

性能管理型舗装工事の試行について

菅原 達也¹

¹東北地方整備局 酒田河川国道事務所 工務第二課 (〒998-0011 山形県酒田市上安町1-2-1)

道路事業を取り巻く環境が厳しさを増す中で、舗装の維持管理においても、より一層のコスト縮減、効率化が求められており、ライフサイクルコストを意識した耐久性の向上と長寿命化を図っていく必要性が高まっている。

本報告は、新設の排水性舗装を対象に、施工完了から一定期間経過した後の性能の管理と保証を求める長期保証制度の確立に向けて、性能指標および保証期間について検討したものである。

キーワード 舗装工事, 路面性状, 性能規定, 機能回復, 長期保証制度

1. はじめに

近年、公共事業における厳しい予算事情を背景に、直轄道路の維持管理においては、より一層のコスト縮減、効率化が求められている。

東北地方整備局では、経年劣化に伴い維持・補修が生じる密粒度系のアスファルト舗装において、舗装の長寿命化、維持・管理コストの縮減を図るため、道路舗装に長期保証を求める工事を試行しているが、排水性舗装においても走行性等に係る路面排水性能を維持するための管理値を規定した舗装工事と維持工事を一体とした新たな発注の制度化が必要となっている。

そこで、性能基準値を設定した工事の試行に向けて、「道路舗装の性能管理に関する検討委員会」を設立し、性能向上に向けた一体工事の契約等に関する制度面と性能管理方法の技術面等の検討を行った。

検討にあたっては、東北地方整備局管内の排水性舗装における路面性状等の既存資料を収集すると共に、現在、供用中の高規格幹線道路の透水性能に関する現地調査・試験を行った。

これらの結果を基に検討を行い、性能保証の基準値、透水性能回復費の計上方法、性能規定値を満足しない場合の措置および免責事項等について一つの提案を行うものである。

2. 東北地方整備局における取組みと現状

(1) 性能規定発注方式の取組みと課題

東北地方整備局では、必要とされる性能のみを規定し、材料・施工方法等の仕様については、受注者の提案を受ける性能規定発注方式を、1999年度から2006年度まで試行的に導入したのち2007年度より全ての舗装工事で性能規定発注を開始した。性能規定発注方式は、従前より受注者の技術力・工夫を活かしやすいことから、新技術の開発による品質・性能の向上や長期的にはコスト縮減にも寄与するものと期待されてきたが、現状では、原則として施工直後から1年経過程度の規格値を求めるものであり、舗装の耐久性、長寿命化の観点から見た場合は必ずしも満足のものではなかった。その後、2009年度から密粒度系のアスファルト舗装工事を対象に、長期保証付性能規定発注方式を5工事で試行を行った。

(2) 排水性舗装の現状

a) 排水性舗装の整備目的

排水性舗装は、1996年に「排水性舗装技術指針(案)」が発刊されて以来、着実にその整備延長を延ばしている。その整備は、高規格幹線道路の場合、主に“雨天時の走行安全性の確保”を目的とし、直轄国道を初めとする一般道では、主に都市部を中心に“自動車交通騒音の低減”を目的として進められている。

なお、東北地整施工の高規格幹線道路においては、高速走行性・安全性の確保を目的として、2006年度から排水性舗装を標準としている。

b) 排水性舗装の変遷等

東北地整における排水性舗装は1990年度に試験施工を実施したのが始まりである。その後、騒音対策として一般道で採用し、2002年度から、積雪寒冷地での骨材の飛散抑制を考慮し、現在の配合及び性能となった。(骨材最大粒径13mm, 空隙率17%, 透水量800 m l /15sec)

2002、2003 年度に環境対策の大型補正により一挙に延長が伸び、2006 年度からは高規格幹線道路においても排水性舗装を施工している。(図-1)

