

鋼製フィンガージョイント部の表面被覆 によるすべり止め構造及び性能確認試験

(東・中・西日本高速道路(株)「構造物施工管理要領 平成 23 年 7 月改正」からの紹介)

(株)高速道路総合技術研究所 道路研究部 橋梁研究室

若林 大、木次 克彦

(一財)日本塗料検査協会 技術開発部 藤田 庫雄

1. はじめに

道路における橋梁部と土工部の継目又は橋梁と橋梁の継目には、温度変化やコンクリートのクリープ・乾燥収縮等による橋梁の変形を吸収するため、橋梁の規模に応じた遊間が確保される。この遊間部には、車両走行に支障とならないように連続的な路面を形成するため、路面

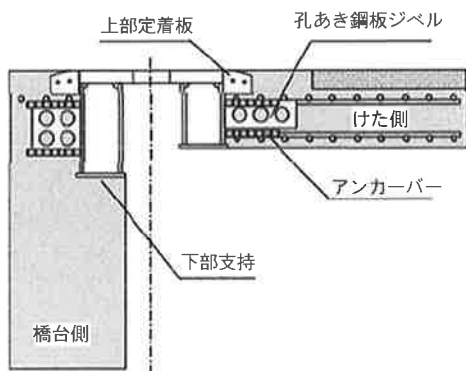
上に伸縮装置が設置される。

この伸縮装置は直接輪荷重を受ける過酷な使用環境下に置かれており、これが損傷した場合には直接車両走行に影響を及ぼすこと、漏水が生じた場合には本体構造物の塩害や腐食といった変状の要因になること、軽微な段差が避けられないため騒音・振動の要因となることなど

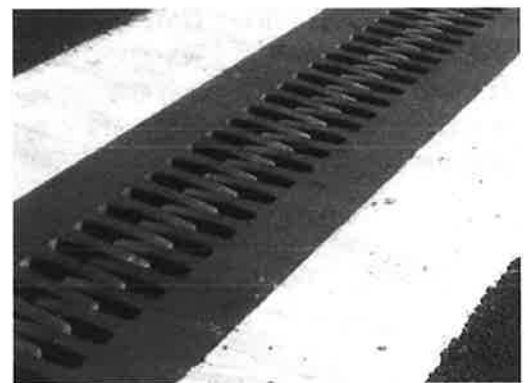
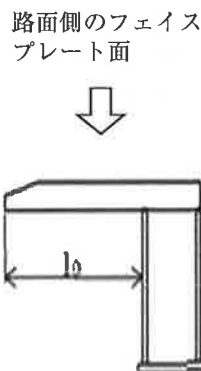
表 1 標準的な伸縮装置の種類

| 種類 | 概要 | 桁端遊間(床版遊間) |
|--------------|-----------------------------|--|
| 鋼製フィンガージョイント | 鋼材を主材料とし、車両荷重をくし形の部材で支持する構造 | 多径間連続橋などの比較的大きな橋梁に用いられ、伸縮桁長や疲労耐久性を考慮して設計される。最大フィンガー長は、615 mm に及ぶ |
| 製品ジョイント | 金属を主材料とした製品で、基本構造が定まっているもの | 設計伸縮量 100 mm 以下 |
| 埋設ジョイント | 舗装材料を主材料とする構造 | コンクリート橋の日交通量 15,000 台未満で用いられ、概ね 30 mm 以下 |

東・中・西日本高速道路(株) 設計要領第二集 [橋梁建設編] 平成 23 年 7 月から抜粋



床版張出部の標準的な構造



フェイスプレート面のくし型構造

図 1 鋼製フィンガージョイントの標準構造

の理由から、設置箇所数は橋梁設計上可能な範囲でできる限り少ない方が望ましい。このような背景から、近年、橋梁の多径間連続化が進み、その結果1箇所の伸縮装置の規模が大きくなる傾向となっている。表1にNEXCO 3社における標準的な伸縮装置の種類¹⁾を示す。

多径間連続橋などの設計伸縮量の大きな伸縮装置には、図1に示すとおり鋼製フィンガージョイントが一般に採用されるが、フェイスプレート（路面上の鋼材の部位）の幅が広い場合（橋軸方向に1m程度以上）、車両走行の安全確保を目的として、フェイスプレート表面にすべり止め措置を行うこととされた²⁾。

