土系舗装におけるすべり抵抗に関する調査結果の一考察

オリエンタルコンサルタンツ　正会員　○植田　知孝
レインボーコンサルタント　非会員　木島　一郎
国土交通省　関東地方整備局　関東技術事務所　非会員　片倉　弘美

１．はじめに

土系舗装は、景観性に優れ、適度の弾力性と衝撃吸収性を備えていることから歩きやすく、歩道や園路に適用されているが、統一的な評価方法等は定まっていない。また、基礎実験から、土系舗装に浮き砂等が発生した場合、ＢＰＮによる評価では、すべり抵抗を適切に評価出来ないという課題が挙げられている。

関東地方整備局では、平成 19 年度より土系舗装の試験施工を実施し、その適用性等を評価するための追跡調査を行ってきた。本稿では、土系舗装の性状のうちすべり抵抗に着目し、試験舗装箇所についてＢＰＮの他、ＣＳＲ・自転車制動調査を実施し、土系舗装のすべり抵抗に関する評価方法の検討を行った結果を報告するものである。

２．調査概要

調査箇所は、表 2.1 に示す 8 箇所である。施工後 3 年まで経過した土系舗装についてすべり抵抗を評価するため、下表のとおりＢＰＮ・ＣＳＲ・自転車制動調査を実施した。

表 2.1　各調査箇所の土系舗装

調査箇所	施工 延長 (m)	施工 規模 (m^2)	施工 工種	調査時期 施工時期	調査時期 年度	調査時期 施工後	調査時期 調査時期	すべり抵抗に関する調査項目 ＢＰＮ（点）	すべり抵抗に関する調査項目 ＣＳＲ（点）	すべり抵抗に関する調査項目 自転車制動試験（点）
A	120	360	ｾﾒﾝﾄ系区分Ⅲ（ﾏｸﾞﾌｫｰﾑﾐｯｸ）	平成21年2月	H21	3ヶ月後	H21.6	－	－	－
					H21	6ヶ月後	H21.8	－	－	－
					H21	1年後	H22.2	●	－	－
					H22	1.5年後	H22.9	●	●	●
					H23	2.5年後	H23.9	●	●	●
B	48	163	ｾﾒﾝﾄ系区分Ⅰ（高炉ｾﾒﾝﾄ）	平成21年2月	H21	1年後	H22.2	●	－	－
					H22	2年後	H23.2	●	●	●
					H23	3年後	H24.2	●	●	●
C	70	140	ｾﾒﾝﾄ系区分Ⅲ（ﾏｸﾞﾌｫｰﾑﾐｯｸ）	平成20年2月	H21	2年後	H22.2	●	－	－
					H22	3年後	H23.3	●	●	●
D	94	235	ｾﾒﾝﾄ系区分Ⅰ（高炉ｾﾒﾝﾄ）	平成20年2月	H21	2年後	H22.2	●	－	－
					H22	3年後	H23.3	●	●	－
E	10	44	ｾﾒﾝﾄ系区分Ⅲ（ｽﾀﾎﾟﾝｿｲﾙ）	平成20年3月	H21	2年後	H22.2	●	－	－
					H22	3年後	H23.3	●	●	－
F	93	315	ｾﾒﾝﾄ系区分Ⅰ（ﾊﾟｰﾌｪｸﾄｸﾚｲ）	平成21年2月	H21	1年後	H22.3	●	－	－
					H22	2年後	H23.3	●	●	●
					H23	3年後	H24.2	●	●	●
G	316	897	ｾﾒﾝﾄ系区分Ⅲ（ﾃﾞｭｿﾙ）	平成21年2月	H21	1年後	H22.3	●	－	－
					H22	2年後	H23.3	●	●	●
					H23	3年後	H24.2	●	●	●
H	200	863	ｾﾒﾝﾄ系区分Ⅱ（ﾘ･ｱｰｽ）	平成20年12月	H21	－	－	－	－	－
					H22	1.5年後	H22.10	●	●	●
					H22	2年後	H23.3	●	●	●
					H23	2.5年後	H23.8	●	●	●

