

QRP 工法（急速舗装修繕工法）

山田 健・尾崎 浩司

QRP 工法は、舗装打換え時における交通規制による交通渋滞の緩和および耐久性の高い舗装の築造を目的に国土交通省中国地方整備局中国技術事務所と（社）日本道路建設業協会中国支部が共同で開発し、平成 6 年 2 月に「QRP 工法 共同開発報告書設計・施工技術指針（案）」を取りまとめた。その後も研究や追跡調査を行い、等値換算係数について暫定値であるが、「1.0」に統一できると判断できたため、その成果を取りまとめ平成 19 年 4 月に「QRP 工法 設計・施工技術指針（案）【第 2 回改訂版】」として発行した。

本稿では、QRP 工法の概要と第 2 回改訂版の概略および等値換算係数の検討経緯について紹介する。
キーワード：工期短縮（急速施工）、早期交通開放、等値換算係数、リサイクル（再生混合物）、コスト縮減

1. はじめに

QRP 工法（QUICK REPAIR PAVEMENT：急速舗装修繕工法）は、舗装打換え時における交通規制による交通渋滞の緩和および耐久性の高い舗装の築造を目的とした、大粒径アスファルト混合物による急速施工工法である。

中国地方整備局中国技術事務所と（社）日本道路建設業協会中国支部では、平成 3 年度から平成 5 年度で共同開発し、「QRP 工法 共同開発報告書 設計・施工技術指針（案）」を平成 6 年 2 月に取りまとめた。その後、QRP 工法の適用性拡大のニーズが高まり、「再生骨材の利用」、「等値換算係数の検討」、「重交通路線の中間層・基層への適用」など、諸問題を解決するために平成 13 年度より平成 15 年度の 3 カ年にわたり技術指針（案）の見直しを行い、平成 17 年 3 月に「QRP 工法 共同開発報告書 設計・施工技術指針（案）【第 1 回改訂版】」を取りまとめた。

しかし、等値換算係数についての課題が残されていたため、試験舗装箇所の追跡調査結果を基に統一に向けての検討を行った。その結果、等値換算係数を暫定値であるが、「1.0」に統一できると判断できたため、「QRP 工法 設計・施工技術指針（案）【第 2 回改訂版】」としてその成果を取りまとめ、標準的な設計・施工方法を示した。併せて、舗装設計施工指針などの改訂により変更となった改質アスファルトの名称や標準的性状値の変更等についても修正を行った。

2. 工法の特徴

本工法は、基層（中間層を含む）および上層路盤（瀝青安定処理層）を同時に 1 回の敷均しで舗設する施工方法であり、以下の特徴がある。

- ①1 回の敷均し厚さを厚くして効率よく舗設することから、通常の施工に比べ施工時間が短縮され、交通規制に伴う渋滞が緩和される。また、作業工程が少なく施工の合理化、省力化が図れる。
- ②大粒径アスファルト混合物（QRP 工法用大粒径混合物）は、骨材の噛み合わせによる安定性が高く、高い動的安定度を示し、耐流動性が高く締固め後の変形が少ないことから、従来の厚まきだし工法に比べ早期に交通開放できる。
- ③本工法に使用する QRP 工法用大粒径混合物は、新規骨材および再生骨材とも利用可である。
- ④敷均しは、締固め装置にシングルタンパと振動スクリードを用いたアスファルトフィニッシャ（TV 併用型 AF）あるいはダブルタンパやプレッシャバーなどを用いた高締固め型アスファルトフィニッシャ（高締固め型 AF）を使用するため、従来の厚まきだし工法に比べ施工速度が速く均一に仕上げることが出来る。また、締固めは通常のアスファルト舗装の施工に使用される機械を用い、通常のアスファルト舗装と同様の手順で施工できる。
- ⑤舗装厚さが厚く舗装体の温度低下が緩慢なことから、寒冷期における舗設は有利である反面、夏期や作業時間に制約がある場合などは、わだち掘れ防止

