

5. 視覚障害者誘導用ブロックのすべり対策

Sliding Resistance Measures of Block for Visually Handicapped Person Guide

技術支援課 ○橋本喜正、日高智仁、狭間 博

1. はじめに

現在、東京都内においてはバリアフリーに対応するため、視覚障害者誘導用ブロック（以下誘導ブロックという）が都道の歩道上に整備されている。この誘導ブロックには、素材や施工方法別に様々な種類があり、現在では主にコンクリート二次製品を敷設するタイプ（以下ブロック式という）、樹脂系の工場製品を現場で貼り付けるタイプ（以下一体成型という）、及び現場で樹脂を溶着施工するタイプ（以下現場成型という）の3種類が用いられている。

誘導ブロックは、歩道上に設置されることから一般的な歩道舗装と同程度の歩行性や安全性が求められる。この観点からは、一定のすべり抵抗が性能として求められるものの、これまで誘導ブロックのすべり抵抗を測定・評価する方法や製品の規格値が確立されていなかった。本報では、誘導ブロックのすべり抵抗の測定・評価方法及び製品の望ましいすべり抵抗値の検討を実施した結果について得られた知見を報告する。

2. 誘導用ブロック等のすべり抵抗を評価する方法の検討

(1) 検討概要

東京都では、歩道のすべり抵抗の測定をする際、通常振り子式スキッドレジスタンステスト（以下振り子式テスト、写真-1）を用いている。誘導ブロックの測定に本試験器を用いる場合、用いるゴムスライダーの幅が誘導ブロックの突起凹部幅より大きく、測定が不可能であったことから、通常用いるゴムスライダー（以下NSという）より小型で突起の間の測定が可能で、P S V試験で用いるゴムスライダー（以下SSという）の

適用が可能か検討を行った。（写真-2）

表-1、写真-3に示す5種類の代表的な誘導ブロックについて、試験時の温度を3水準（10、20、30℃）とし、上記2種のゴムスライダー（NS、SS）について試験を行った。なお、供試体1つにつき、位置をずらして3箇所測定した。



写真-1 振り子式スキッドレジスタンステスト

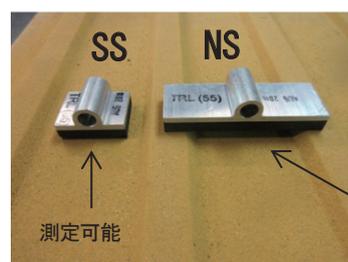


写真-2 ゴムスライダー

ゴムスライダーが突起凹部の幅より大きく測定できない

表-1 試験対象誘導ブロック

種類	名称	検討数量
コンクリート二次製品	ブロック式	1種類
樹脂系	一体成型	3種類
	現場成型	1種類
合計		5種類

なお、一体成型のものはメーカー別で3種類検討し、以下一体成型①、②、③と称する。

ここで、通常のNSによる振り子式テストを用いた試

験による抵抗値を「BPN」と、SSを用いて測定した抵抗値を「BPN'」と以下称する。

振り子式テスタを用いた試験は舗装調査・試験法便覧¹⁾に記載の方法にて行った。

なお、供試体、水、ゴムスライダーは恒温恒湿槽で一定時間養生し、すべてほぼ一定の状態とし、供試体は湿潤の状態で行った。

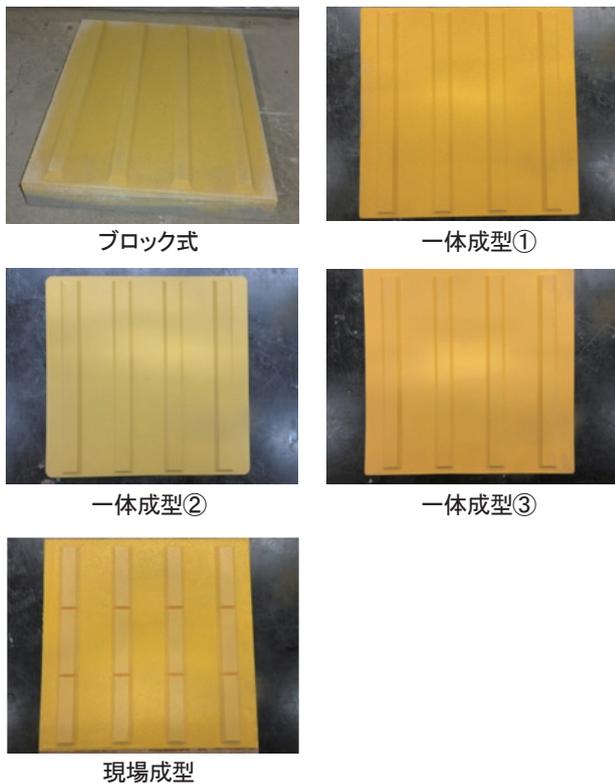


写真-3 試験対象誘導ブロック

(2) 誘導用ブロック等のすべり抵抗を評価する方法の検討

1) BPNとBPN'の関係(ウェット時)