NEXCO 3社では、設計要領第二集〔橋梁建設編〕平成23年7月に、鋼製フィンガージョイントの耐久性確保に配慮し、表2に示したすべり止め構造の種類の中で、表面被覆によるすべり止め構造の設置を標準とした。また、すべり止め構造の性能については、同時期に「構造物施工管理要領」のすべり止め構造の性能照査試験条件と照査基準（表3）を規定した³⁾。

本文は、そのすべり止め構造の性能試験の内容について記述したものである。

2. すべり止め構造の性能試験

表3の各試験内容について下記に示した。

2.1 種類ごとの試験条件

金属溶射型は、表3に示す耐食性試験と耐食性試験後の耐摩耗試験が、樹脂被覆型は、金属溶射型の試験に加えて、耐候性試験と耐候性試験後の耐摩耗試験が必要となる。

2.2 種類ごとの試験工程

各材料の試験工程を以下に示した。

(1) 金属溶射型

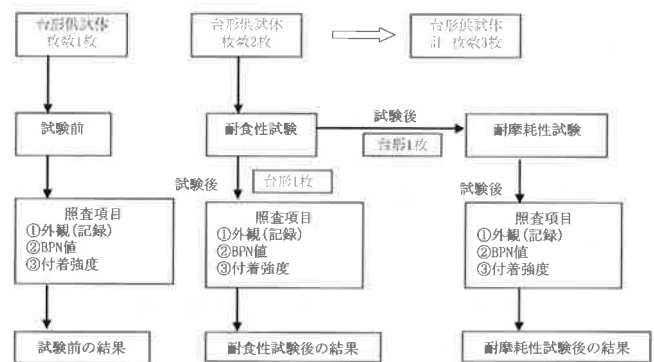


表2 すべり止め構造の種類

| 種類 | | 概要 |
|--------------|-------|---------------------------------------|
| 鋼材加工 | 溝切り型 | フェイスプレート表面を切削し溝を設ける方法 |
| 表面被覆 (標準) | 樹脂被覆型 | フェイスプレート表面にすべり抵抗を有する材料を含む樹脂を被覆する方法 |
| | 金属溶射型 | フェイスプレート表面に熔融した金属材料を吹き付けてすべり抵抗を確保する方法 |

東・中・西日本高速道路(株) 設計要領第二集〔橋梁建設編〕平成23年7月から抜粋

表3 すべり止め構造の性能照査試験条件と照査基準

| 試験条件 | 試験期間または 繰り返し回数 | 試験方法 | 照査基準 |
|---|-------------------|----------------|--|
| 耐食性試験 ・一般の地域 ・凍結防止剤散布地域及び 飛来塩分多い地域 | 3ヶ月 9ヶ月 | 試験法 403 | 各試験実施後に、下記に満足することを確認する。 ・膨れ、はがれ等の変状がないこと ・BPN値が40以上であること ・付着強度が2.3N/mm ² 以上であること |
| 耐摩耗性試験 | 20万回 | 試験法 436 | |
| 耐候性試験 (樹脂被覆型のみ実施) | 450時間 | JIS K 5600-7-7 | |

東、中、西日本高速道路株式会社「構造物施工管理要領」平成23年7月から抜粋

(2) 樹脂被覆型 ((1)と両方実施)

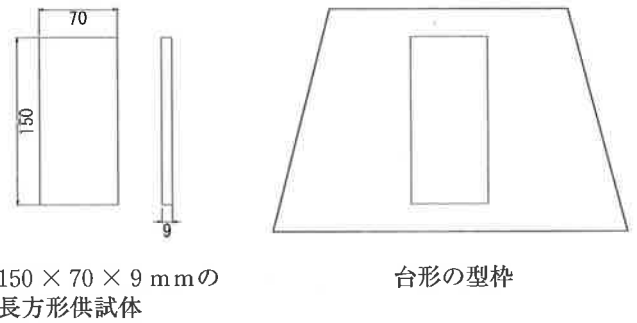
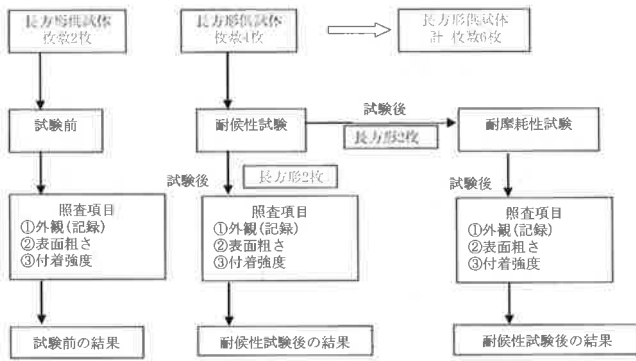