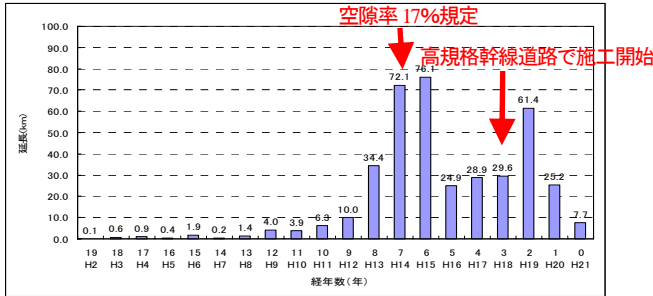


図-1 排水性舗装の経年別施工延長

(3) 排水性舗装における路面性状の実態

東北地方整備局が管理する高規格幹線道路を対象とした路面性状調査結果をもとに経年変化による変状の状況について整理し、舗装のわだち掘れ量、ひび割れ率についてヒストグラム化を行い各年度の状況を確認した。合わせて、透水量についても現場透水試験・洗浄調査の結果をもとに排水性舗装のデータを抽出し、経年変化による状況を踏まえマスターカーブにより透水量の状況を確認した。(表-1、表-2)

表-1 実態調査概要 (現場透水試験、洗浄調査)

実施箇所	実施時期	調査内容	調査データ数
琴丘能代道路	2010年 7月 7日	現場透水試験	6
湯沢横手道路	2010年 7月 26日	現場透水試験	10
仁賀保本荘道路	2010年 10月 5日	現場透水試験、洗浄調査	7
湯沢横手道路	2010年 11月 16日	現場透水試験、洗浄調査	7

表-2 実態調査概要 (わだち掘れ量、ひび割れ率)

実施箇所	実施時期	調査内容	調査データ数
琴丘能代道路 (能代東~ニツ井)	2007~2010年度	路面性状測定車	5 7 2
湯沢横手道路 (雄勝~三関)	2007、2008、2010年度	路面性状測定車	4 3 6
仁賀保本荘道路	2007、2008、2010年度	路面性状測定車	3 8 5
日治道 (本荘~岩城)	2007、2008、2010年度	路面性状測定車	7 2 9

a) 実態調査によるわだち掘れの実測値 (表-3)

- 東北地方整備局の実態調査結果より、0年(使用後1年未満)の平均が4.1mmで、4年後の平均が5.9mmであることから、1年で約0.5mm増加する傾向にあった。
- 3年後のわだち掘れ量は、平均は5.1mmで平均+2σは7.9mmであった。
- そのうち高規格幹線道路では、3年経過した時点でも殆どわだち掘れは発生していなかった。

- 更に調査結果を見る限り、3~4年程度の経年数では、わだち掘れは、殆ど発生が見受けられなかった。

表-3 データ統計値 (わだち掘れ)

経年	データ数	わだち掘れ量(mm)						
		最小値	最大値	平均	標準偏差	平均+σ	平均+2σ	平均+3σ
0	105	2.4	7.1	4.1	1.0	5.1	6.1	7.0
1	105	2.2	8.4	4.6	1.6	6.2	7.9	9.5
2	35	3.1	7.7	5.3	1.3	6.6	7.8	9.1
3	1630	2.0	15.8	5.1	1.4	6.5	7.9	9.3
4	247	3.5	11.1	5.9	1.3	7.3	8.6	9.9

b) 実態調査によるひび割れ率の実測値 (表-4)

- 東北地方整備局内の実態調査結果より、3年後のひび割れ率は、0.0mmで平均+2σで0.5mm以下となっているため、3年経過した時点ではほとんどひび割れは発生していなかった。
- 舗装管理支援システムに用いられているひび割れ率の予測式により3年経過のひび割れ率を算出すると4%程度となった。
- 高規格幹線道路では、3~4年程度の経年数では、ひび割れはほとんど発生しておらず、排水性舗装のひび割れに関する課題は見当たらなかった。

表-4 データ統計値 (ひび割れ率)

経年	データ数	最小値	最大値	平均	標準偏差	平均+σ	平均+2σ	平均+3σ
3	1928	0.0	4.9	0.0	0.2	0.3	0.5	0.7
4	247	0.0	0.6	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1

c) 実態調査による透水量の実測値 (表-5、図-2)