に留意する必要がある。

- ⑥早期の交通開放に伴い初期に発生する路面変形の対策には、「出荷温度を可能な限り低く設定」、「中温化技術の適用」および「ポリマー改質アスファルトの使用」などの対策を講じることが有効である。また、中温化技術は、QRP工法用大粒径混合物の混合温度を約30℃程度下げることができるため、CO₂削減対策として有用な技術である。

反面、留意する事項もある。

- ①厚層施工のため平坦性の確保が難しい場合があるので、施工機械および施工方法に留意する必要がある。
- ②QRP工法用大粒径混合物は、通常のアスファルト混合物に比べ粗骨材を多く有するため、プラントにおける製造能力が低減する。

以上の様な特徴があり、適用箇所は以下のとおりである。

- ①QRP工法は日当たり施工量が増大することから、施工時間あるいは施工期間の短縮が可能であり、交通の規制時間に制約がある舗装工事および工事期間の短縮が必要な舗装工事などに適用できる。
- ②QRP工法用大粒径混合物は、耐流動性が高く、耐流動対策を必要とする重交通路線の新設舗装および修繕舗装に適用できる。

3. 構造設計

(1) 概説

構造設計にあたっては、「舗装設計施工指針」の「3-6 構造設計」に基づいて設計する。

(2) 舗装構成の決定

(a) 等値換算係数

舗装構成を決定する際に使用する、QRP工法用大

粒径用混合物の等値換算係数は表—1に示す値を用いる。

表—1 QRP工法用大粒径混合物の等値換算係数

使用する位置	等値換算係数 a
基層・中間層 上層路盤 (瀝青安定処理)	1.00 (暫定値)

(b) 舗装構成

本工法は、基層（中間層を含む）および上層路盤にQRP工法用大粒径混合物を使用する。図—1に舗装構成の概念図を示す。

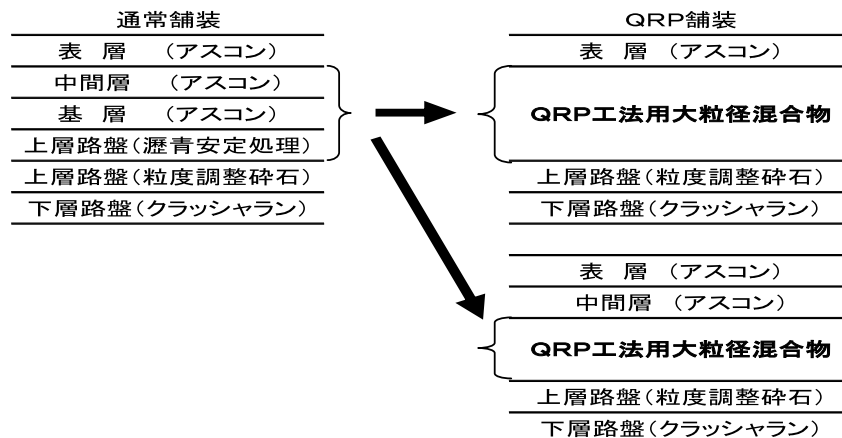
なお、舗装構成の決定にあたり以下の事項に留意する。

- ①表層用混合物の厚さは4～5cmを標準とする。
- ②一層の仕上げ厚さは、骨材の最大粒径による最小仕上げ厚さの制約および施工機械の性能などから、6～25cmを標準とする。
- ③現場条件、施工条件などによりQRP工法用大粒径混合物上にさらに中間層を設ける場合もある。
(・20cm以上の施工で高締固め型AFの調達が困難な場合・平坦性を特に重視する場合・DS3,000以上のQRP工法用大粒径混合物上にDS5,000以上の中間層を設ける場合など)
- ④フルデプスアスファルト舗装工法に適用する場合、施工基盤の考え方は舗装設計施工指針の「3-6-1 疲労破壊抵抗性に着目した構造設計②フルデプスアスファルト舗装の構造設計」に準じる。