図3 150×70×9mmの長方形供試体と台形の型枠

2.3 供試体

試験に供する供試体を以下に示した。

(1) 耐食性および耐摩耗性用供試体

回転式促進摩耗試験機で試験するために、図2に示した台形の鋼板(寸法 320-215×200×9mm)に塗付して供試体とする。供試体は、工程ごとに1枚ずつ必要で、全ての工程を合わせると、計3枚必要である。なお、回転式促進摩耗試験機の稼動には、プランク供試体等を含め12体と供試体を含めた厚さ100mmに調整した台形台座を同数用意する必要がある。

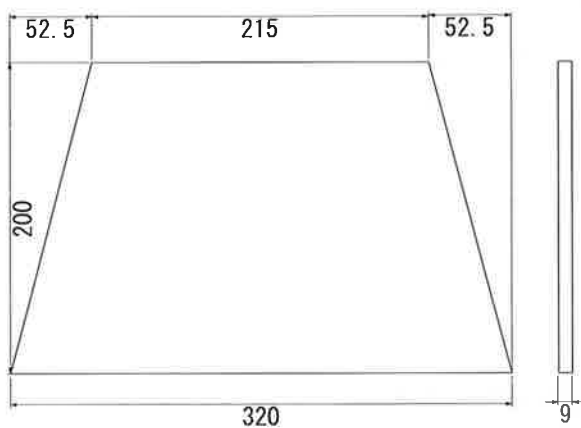


図2 320-215×200×9mmの台形供試体

(2) 耐候性用供試体

促進耐候性試験機で試験するために、図3(左側)に示した長方形鋼板(寸法 150×70×9mm)に塗付して供試体とする。工程ごとに、40×40mmの付着強度を3箇所(40×40mm / 1ヶ所)で測定するために供試体は2枚ずつ必要で、全ての工程を合わせると、計6枚必要である。なお、耐候性試験後に耐摩耗試験するため、供試体を押さえる台形の型枠を4枚用意する必要がある。

2.4 試験条件

各試験条件の内容を以下に示した。

(1) 耐食性試験

実際の環境下における耐食性能を照査することを目的に、耐摩耗性試験前の試験条件として「NEXCO試験法 403-2011 塗料の耐複合サイクル耐食性試験方法」の海浜及び一般環境用(A法)により、JIS 5600-7-9:2006の付属書1(規定)サイクルDに従い試験する。

一般の地域での対象限定の場合は、3ヶ月間(90日間)、凍結防止剤散布地域及び飛来塩分多い地域まで対象を広げる場合では、9ヶ月間(270日間)実施する。

(2) 耐摩耗性試験

タイヤによる耐摩耗性、輪荷重の耐久性を照査す

表4 耐摩耗性試験機の運転条件

| | プレロード走行 (5000回) | 本試験(20万回) |
|--------|-----------------------------------|---|
| 輪荷重 | 1.2kN(約120kgf) | |
| 速度 | 15km/hr | |
| 試験用タイヤ | ノーマルタイヤ (軽自動車用タイヤ 5.00-12 8PR) | |
| タイヤ空気圧 | 0.18 Mpa | |
| タイヤシフト | ±15mm | |
| 路面状態 | 乾燥 | 湿潤 (散水方式 3 l/min) |
| 研磨材 | なし | 0.3mm~1.2mm程度の粒度エメリー材*1 時間あたり投入量: 1.2kg/h*2 |
| 試験温度 | 15℃付近 | |

*1: 代替品; 粒径 0.5~1.0mm のセラクロン(美州興産(株)製)