- 完成時(0年)の透水量は、性能基準値の800 (m l /15sec) に対して、最大値 1371 (m l /15sec)、平均値 1226 (m l /15sec) (約1.5倍)、また、最小値でも1075 (m l /15sec) と大きく上回っていた。
- 3年後、476~1262 (m l /15sec) で分布(平均 724 (m l /15sec)) していた。
- 透水量が0 (m l /15sec) となる経過年数は、実態調査の0年と3年の最小値を結んだ線を見ると、5.4年(約5年)、同じく0年と3年の平均値を結んだ線では、7.3年(約7年)となった。

表-5 高規格道の透水量の統計値

経年	データ数	透水量(ml/15sec)						
		最小値	最大値	平均	標準偏差	平均+σ	平均+2σ	平均+3σ
0	21	1075	1371	1226	84	1142	1058	974
3	60	476	1262	724	223	501	278	55

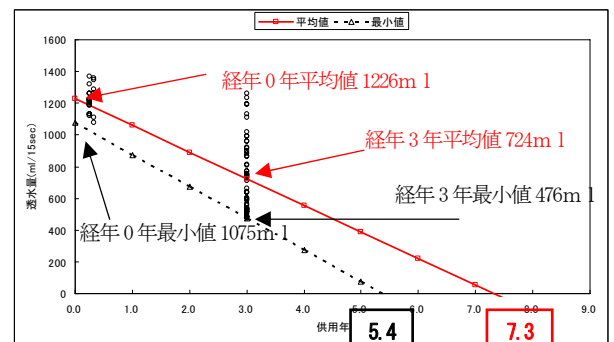


図-2 透水量と供用年数の関係

d) 透水量の性能回復調査

- 性能回復作業前と作業後の透水量を比較した。性能回復前後を比較した結果、作業前 600~1000 (m l /15sec) の範囲の回復量が概ね 100m l 以上と大きいことがわかる。また、作業前 600 (m l /15sec) 以下、1000 (m l /15sec) 以上の値を見ると 100m l 以下と回復量が少ないことから、性能回復効果があるのは、性能回復作業前の現場透水量が 600~1000 (m l /15sec) の時である。(表-6)

表-6 性能回復前後の透水量

区間	測点	測定位置	透水量 (ml/15sec)			備考
			作業前	作業後	回復量	
本荘IC~仁賀保IC	46.3	OWP	771	743	-28	
	46.0	OWP	641	744	103	
	45.0	OWP	1195	1264	69	
	44.5	OWP	989	994	5	
	43.0	OWP	1108	1165	57	
	42.5	OWP	1234	1182	-52	
	42.0	OWP	1133	1229	96	
	46.3	BWP	660	792	132	
	46.0	BWP	638	688	50	
	45.0	BWP	989	994	5	
	44.5	BWP	1262	1294	32	
	43.0	BWP	1190	1198	8	
	42.5	BWP	772	1198	426	差
	42.0	BWP	957	1006	49	
	雄勝こまちIC~須川IC	183.6	OWP	923	1213	290
183.9		OWP	814	959	145	
184.2		OWP	755	724	-31	
184.5		OWP	808	944	136	
184.8		OWP	902	1180	278	
185.1		OWP	917	1090	173	
185.4		OWP	865	1140	275	
183.6		BWP	885	1177	292	
183.9		BWP	752	732	-20	
184.2		BWP	519	456	-63	
184.5		BWP	726	873	147	
184.8		BWP	957	1087	130	
185.1		BWP	1020	1216	196	
185.4		BWP	861	1188	327	

注) OWP : 道路上車輪が接地する位置 BWP : 道路上車輪が接地しない位置

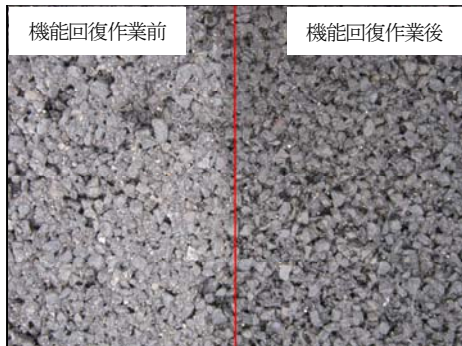


写真-1 機能回復作業前後の表層

e) 透水量の性能回復量について

性能回復量の決定にあたっては、実施した調査結果より抽出したOWP・BWPのデータをもとに検討した。なお、データ間に大きな傾向の違いが見られないことから、現場透水試験データ (OWP・BWP) 全てを含んだ 28 データの結果より数値をまとめ、性能回復前透水量と回復後透水量の関係を回帰曲線に表し、性能回復量について検討した。