BPNとBPN'の関係を図-1に示す。同じ製品を測定しても、BPN'は、BPNよりすべり抵抗が小さく評価され、 $BPN' = 1.0964 \times BPN - 12.241$ の相関関係があることが明らかとなった。

また、道路工事設計基準に示される歩道の望ましいすべり抵抗値の目安である「BPN40」は、BPN'に換算すると32程度であることが明らかとなった。

2) BPN'測定時に用いられる、製品(供試体)やゴムスライダーの温度の影響(感温性の確認)

供試体、水、ゴムスライダーの試験条件の温度を10℃、20℃、30℃のそれぞれで測定した場合のBPN、BPN'の

結果を図-2、図-3にそれぞれ示す。なお、設定した各要因の温度(供試体、水、ゴムスライダー)はすべてほぼ一定の状態で行った。

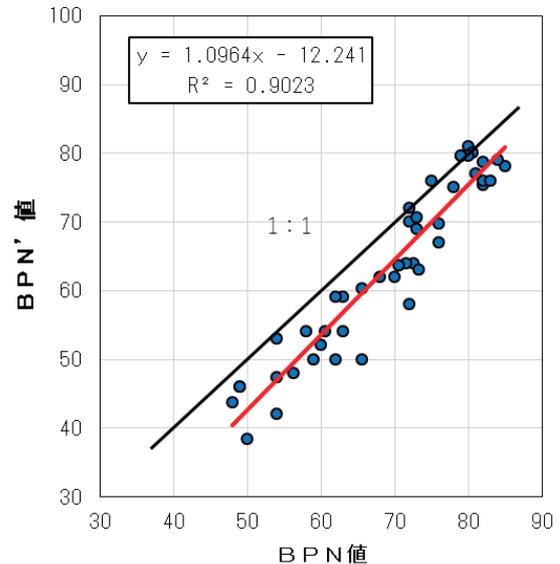


図-1 BPNとBPN'の関係

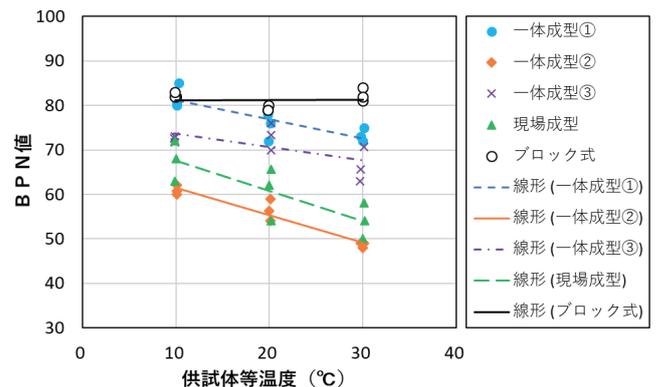


図-2 供試体等の温度とBPNの関係

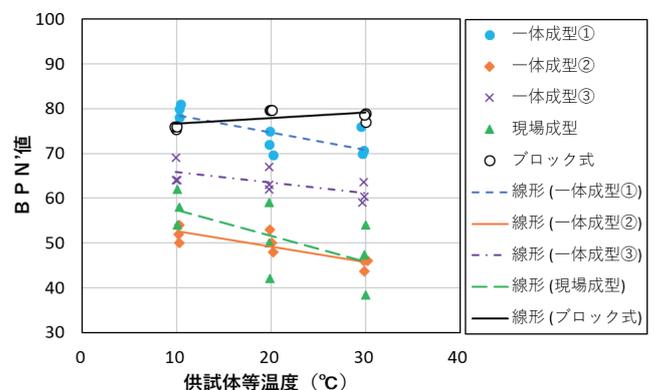


図-3 供試体等の温度とBPN'の関係

最もすべり抵抗値の高い方から、ブロック式→一体成型①→一体成型③→現場成型→一体成型②となり、BPN'値の30℃をみると、最も高い値でブロック

式の80程度、最も低い値で一体成型②の45程度であり、同じ誘導ブロックでも種類によって35程度の差がみられた。

温度による影響であるが、ブロック式では温度における影響がほとんどみられないが、その他の一体成型や現場成型は温度による影響が大きく、温度が高いほどすべり抵抗の評価値が低下する傾向を示している。