３．調査方法

ＢＰＮ・ＣＳＲ調査は、乾燥状態と湿潤状態についてすべり抵抗を把握することを目的とし、ＢＰＮ調査は、舗装調査・試験法便覧　S021-2、ＣＳＲ調査は、JIS A 1454 高分子系張り床材試験方法に基づき、地面と接地面とのすべり抵抗を測定した。なお、ＣＳＲ調査は、通常室内の床等の履き物の違いによるすべりを評価する指標として用いられている。(写真 3.1)

自転車制動調査は、現時点で舗装を評価する方法としては確立されていない。そこで、自転車の性能評価に関する方法である JIS D 9201 に準拠した。測定方法は、２点間（A 地点（In)、B 地点（Out)）の距離を測定し、A 地点手前まで加速し（ペダルをこぐ)、約 15km/h で B 地点までは惰性走行を行い、B 地点で後輪のみブレーキを駆け、その時の自転車が停止した C 地点と B 点間の距離を測定し、制動距離を算出した。調査は、浮き砂の量を変化させた時の違い及び晴天時と雨天時に着目して行った (図 3.2)。

写真 3.1　ＣＳＲ調査

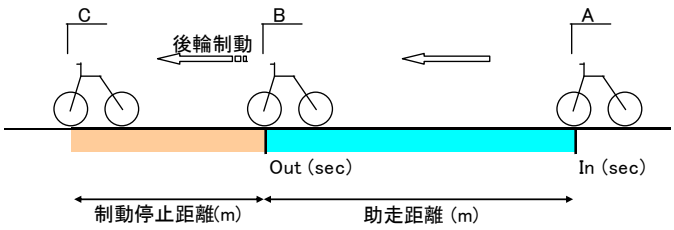

図 3.2　自転車制動調査

４．調査結果

（１）ＢＰＮとＣＳＲの調査結果について

現地調査乾燥状態と湿潤状態のＢＰＮとＣＳＲを比較すると、乾燥状態は概ねＣＳＲの値はＢＰＮの

キーワード　土系舗装，すべり抵抗，自転車制動，ＣＳＲ調査，ＢＰＮ調査
連絡先　〒151-0071　東京都渋谷区本町 3-12-1　ＳＣ事業本部　保全防災事業部門　ＴＥＬ03-6311-7855

値の 1/100 で相関が認められるが、湿潤状態ではばらつきが大きく相関が低い。

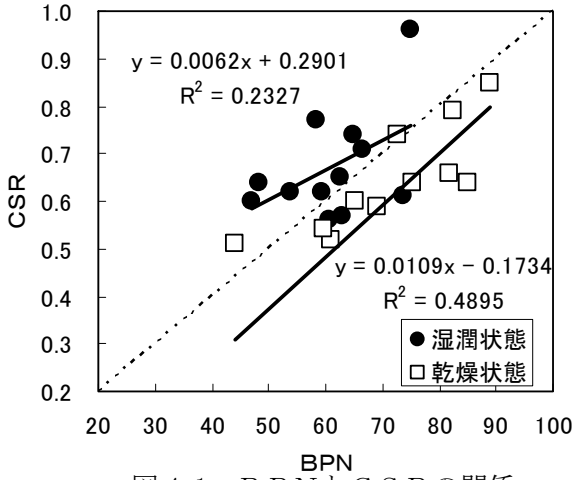

図 4.1　ＢＰＮとＣＳＲの関係

また、Ｈ箇所において土系舗装の表面の浮き砂量を変化させて測定を行った。浮き砂量は「200g/m2」、「600g/m2」、「1000g/m2」、「1400g/m2」の計４パターンを設定した。

その結果、ＣＳＲは浮き砂が多い方が滑る（値が小さい）と想定されるのに対して、ＢＰＮは必ずしも同様な傾向は見られなかった。また乾燥状態と湿潤状態を比較すると、ＣＳＲは湿潤状態の方が滑りやすくなるが、ＢＰＮは大きくは変化していない。

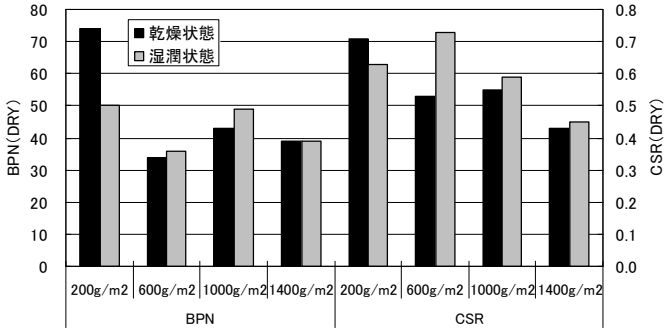

図 4.2　浮き砂の違いよるＢＰＮとＣＳＲの関係

一方、利用者へのアンケート調査を行ったが、歩行時にすべりを感じると回答されたのは CSR 値が小さい場合であった。以上のことからＢＰＮに比べＣＳＲの評価の方が、利用者との反応がよく、整合性が認められた。