4. 配合設計

(1) 概説

QRP工法用大粒径混合物の配合設計は、所定の品



図—1 舗装構成の概念図

質の材料を用い、安定性と耐久性に優れ、敷均し、締固めなどの作業が行いやすい混合物が得られるように行う。また、特性試験としてホイールトラッキング試験を実施する。

(2) 材 料

新規材料の品質規格は「舗装設計施工指針」に、アスファルトコンクリート再生骨材の品質規格は「舗装再生便覧」に示す規格を満足するものを用いる。

(3) 配合設計の手順

配合設計は、マーシャル安定度試験とホイールトラッキング試験で行う。手順は「舗装設計施工指針」に準じて行い、粒度範囲は表—2を標準とする。

QRP 工法用大粒径混合物のマーシャル安定度試験用供試体作成方法を表—3に示す。

設計アスファルト量は、マーシャル安定度試験およびホイールトラッキング試験の結果が表—4の基準

表—2 粒度範囲

最大粒径 (mm)	30
ふるい目 (mm)	粒度範囲
37.5	100
31.5	90 ~ 100
19.0	70 ~ 90
13.2	55 ~ 75
4.75	30 ~ 50
2.36	20 ~ 35
0.60	11 ~ 23
0.30	5 ~ 16
0.15	4 ~ 12
0.075	2 ~ 7

表—3 供試体作成方法

突固め装置	高さ 45cm, 質量 4.5kg
突固め回数 (回)	75
供試体寸法	$\phi = 10.16\text{cm}$, $h = 10.0\text{cm}$
安定度試験 供試体寸法	$h = 6.35$ (10.0cm の供試体を切断)

表—4 試験の基準値

混合物の種類	QRP 工法用大粒径混合物	
アスファルト量 (%)	3.5 ~ 5.5	
マーシャル安定度 に対する基準値	突固め回数 (回)	75
	空隙率 (%)	3 ~ 7
	飽和度 (%)	60 ~ 85
	安定度 (kN)	7.35 以上
	フロー値 (1/100 cm)	20 ~ 60
ホイールトラッキング試験 DS (回/mm)	残留安定度 (%)	75 以上
	目標	3,000 以上

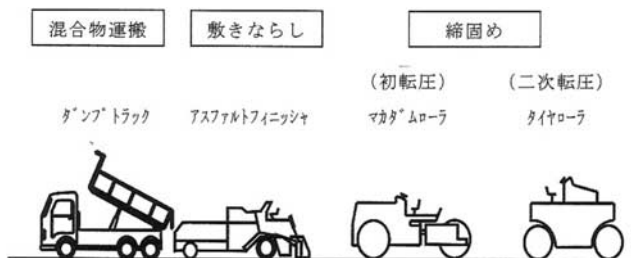
値を満たす範囲で設定する。

- 注 ①最適アスファルト量は、マーシャル安定度試験の基準値を満足する範囲の中央値と下限値の中央値とする。
- ②ホイールトラッキング試験は最適アスファルト量について行う。その供試体厚さは 10 cm とする。
- ③DS5,000 (回/mm) 以上の QRP 工法用大粒径混合物は、ポリマー改質アスファルトを用いる。

5. 施 工

(1) 概 説

QRP 工法用大粒径混合物の施工は、表—2 および表—4 に示す基準を満足する混合物を用い、運搬・舗設は十分に管理され実施しなければならない。標準的な作業工程と機械編成を図—2 に示す。