設定した各要因の温度（供試体、水、ゴムスライダ）への寄与度を考えた場合、ゴムスライダと水は同様のものを用いているにもかかわらずブロック式と一体、現場成型のものにおいて温度によりすべり抵抗値が変化することから、この3つの要因については供試体の温度の影響が大きいものと考えられる。

一体成型、現場成型、及びブロック式によるBPN、並びにBPN'の相関式、決定係数は表-2、図-4、図-5に示すとおりである。

また、路面温度が10~30℃の範囲にある場合、20℃のときのBPN、BPN'への換算式は式-1、および式-2による。

$$BPN_{20} = BPN_t + \frac{5.069 \times (t-20)}{10} \quad \text{式-1}$$

$$BPN'_{20} = BPN'_t + \frac{3.930 \times (t-20)}{10} \quad \text{式-2}$$

ここに、BPN₂₀ : 20℃に補正したBPN

BPN_t : 試験温度 t℃のときのBPN

BPN'₂₀ : 20℃に補正したBPN'

BPN' t : 試験温度 t℃のときのBPN'

t : 試験温度(℃)

表-2 試験温度とBPN、並びにBPN'の相関式、決定係数(R²)

形式	BPN				BPN'			
	近似式 I	決定係数 (R ²)	近似式 II	決定係数 (R ²)	近似式 I	決定係数 (R ²)	近似式 II	決定係数 (R ²)
一体成型①	y=-0.4297x+85.456	0.6864	y=-0.5069x+76.048	0.1762	y=-0.3872x+82.444	0.5553	y=-0.3930x+67.622	0.0784
一体成型②	y=-0.6150x+67.661	0.9145			y=-0.3453x+56.126	0.7004		
一体成型③	y=-0.2931x+76.523	0.3961			y=-0.2358x+68.237	0.4330		
現場成型	y=-0.6775x+74.328	0.6602			y=-0.5779x+63.180	0.3895		
ブロック式	y=0.0014x+81.306	5.0 × 10 ⁻⁵	y=0.0014x+81.306	5.0 × 10 ⁻⁵	y=0.1223x+75.448	0.3506	y=0.1223x+75.448	0.3506

注) 近似式 I : 各々のブロック型式に分類

近似式 II : 一体成型・現場成型、及びブロック式に分類

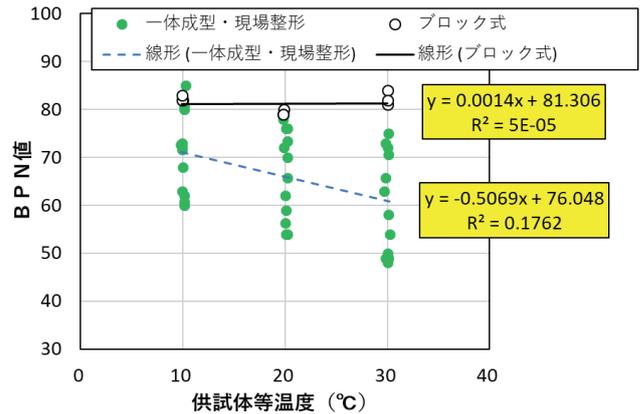


図-4 供試体等の温度とBPNの関係

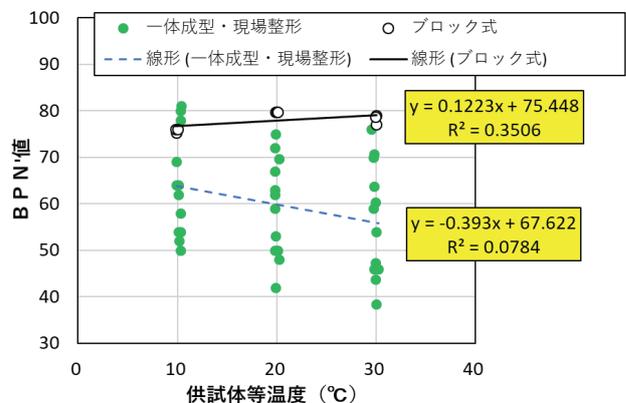


図-5 供試体等の温度とBPN'の関係

3) 試験の精度 (同じものを使用した場合の偏差等)

1 供試体3地点のゴムスライダの各温度測定のパラッキ(標準偏差)について、BPNを図-6、BPN'を図-7に示す。供試体表面のテクスチャのパラつきが大きいものほど、この値は大きくなる。