検討した結果、測定値のパラツキ、測定誤差等を考慮し、最小値の平均値 (93.6m l /15sec) より回復量を 100 (m l /15sec) に設定した。(図-3)

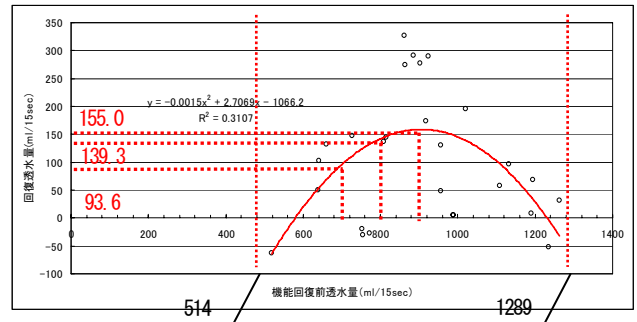


図-3 性能回復作業前の透水量と作業後の回復透水量の関係

3. 課題に対する解決策と解決策に至るまでの経緯

長期保証付性能規定発注の検討時に実施した各種調査の結果および知見ならびに、今回排水性舗装を採用した新設路線で新たに実施した調査結果を基に、下記を骨子とする新設舗装と維持工事 (新設+維持の4年国債) を一体で発注するための制度 (案) を作成し、試行工事を発注した。

(1) 性能基準値の設定

a) わだち掘れ量

供用3年後の調査値で性能規定値の検討を行うと、平均値は 5.1mm、平均+2σでは 7.9mmとなることから、供用から3年後に求められるわだち掘れ量は 8.0mmとした。(表-7、図-4)

また、今回のデータでわだち掘れ量が 8.0mmより大きいデータは全 1630 データ中 127 データであったことから、達成率は 92%となった。東北地方整備局内の実態調査結果では、密粒度アスコンの3年後のわだち掘れ量でも、平均+2σで 8.0mm以下となっており、満足する数値になっていることから3割程度の寿命向上を期待している。

表-7 わだち掘れ量の性能基準値

経過年数	わだち掘れ量
3年後	8.0mm以下

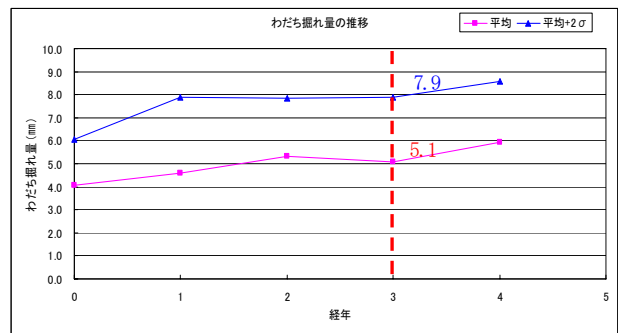


図-4 わだち掘れ量の推移

b) ひび割れ率

供用3年後の値は、平均は 0mmである。また、階

級幅の平均+2σ値を0.5%に取り累積度数分布を求めると、0.0~0.5%で累積度数は97.4%、0.5~1.0%で97.82%となった。

このことから、対象とする高規格幹線道路では、3年程度の供用期間において排水性舗装にひび割れは、ほとんど発生しないものと考えられるが、わだち掘れとひび割れが相反する性質であることから、道路維持修繕要綱の自動車専用道路維持修繕要否を判定目標値とし、20%未満とした。(表-8、図-5)