図—2 作業工程と機械編成

(2) 混合物の製造

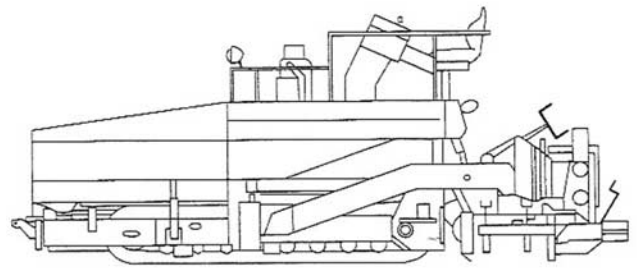
- ①QRP 工法用大粒径混合物の製造は、「アスファルト混合所便覧」第4章アスファルト混合物の製造に準ずる。
- ②QRP 工法用大粒径混合物の製造能力は、バッチ式プラントでは通常混合物に比べ低減するため、施工量に応じた適切な製造能力を有する混合所を選定する必要がある。
- ③早期に交通開放する必要がある場合は、通常より低く設定し、舗設後の養生時間を短縮すると良い。この場合、気象、現場条件を考慮しながら出荷温度を 120 ~ 140 °C 程度 (ストレートアスファルトの場合) とするが、混合時間はウエットミキシングタイムを通常より 5 秒程度長くする。また、低い温度で製造・施工が行える中温化技術の適用や、ポリマー改質アスファルトの使用も検討するとよい。

QRP 工法用大粒径混合物の出荷温度および施工温度の目安を表—5 に示す。

表一五 出荷温度および施工温度の目安

	ストレートアスファルト	ポリマー改質アスファルト
出荷温度(℃)	120～140	130～150
初転圧温度(℃)	110～130	120～140
二次転圧温度(℃)	90～110	100～120
交通開放温度(℃)	70(QRP工法用大粒径混合物の表面温度)	

交通開放温度は、QRP工法用大粒径混合物で交通開放を行う場合の目安を示す。



アスファルトフィニッシャB (横)

(3) 運搬

- ①QRP工法用大粒径混合物の運搬は、「アスファルト混合所便覧」第5章アスファルト混合物の運搬に準ずる。
- ②施工は、品質確保(密度、平坦性等)の観点から連続施工が望ましい。供給量に応じた運搬車台数の確保、あるいは保温貯蔵設備の利用などを検討し、混合物の円滑な供給に努めなければならない。

(4) 舗設

(a) 敷均し

- ①舗設時に型枠が必要となる場合は、木製あるいは鋼製(H鋼)などの型枠を使用し、転圧時の横ズレを防ぐため鉄ピンなどで固定する。路肩側の舗装端部で、型枠を設けずに舗設する場合は、敷均し機械のスクリーン端部にエンドプレートを取付け、45度の勾配ですり付け、敷均し幅は規定幅員より仕上げ厚さ程度広くとり、プレートなどで十分締め固める。
- ②敷均し機械は、1回に所定の敷均し厚さを施工することが可能なアスファルトフィニッシャを使用する。
 - ・一層の仕上げ厚さが20cm以下の場合、TV併用型AFを使用する。
 - ・一層の仕上げ厚さが20cmを超える場合は、高締固め型AFを使用する。