最も標準偏差の大きいのは、現場成型であり、逆に最も小さいのはブロック式である。

この理由として、現場成型はある程度品質が安定している工場製品ではなく、現場における施工で、表面に散布する骨材の散布量が場所により変化が大きいためと考えられる。

ブロック式は安定しているが、現場成型は品質管理面で特に留意が必要であることがわかる。

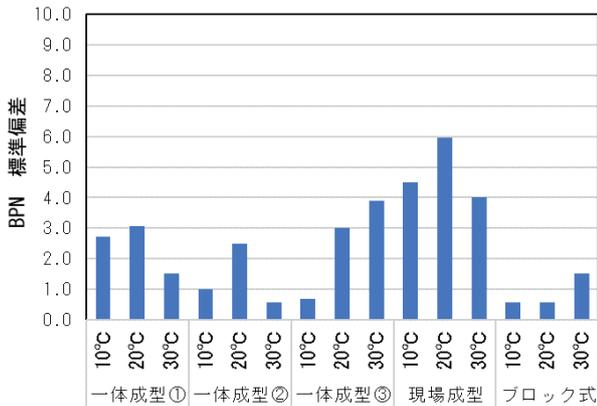


図-6 1 供試体の3地点のBPNの標準偏差

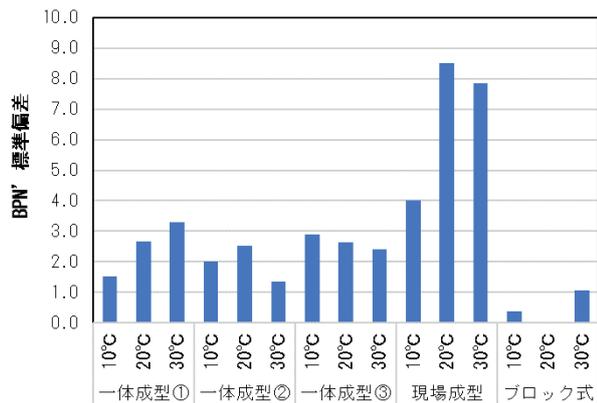


図-7 1 供試体の3地点のBPN'の標準偏差

3. 誘導ブロックの望ましいすべり抵抗値

(1) 供用中の誘導ブロック等に関する実態調査

1) 調査箇所

供用中の誘導用ブロック等に対する実態調査として、表-3に示す4路線(9箇所)のすべり状態を調査した。

参考として、付近の通常舗装である ILB や密粒度舗装も測定を行った。

それぞれの対象箇所において すべりが異なると思われる3地点を選定し、実態調査(モニタリング)を実施した。同時に、突起の乗り越えやすさや転倒のしやすさも調査した。

これらの調査には3種類の自転車と歩行時のすべりやすさも評価するために使用する靴の種類を変えて実態調査(モニタリング調査)を実施した。

表-3 実態調査箇所

No.	通称名	誘導ブロック種類	
1	日比谷通り	一体成型①	一体成型②
2	青梅街道	現場成型	
3	高島通り	現場成型	
4	宮仲公園通り	一体成型①	現場成型

2) 調査内容

実態調査の誘導用ブロック等の路面の状況、使用した自転車、靴の種類、及び調査員の構成を表-4、写真-4、写真-5に示す。なお、実態調査における評価基準を表-5に示す。

実態調査箇所と同一地点にてBPN'を測定した。なお、自転車・ロードバイクでの評価を考慮し、図-8に示す凹部のすべり抵抗BPN'を測定したが、歩行時のすべりやすさの影響を受けるのは凸部であることから、参考として一部の現場につき凸部もあわせて調査した。

測定状況を写真-6に示す。

表-4 実態調査概要

路面の状況	自転車	靴	調査員	
			性別	年代
ドライ	自転車(新):タイヤ表面の溝あり	スニーカー	男性	20代
ウェット	自転車(古):タイヤ表面がすり減り、溝が消えている	サンダル		40代
	ロードバイク:タイヤ溝が無い	皮靴		50代
		ブーツ(女性)	女性	40代
		パンプス(女性)		50代
2種	3種	5種	5名	



自転車(新) タイヤ表面の溝あり



自転車(古) タイヤ表面がすり減り、溝が消えている



ロードバイク タイヤが細く、タイヤ表面の溝がない

写真-4 使用した自転車とタイヤ形状

表-5 実態調査における評価基準

評価基準	評価値
滑りやすい(危険)と感じる	1
少し滑ると感じる	2
普通(アスコンと同程度)	3
あまり滑らないと感じる	4
全く滑らないと感じる	5



写真-6 測定状況



男性用靴(スニーカー・サンダル・革靴)