*2: 試験機の限界投入量

ることを目的に、「NEXCO 試験法 436-2011 すべり止め構造の耐摩耗性試験方法」に従い回転式促進磨耗試験機を用いる。

本試験は、プレロード走行（0.5万回転）後に20万回転実施する。表4に耐摩耗性試験機の運転条件を、図4に試験状況を示した。

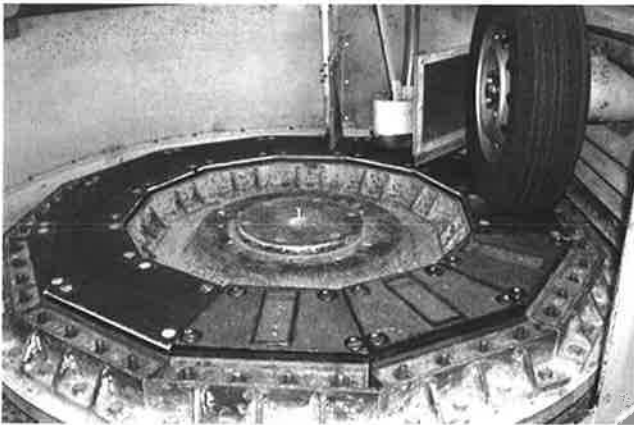


図4 耐摩耗性試験の試験状況

(3) 耐候性試験

実際の環境下における表面被覆の耐候性を照査することを目的に、耐摩耗性試験前の試験条件として、JIS K 5600-7-7:1999「塗料一般試験方法 - 第7部：塗膜の耐久性 - 第7節：促進耐候性（キセノンランプ法）」の表1 促進耐候性試験（方法I）、表3 浸潤サイクル試験のAに従い450時間を照射する。

2.5 照査基準

(1) 外観

耐摩耗性試験後、タイヤの輪荷重を受けた表面被覆の変状を照査することを目的に、JIS K 5600-8-1:1999「塗料一般試験方法 - 第8部：塗膜劣化の評価」に従い、目視による膨れ、はがれ等の変状を評価する。なお、供試体の外観は、試験後を試験前と比較することで確認し、撮影装置等（市販のスクリーン、カメラ等）を用いて撮影し添付する。

(2) すべり抵抗性試験（BPN値の測定）

耐摩耗性試験後、タイヤと表面被覆との摩擦力を照査することを目的に、「NEXCO 試験法 807-2010 英国式ポータブル・スキッドレジスタンステストによる路面標示用塗料のすべり抵抗値（BPN）測定方法」に準じて試験する。測定は、中央の同一箇所の測定面を測定ごとに水で十分に濡らした状態で行う。測定は供試体1枚につき3回測定し、その平均値を測定時の温度で温度補正してBPN値とする。図5に測定器を示した。

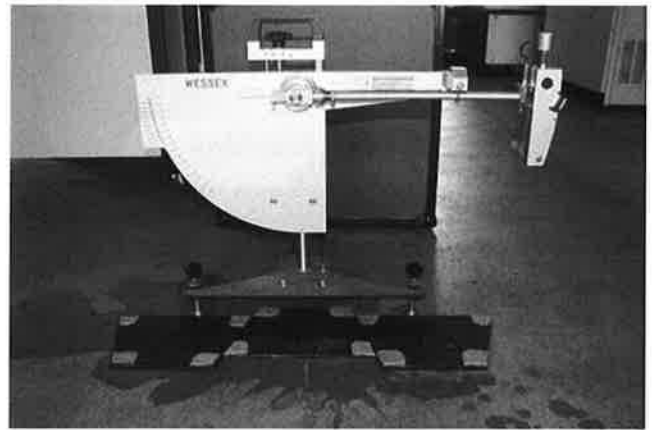
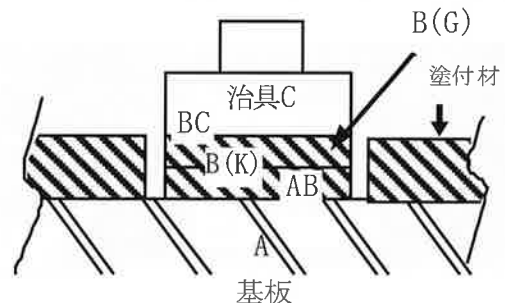


図5 英国式ポータブル・スキッドレジスタンステスト（BPN測定器）

(3) 付着強度試験

耐摩耗性試験後の表面被覆の付着力を照査することを目的に、試験の工程を終了した供試体を、JIS A 6909:2003「建築仕上げ塗材」7.9 付着強さ試験に準じて試験する。

供試体の3箇所、接着剤を用いて40×40mmの治具を接着し、付着強度は万能試験機を用いて測定する。測定後、供試体の破断状況は破断場所を図6のように示し、画像を撮影し添付する。図7に試験状況を示した。