表-8 ひび割れ率の性能基準値

経過年数	ひび割れ率
3年後	20%未満

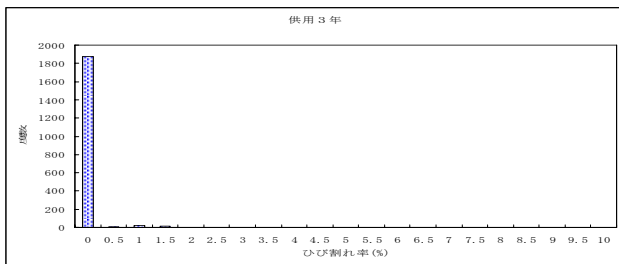


図-5 供用3年の高規格道のひび割れ率

C) 透水量

透水量の管内過年度実績の最低値(1075 (m l /15sec))に加え、データのばらつき等によるリスクを回避するため、調査実績から-2σ値(1058 (m l /15sec))を勘案し、初期値を1000 (m l /15sec)と設定した。また、基準値は施工区間の平均値とした。また、性能回復作業(回復想定100m l /15sec)を2回とした場合は2回目以降の透水量と同程度となり、平均値程度までの性能維持を目指すこととし、設計ラインの各年の数値をラウンドして目標値とした。ただし、個々の値が現行基準値の800 (m l /15sec)を下回らないこととした。(表-9、図-6)

表-9 透水量の性能基準値

経過年数	透水量
初期値	1000 (800) (m l /15sec)
1	900 (m l /15sec)
2	800 (m l /15sec)
3	700 (m l /15sec)

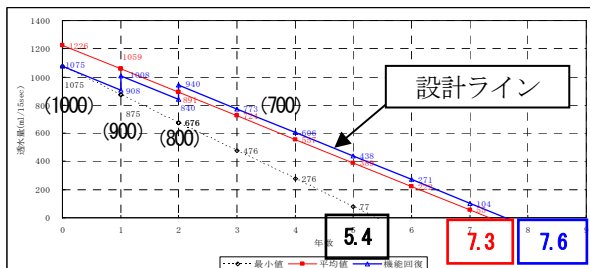


図-6 3年目の透水量回復指標値(回復2回)

(2) 性能管理期間

通常の道路維持(巡回・清掃・除雪等)に加え、新設舗装区間における規格値を満足するための性能管理を行うこととした。

性能管理期間としては、一般道路における透水量が3年程度で0mm前後となる箇所が存在したこと及び、高規格幹線道路における排水性舗装の施工後経年数が最大4年のため、検討に使用した調査データの大半が3年分のデータであったことから性能管理期間を工事完了後3年とした。

(3) 性能回復費の計上

透水量について、工事完了1年後および2年後において、規定値を満足し、性能回復に係る行為が実施された場合、性能に応じて性能維持費を支払うこととし、支払い上限は「規定値+100m l」とした。また、性能回復行為は、受注業者のノウハウや創意工夫を活かすため、内容、時期等は限定しないこととした。(図-7)

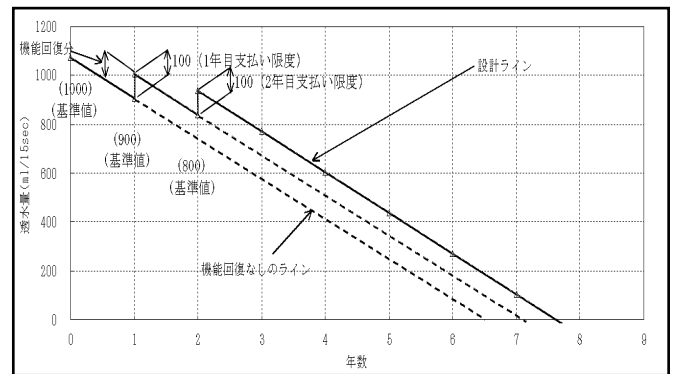


図-7 性能回復費の支払いイメージ

(4) 性能基準値を満足しない場合の措置

性能基準値を満足できなかった場合は、わだち掘れ量については、3年後、9mm以上~25mm未満、透水量については、3年後、回復措置又は透水量の程度に応じて違約金を求め、それ以外の場合は回復措置を求める。また、新設時の透水量が性能規定値を満足しない場合は、未完成の扱いとする。(表-10)