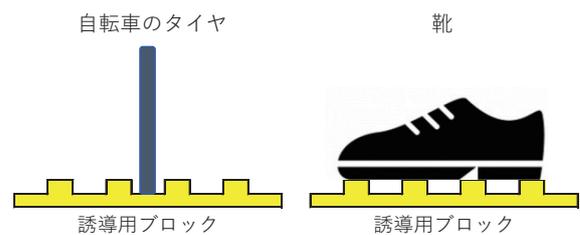


図-8 自転車・歩行時のイメージ図



女性用靴(パンプス・ブーツ・スニーカー)

写真-5 使用した靴

3) 実態調査結果 (アンケート結果)

また、以下に実態調査時に被験者から得られたヒアリングの結果を述べる。

① 自転車におけるすべりの評価

・全体として、現場成型の調査箇所は、ドライな路面状況でもすべりやすいと感じる被験者が多く、路面がウェットな状況になると一段とすべりやすいと感じる傾向が見られる。

・路面のドライ、ウエット状況に関係なく、自転車(新)
 >自転車(古)>ロードバイクの順にすべりやすいと
 という傾向が見られる。

②歩行におけるすべりの評価

歩行におけるすべりの評価をまとめると以下の通り
 となる。

・全体的に、現場成型、路面がウエットな状況になる
 とすべりやすいと感じる評価が多くなる傾向が見られ、
 なかには転倒などの危険を感じる評価もある。

・傾向として、革靴>ブーツ>スニーカー>パンプス
 >サンダルの順にすべりやすいという傾向が見られる。

4) 各評価ランクと BPN' の関係

実態調査における自転車走行時の評価ランクと BPN'
 (ウエット・凹部) の関係を図-9 に示す。

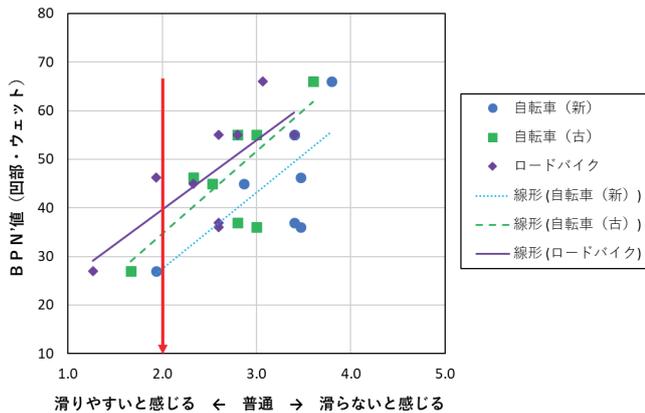


図-9 すべりの評価ランクと凹部の BPN' との関係
 (自転車)

なお、評価ランクは5名の平均値であり、評価値が
 小さいほど「すべりやすい」と感じる評価である。

BPN' が小さくなるほど被験者がすべりやすいと感じ
 る傾向は把握できた。

次に歩行時における靴の種類と BPN' (ウエット・
 凸部) の関係を図-10 に示す。

靴底の素材や形状によって評価は異なるものの、自転
 車と同様に BPN' が小さくなるほど被験者がすべりや
 すいと感じる傾向は把握できた。

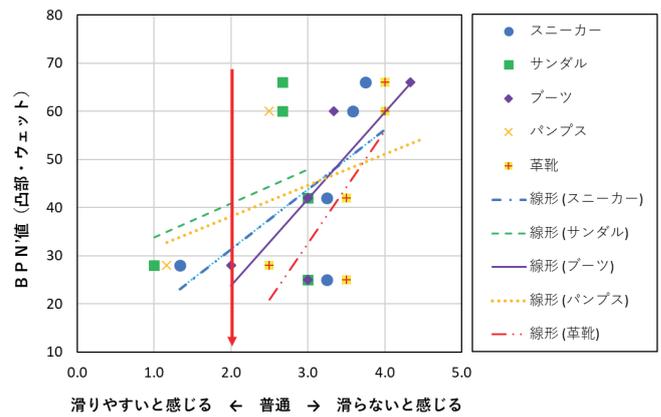


図-10 すべりの評価ランクと凸部の BPN' との関係
 (歩行時)

5) 凹部と凸部の BPN' の関係

凹部と凸部の BPN' の関係は図-11 に示す通りであ
 り、ほぼ 1:1 の関係である。すなわち、凹部であつて
 も凸部であつても同程度の値であるため、どちらでも
 評価対象として問題ないものと判断される。