- A : 基板破壊
- AB : 基板と塗付材の界面破断
- B(G) : 塗付材内の凝集破壊
- B(K) : 塗付材と塗付材間の界面破断
- BC : 治具と塗付材の界面破断

図6 破断の場所

(4) 表面粗さの測定

耐候性試験の供試体寸法が(2)のBPN測定器の測定面積より小さく、耐候性試験後のすべり抵抗値の測定が不可能である。そのため、触針式現場型表面粗さ測定機を用いて、表面粗さを測定し下記の要領により判定する。

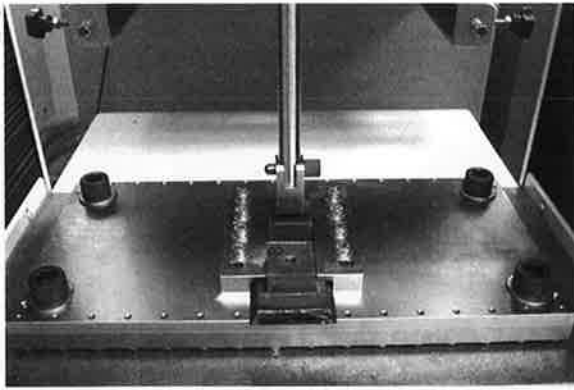


図7 付着強度試験の試験状況

表面粗さは、「表2-5-46 すべり止め構造の品質管理項目及び管理基準」に基づき、JIS B 0601:2001「製品の幾何特性仕様 (GPS)- 表面性状：輪郭曲線方式 - 用語、定義及び表面性状パラメータ」附属書1 (参考) 十点平均粗さに従い、R ZJIS(μm)を測定する。下記に測定条件を示した。

試験条件：測定計測長 (評価長さ 20mm)

(その他の参考条件：カットオフ値

0.8mm、測定速度 0.6mm/s)

測定面：供試体における4箇所 の平均値

図8に測定器を示した。なお、表面粗さの値は、事前に表面粗さとBPNの相関グラフを準備し、BPN値40以上に相当すること確認しなければならない。



図8 表面粗さ測定器

3. 性能照査結果の報告内容

各種類のすべり止め構造の性能照査結果の報告内容を以下に示した。

4. 浸漬試験

今後は、本報告により照査されたすべり止め構造の長期耐久性について経過観察を行い、性能照査条件の妥当性について検証していきたい。

参考文献

1) 東、中、西日本高速道路株式会社「設計要領第二集 [橋梁建設編]」平成23年7月 2-4 鋼製フィンガージョイント

金属溶射型の性能照査結果の報告内容

| | 試験条件 | 試験期間または繰り返し回数 | 照査項目 |
|----------|---------------|--|----------------------------|
| 耐食性の性能照査 | 試験前 | — | ①外観 (記録) ②BPN値 ③付着強度 |
| | 耐食性試験 | 3ヶ月後(90日間) または 9ヶ月(270日間) | 同上 |
| | 耐食性試験後の耐摩耗性試験 | 3ヶ月後(90日間) または 9ヶ月(270日間) + 20万回転後 | 同上 |

樹脂被覆型の性能照査結果の報告内容

| | 試験条件 | 試験期間または繰り返し回数 | 照査項目 |
|----------|---------------|--------------------------------------|----------------------------|
| 耐食性の性能照査 | 試験前 | — | ①外観 (記録) ②BPN値 ③付着強度 |
| | 耐食性試験 | 3ヶ月後(90日間) または 9ヶ月(270日間) | 同上 |
| | 耐食性試験後の耐摩耗性試験 | 3ヶ月後(90日間) または9ヶ月(270日間) + 20万回転後 | 同上 |
| 耐候性の性能照査 | 試験前 | — | ①外観 (記録) ②表面粗さ ③付着強度 |
| | 耐候性試験 | 450時間後 | 同上 |
| | 耐候性試験後の耐摩耗性試験 | 450時間後+ 20万回転後 | 同上 |

2) 平島健太郎、村山陽、下川博、谷中聡久「アモルファス合金溶射を用いた伸縮装置のすべり止めに関する検討」、土木学会第59回年次学術講演会 (平成16年9月)、1-522

3) 東、中、西日本高速道路株式会社「構造物施工管理要領」平成23年7月 表2-5-45 伸縮装置 6) すべり止め構造