表-10 性能基準値一覧

性能保証項目	新設時	1年後	2年後	3年後(契約完了時)
わだち掘れ量	-	25mm未満 (回復措置)※	25mm未満 (回復措置)※	25mm未満 (回復措置)※
ひび割れ率	-	20%未満 (回復措置)※	20%未満 (回復措置)※	20%未満 (回復措置)※
現場透水量	1000m l /15sec以上	900m l /15sec以上	800m l /15sec以上	700m l /15sec以上
	未完成の扱い	回復措置 (洗浄)	回復措置 (洗浄)	回復措置 (洗浄又は違約金)

※(回復措置)は切削オーバーレイ

上段:性能基準値 下段:基準値に満たない場合の措置

(5) 違約金の考え方

3年後のわだち掘れ量、透水量の測定基準値に対する達成度合いに応じて違約金を徴収する。(式-1、式-2)

式-1 違約金計算式（わだち掘れ量）

長期保証に関する違約金
$= \sum (T3i - Ts) \times (25\text{mm} - Ts)$
× 切削オーバーレイの単価 × 該当面積 A_i
$T3i$ (mm) : 測点 i における3年後のわだち掘れ量
Ts (mm) : 3年後のわだち掘れ量の指標値 = 8mm
25mm : 舗装の修繕基準
切削オーバーレイの単価 : 間接費含む
該当面積 A_i : 3年後のわだち掘れ量が9mm~24mmの測点 i を含む区間の面積 (該当面積は指標値を超過する部分とし、区間は20m単位とする)

式-2 違約金計算式（透水量）

長期保証に関する違約金
$= \sum (Vs - V3i) \div (Vs - Vmin)$
× 切削オーバーレイの単価 × 該当面積 A_i
$V3i$ (ml/15sec) : ブロック i の3年後の現場透水量測定値
Vs (ml/15sec) : 3年後の現場透水量の指標値 = 700ml/15sec
$Vmin$ (ml/15sec) : 現場透水量の最低基準値 = 0ml/15sec
切削オーバーレイの単価 : 間接費含む
該当面積 A_i : 3年後の現場透水量測定値が700ml/15secのブロック i の面積 (該当面積は指標値に満たないブロックとし、区間は20m単位とする)

(6) 指標の確認（測定）方法

- ・ わだち掘れ量及び、ひび割れ率は「舗装調査・試験法便覧、（社）日本道路協会、平成19年6月」に準拠する。
- ・ 透水量の初期値については「共通仕様書（東北地方整備局）」に準拠する。
→ 1000㎡毎に1箇所割合で測定し、これらの平

均値で評価する。（路面全幅対象）

- ・ 透水量の1, 2, 3年経過後は、100m単位で評価
→ 100m毎に3箇所の割合で測定し、これらの平均値で評価する。（車道及び側帯を対象）
→ 基準値を下回った場合、対象の100m区間を更に20m間隔のブロックに分割、ブロック毎に3点の割合で測定し、これらの平均値で評価する。
(図-8)

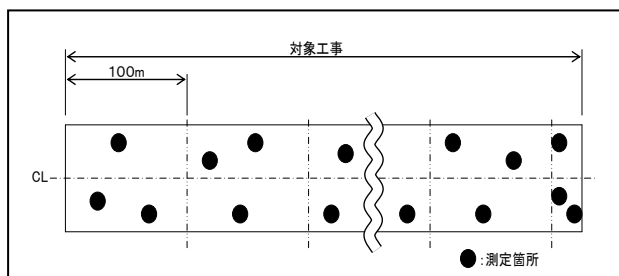


図-8 測定箇所イメージ（透水量試験）

4. おわりに

本方式は2011年度に日本海沿岸東北自動車道（温海～鶴岡間）の舗装工事（1件）での試行が決定している。（8月契約済）

メリットとして、新設舗装段階での維持管理を意識した施工によるより良い品質の確保及び、新設時の知見を活かした効率的な維持管理が期待されている。

また、性能管理期間における測定結果については、分析を行い、今後の排水性舗装の品質向上の基礎資料とするとともに、併せて受注者に対するヒヤリング等により、本方式の問題・課題を把握し本格導入に向けた検討を行う予定である。