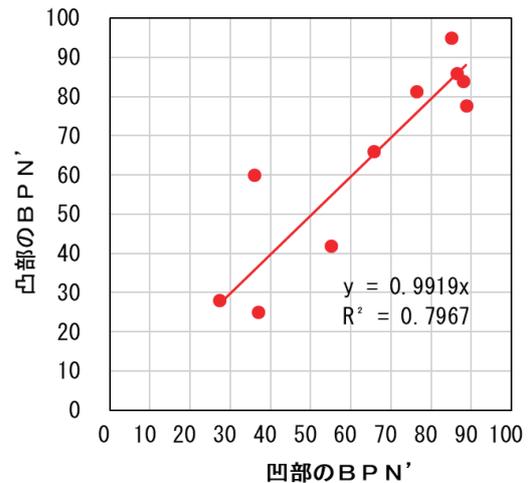


図-11 凹部と凸部の BPN' の関係

6) 誘導ブロックに求められる望ましいすべり抵抗値

一般的に歩道に求められるすべり抵抗の目安である
 「BPN40」は、換算すると BPN' が 32 程度であること
 から、歩道に設置される舗装材である誘導ブロック等
 についても、これ以上の値が望ましい。

今回の調査の結果から、誘導ブロック等ですべりや
 すいと感じる閾値はこの BPN40 よりも大きな値である
 ことが明らかとなり、自転車(ロードバイク含む)に
 よる凹部の BPN' は、安全側となる BPN' 40 以上(BPN48

相当) が望ましいと判断される。

また、歩行時においても、自転車の調査と同様に安全側となる BPN' 40 以上が望ましい値であると判断される。

(2) 供用中の摩耗を考慮した促進摩耗試験の検討結果

誘導ブロックは供用後の摩耗等によってすべり抵抗値が落ちていく傾向があるため、供用中の摩耗を模した摩耗試験方法を検討した。

また、この摩耗試験を行った後の製品の BPN' 値を測定し、望ましいすべり抵抗値を検討した。

摩耗試験の案として、舗装のマイクロサーフェシング工法の摩耗評価によく適用されている「ウエットトラック摩耗試験」をベースに実施し、BPN' を測定した。

このウエットトラック試験がそのまま試験方法として適用可能か、あるいは新たに条件を検討することが必要かを判断するため、3ステップで検討を行い、絞り込みを行った。

試験対象は表-1 に示す5種類とした。

ウエットトラック試験の試験機を写真-7 に示す。



写真-7 ウエットトラック試験機

1) 摩耗方法の絞り込み (ステップ1)

一体成型①の誘導ブロック1種類に対して、ウエットトラック摩耗試験による摩耗の方法として通常の摩耗ヘッドによる方法と研磨材を添加する方法(種類や添加量を変化)等の6タイプについて BPN' を測定した。6タイプの摩耗方法、試験結果および評価を表-7、図-14 に、写真-8 に摩耗ヘッドに用いた材料の写真を、試験状況を写真-8 に示す。

表-7 摩耗方法および評価結果

摩耗方法		第一段階 評価		
1	試験法に準ずるゴムホース	水浸	摩耗による変化が少ないため、試験が長時間かかる	△
2	試験法に準ずるゴムホース	乾燥	ゴムの摩耗が激しく、頻繁に交換が必要	×
3	布ヤスリ(粗目)	水浸	ヤスリの損耗が激しく、頻繁に交換が必要	×
4	布ヤスリ(細目)	水浸	ヤスリの損耗が激しく、頻繁に交換が必要	×
5	ステンレス管	水浸	摩耗による変化が見られ、ステンレス管の損耗は少ない	◎
6	スプリング管(ステンレス製)	水浸	摩耗による変化が多少見られ、スプリング管の損耗は少ない	○