（２）自転車制動調査結果について

自転車制動調査についてもＨ箇所で浮き砂量の違いによる調査を行った。また、併せて密粒舗装でも同じ試験を行い、土系舗装との違いを確認した。

自転車制動試験の結果より、走行速度と停止距離の関係（図 4.3）をみると、土系舗装の表面の浮き砂量が「浮き砂量なし」～「200g/m2」は、ほぼ同程度であるが、「1000g/m2」から走行速度と停止距離の関係に変化がみられた。特に「1400g/m2」では、顕著に現れており速度が速くなると停止距離が長くなる。

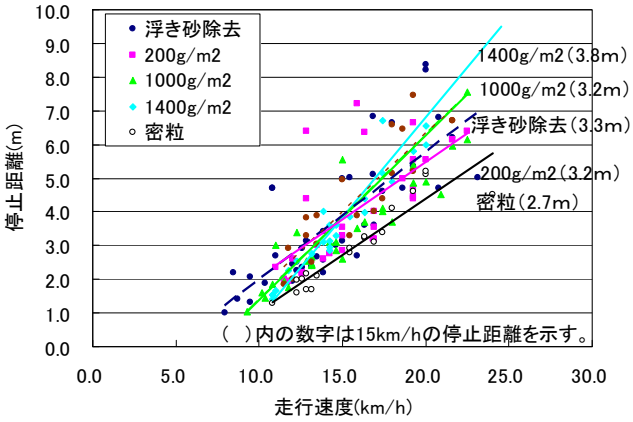

図 4.3　自転車制動調査結果（Ｈ箇所）

また、晴天時と雨天時について土系舗装と密粒舗装の比較を図 4.4 に示す。その結果、晴天時・雨天時で停止距離に大きな差はなく、両者とも土系舗装の方が、制動停止距離が長い状況であった。

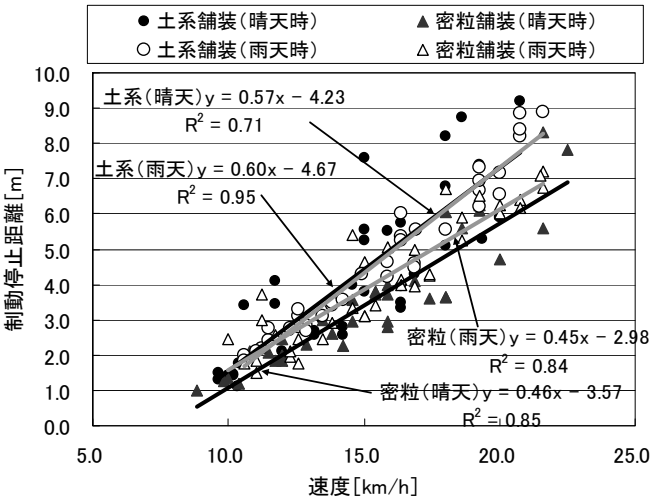

図 4.4　自転車制動調査結果（Ｈ箇所）

５．まとめ

ＢＰＮとＣＳＲを比較すると、乾燥状態に比べ湿潤状態の時にばらつきが大きかった。また、浮き砂の量が多いほどＣＳＲは小さくなり、滑りやすい状況を示しており、ＣＳＲの方が利用者の「すべる」と感じる感覚と一致していた。

自転車制動調査は、土系舗装の表面の荒れ（浮き砂量の増加）に伴い自転車の停止距離が変動するなど、表面の状態と制動距離に関係性がみられた。

６．おわりに

調査の結果、土系舗装の歩行者向けのすべり抵抗の評価方法として、ＣＳＲが適用可能と思われる。また、自転車制動試験についても、動的なすべり抵抗の評価方法として適用の可能性があると思われる。但し、被験者によるバラツキが出ることも想定されるので、今後更なる調査研究が必要である。