1	
ケース3	3	0.5	0-50	1	
ケース4-1	6	0.5	0-50	1	暴露実施(case4-1')
ケース4-2	3	0.5	0-50	1	暴露実施(case4-2')
ケース5	6	0.5	0-50	1	暴露実施(case5')



図2 鋼板A



図3 鋼板B



図4 暴露状況



図5 試験機への設置

キーワード: コンクリート橋梁, ゴム支承, ひずみ調整, すべり試験, 摩擦係数, 暴露試験

連絡先: 〒210-9567 神奈川県川崎市川崎区白石町 2-1 日本鑄造(株) TEL: 044-355-5033 FAX: 044-333-4575

慮して、載荷面圧を 3N/mm^2 とした。その状態で、水平方向に加振速度 0.5mm/sec として、強制変位 50mm を与えた。加振条件を表 2 に示す。

5. 試験結果

5.1 暴露前試験

暴露前試験より得た摩擦係数と水平変位との関係を図 6 に、摩擦係数を表 3 に示す。表 3 には、後述する暴露後試験の結果も示している。なお、ここで示す摩擦係数は、試験より得た水平荷重と鉛直荷重から算出している。

基準試験としたケース 1 において、静摩擦係数は 0.25 程度であり、その後、変位の増加に伴い、動摩擦係数は増加する傾向を示した。

摺動面を溶融亜鉛めっきとしたケース 2 では、静摩擦係数は 0.25 程度と鋼板同士と同程度であり、その後の動摩擦係数も 0.25 程度であった。

また、溶融亜鉛めっきに二硫化モリブデンおよびテフロンパウダーを塗布したケース 3 では、静摩擦係数はケース 1, 2 と同等程度であったものの、動摩擦係数は 0.04 程度となり、二硫化モリブデンおよびテフロンパウダーを塗布することによる摩擦係数の低減効果を確認することができた。

下地処理に無機ジンクリッチプライマーを用い、載荷面圧を 6N/mm^2 としたケース 4-1 では、静摩擦係数は 0.12 程度であり、載荷面圧を 3N/mm^2 とした場合（ケース 4-2）では、静摩擦係数は 0.17 程度であった。また、動摩擦係数は、いずれの試験でも 0.02 程度であった。テフロン系の摺動面では、一般的に面圧依存性を示すことが知られているが、本試験においても、静摩擦係数に対してその傾向が見られた。

また、下地処理に有機ジンクリッチペイントを用いたケース 5 では、同様の載荷条件としたケース 4-1 と比較して、静摩擦係数は 0.18 程度と多少高いものの、動摩擦係数はほぼ等しい結果を得た。

5.2 暴露後試験

図 7 に暴露後試験より得た摩擦係数と水平変位との関係を示す。

鋼材同士の接触面とした case1' では、静摩擦係数は 0.61 程度と大きな値であり、動摩擦係数も静摩擦係数と同程度であった。これは、暴露したことによって、摺動面に錆が発生し、摺動に悪影響を与えたためと考える。

case4-1' および 4-2' において、面圧依存性はほぼ見られず、case4-1', 4-2' お

よび case5' では、静摩擦係数が 0.4 程度、動摩擦係数は 0.06 程度となった。暴露前の同等試験と比較して、静摩擦係数で 2 倍程度、動摩擦係数では 3 倍程度となった。

なお、暴露後試験体、case5' の摺動面においては、図 8 に示すようなふくれを一部で確認した（図 9 には比較のため、case4-1' での暴露後試験体も示している）。そのため、試験体の塗膜一部を剥離させたところ、図 10 に示すように、鋼材表面の一部にはさびが見られたことから、暴露期間中に塗膜の層間に水分等が滞留し、その圧力によって塗膜が押し上げられたものと考えられる。

6. まとめ

本試験により得た結果を以下に示す。

- ・約 3 年間の暴露後試験では、case1' を除き、静摩擦係数は最大で 0.4 程度であり、動摩擦係数は 0.06 程度となった。暴露前の同等試験と比較する限り、静摩擦係数は 2 倍程度、動摩擦係数では 3 倍程度となっていることから、ゴム支承据付けから、一定程度の期間を経てひずみ調整を行う場合には、憂慮が必要と考える。
- ・約 3 年間の暴露後試験から、下地処理として有機ジンクリッチペイントを用いる場合には、ゴム支承据付けからひずみ調整までの期間、施工時期等を考慮し、層間剥離の可能性に注意する必要があると考える。なお、下地処理に無機ジンクリッチプライマーを用いた場合、試験後の摺動面に目視上の異常は見られなかった。
- ・暴露前の試験では、いずれのケースとも静摩擦係数は最大で 0.25 程度以下であった。一方で、動摩擦係数は二硫化モリブデンおよびテフロンパウダーを塗布することで 0.04 程度以下を示した。
- ・溶融亜鉛めっきを施した試験体においては、二硫化モリブデンおよびテフロンパウダーを塗布することにより、動摩擦係数は 0.04 程度と小さくなったが、溶融亜鉛めっき面の状態等、バラツキを検討する必要があると考える。

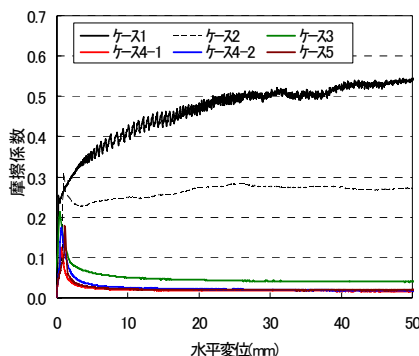


図 6 暴露前試験結果

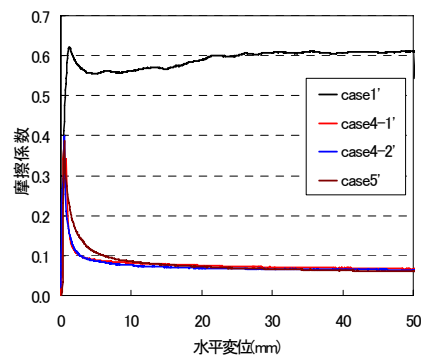


図 7 暴露後試験結果

表 3 摩擦係数一覧

ケース	静摩擦係数		動摩擦係数	
	暴露前	暴露後	暴露前	暴露後
ケース1	0.25	0.61	0.55	0.61
ケース2	0.25	-	0.26	-
ケース3	0.21	-	0.04	-
ケース4-1	0.12	0.37	0.02	0.06
ケース4-2	0.17	0.40	0.02	0.06
ケース5	0.18	0.39	0.02	0.06



図 8 case5'試験後



図 9 case4-1'試験後



図 10 case5'塗膜除去後