※試験法: 試験法便覧に示すウエットトラック摩耗試験

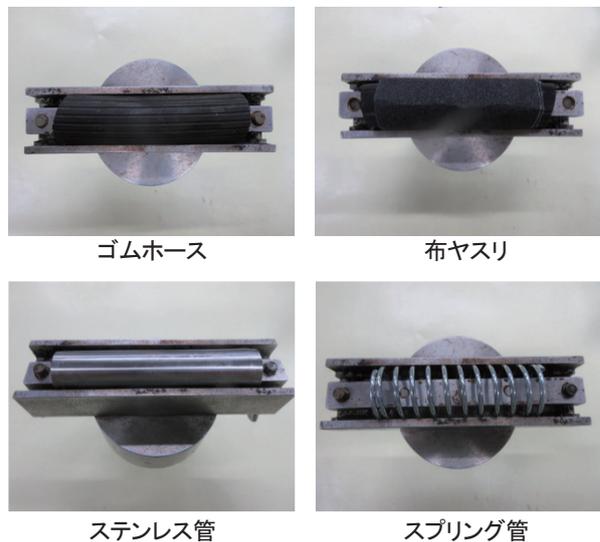


写真-8 摩耗方法

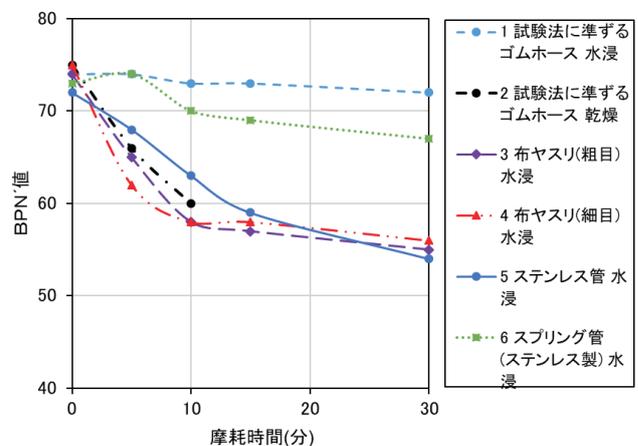


図-14 各摩耗方法別の摩耗時間と BPN' の関係



写真-8 摩耗試験状況 (ゴムホース)

6タイプの摩耗試験の結果から、摩耗に使用した素材の耐久性、試験結果の有用性等を総合的に判断し、ステンレス管を選定した。

なお、研磨材等を使用した方法も合わせて検討したが、試験槽内の供試体以外の範囲に拡散してしまうため、添加量を設定するのが困難であること、回転するヘッド部分と供試体が近距離のため、研磨材をヘッドと供試体の接地面である摩耗部分に均一に正確に添加するのが困難であったことなどから適用不可であると判断した。

2) 試験時間の検討 (ステップ2)

上記のステップ1と同じ一体成型①に対し、第1段階により設定したステンレス管を用いてウェットトラック摩耗試験を実施した。

摩耗水準は5段階とし、各段階でBPN'を測定した。結果を図-15に示す。

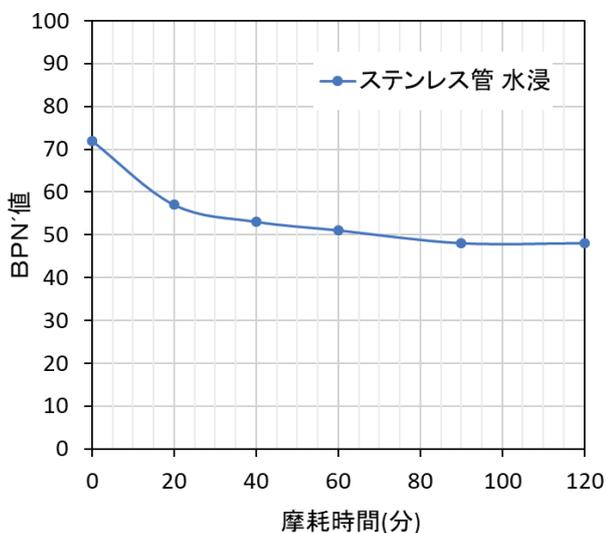


図-15 ステンレス管による摩耗時間とBPN'

時間の経過とともに一体成型①の摩耗の進行が進み、同時にBPN'は低下する傾向がみられた。20分の経過で急激に低下し、その後は、緩やかに減少し、90分経過後と120分経過後は目視及びBPN'値の値に変化が見られないため、概ね90分で摩耗の限界に到達したものであると思われる。これらの結果より、ステップ3では経過時間0分、20分、40分、90分ですべり抵抗を測定することとした。

3) 確認試験 (ステップ3)

誘導用ブロック等の5種類について、ステップ1、ステップ2で設定した摩耗方法 (ステンレス管) と試験時間 (20分、40分、90分) より、摩耗試験およびBPN'の試験を行った。結果を図-16に示す。

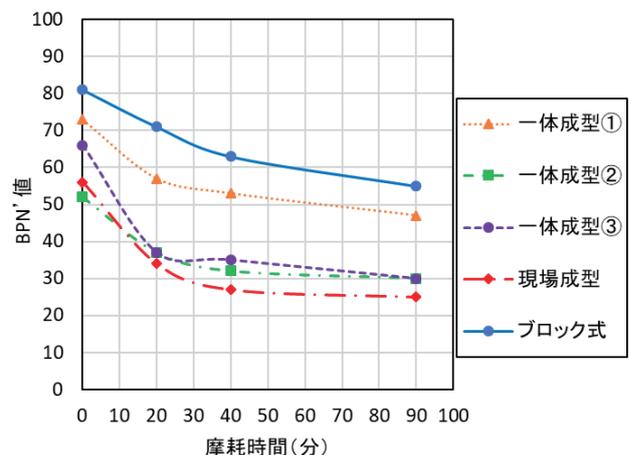


図-16 各方法の摩耗経過時間とBPN'の関係

確認試験結果より、誘導用ブロックの種類によって摩耗経過時間とBPN'の関係に差がみられ、最も低下率の小さいのがブロック式であり、次いで一体成型①であった。摩耗量が安定してきた段階で最も低い値となったのが現場成型であった。

また、一体成型②、一体成型③および現場成型は、概ね40分経過後からのBPN'の低下度合いは小さく、摩耗の限界時間と判断される。ブロック式と、一体成型①は90分経過後でもBPN'は低下傾向にあった。

4) 促進摩耗試験における試験条件

誘導ブロック等に求める耐久性として、およそ10年程度は所定のすべり抵抗値を維持することが期待される。このため、現場にて供用されている製品のすべり抵抗値から、おおよそのすべり抵抗値に対する摩耗時

間を推定した。

現場のすべり抵抗値において、経過年数が5年と分かっている一体成型②のすべり抵抗値がBPN' 45であった。

この現場における測定時の測定温度は9.1℃であったため、促進摩耗試験の実施温度である25℃で換算すると約37BPN' と換算できる。

一体成型②の25℃で5年間供用に相当する37BPN' に達する摩耗時間は、図-16から約20分である。このため、10年間供用するとした場合の摩耗時間は倍の40分と推定される。

これらの結果から、10年供用したものと同等の促進摩耗を行う場合の促進摩耗試験における試験条件は以下と考えられる。

【誘導ブロックの促進摩耗試験】

- ・使用試験機：ウエットトラック試験機
(ただし、摩耗ヘッドはステンレス管を使用)
- ・試験温度：20℃
- ・試験時間：40分
- ・供試体は切断・接合等により、所定の面積を満足するよう設定

この試験を行ったのち、適宜望ましいすべり抵抗値を満足するよう規格値を設定することで、供用による劣化を考慮した製品の性能要件を設定することが可能になると考えられる。

4. まとめ

(1) 誘導ブロックの測定方法について

- ・誘導ブロックのすべり抵抗値は、振り子式スキッドレジスタンステストを準用したBPN' を用いて評価することが可能である。
- ・BPN' はBPNと強い相関があり、 $BPN' = 1.0964 \times BPN - 12.241$ の相関関係が導き出された。
- ・道路工事設計基準に示される歩道のすべり抵抗の目安である「BPN40」は、換算するとBPN' 32と同程度であることが明らかとなった。
- ・誘導ブロック等の温度による影響は、ブロック式で

はあまり影響がないが、誘導シートでは温度による影響が大きい。

・誘導シートの20℃を標準とした温度補正式は下記となる。

$$BPN_{20} = BPN_t + \frac{5.069 \times (t-20)}{10} \quad \text{式-1}$$

$$BPN'_{20} = BPN'_t + \frac{3.930 \times (t-20)}{10} \quad \text{式-2}$$

ここに、BPN₂₀ : 20℃に補正したBPN

BPN_t : 試験温度t℃のときのBPN

BPN'₂₀ : 20℃に補正したBPN'

BPN'_t : 試験温度t℃のときのBPN'

t : 試験温度(℃)

(2) 誘導ブロックの望ましいすべり抵抗値

- ・現場における被験者実験(自転車・歩行者)の結果から、誘導ブロックのすべり抵抗値は40BPN'以上が望ましいと考えられる。
- ・促進摩耗試験については、ウエットトラック試験を準用した方法を用いることが可能であることが分かった。

5. おわりに

本検討の結果から、誘導ブロックのすべり抵抗についてすべり抵抗の測定方法と性能要件を定め、より安全な製品の適用に向けた方法がある程度明らかになったと考えている。

すべり抵抗の被験者実験などはデータがまだ少ないため、ある程度傾向的なもので判断をせざるを得ないところがあるが、今後の検討により検証していく必要があるものと思われる。

本検討については道路管理部安全施設課及び各建設事務所に多大なる協力を頂いた。感謝を申し上げる次第である。

参 考 文 献

- 1) (公社)日本道路協会：舗装調査・試験法便覧、平成19年6月