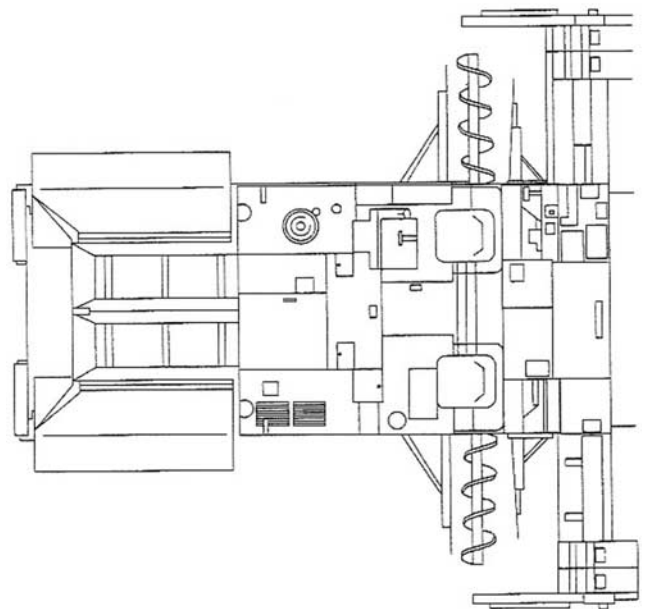
なお、所要の性能が確認された場合は、選定基準によらず使用することができる。

- ③敷均し厚さの余盛り量は、
 - ・TV併用型AFの場合は仕上げ厚さの20%程度、
 - ・高締固め型AFの場合は15%程度、
 を割増の目安とする。

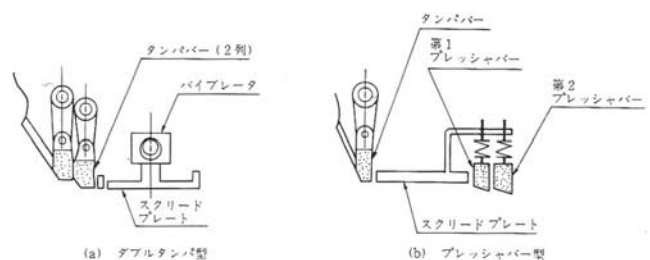
図一三にTV併用型のアスファルトフィニッシャを、図一四に高締固め型のスクリーンの例を示す。

(b) 締固め

- ①締固め機械は、初転圧はマカダムローラ(10～12t)を用い、二次転圧はタイヤローラ(8～20t)



図一三 TV併用型AF



図一四 高締固め型AFの強化型スクリーン

を用いるとよい。補助的な転圧を必要とする場合は振動コンパクターや小型の締固め機械を用いる。

- ②初転圧は、マカダムローラで6回(3往復)以上とし、転圧温度は表一五の値を目安とする。
- ③二次転圧は、タイヤローラで20回(10往復)以上とし、転圧温度は表一五の値を目安とする。

(5) 交通開放

一般に転圧終了後の交通開放は、舗装表面の温度がおおむね50℃以下となるで行うが、QRP工法用大粒径混合物は通常混合物に比べ耐流動性が高く、本工法

は早期交通開放が可能である。QRP 工法用大粒径混合物で交通開放を行う場合の表面温度はおおむね 70℃以下（QRP 工法用大粒径混合物中心部の温度では、おおむね 90℃以下）を目安とする。

ただし、その決定は初期わだち掘れの発生が外気温や大型車交通量などに大きく左右されることから、その都度慎重に行う必要がある。

6. 品質管理および出来形管理

品質管理および出来形管理は原則として国土交通省監修「土木工事共通仕様書」に従う。特にアスファルトプラントにおける合成骨材粒度分析（ホットビン粒度）は、19 mm ふるい通過重量百分率が指定の±8%以内、2.36 mm ふるい通過重量百分率が指定の±4.5%以内とし、1日1回行う。

7. 等値換算係数の検討

(1) 追跡調査結果

QRP 工法用混合物の等値換算係数は、旧指針（平成 6 年 2 月）では同じ混合物で 1.0 部分（基層・中間層）と 0.8 部分（瀝青安定処理層）の 2 種類の係数が存在していた。第 1 回改訂版で等値換算係数の見直しをおこなったが、「性状的には通常の表・基層用アスファルト混合物と差異はみられないが、混合物の供用性は等値換算係数を決定する上で重要な要素であり、これを除いたもので一般的な等値換算係数として採用することはリスクが大きい」ことから、見直しは行なわなかった。

第 2 回改訂版では、平成 15 年に実路で実施した試験施工箇所（3 箇所）において、実路試験施工の追跡調査結果と実路試験施工における舗装の弾性係数から検討を行なった。比較は調査工区のうち、3 工区（基層部分：1.0、上層路盤部分：0.8）、5 工区（基層部分、上層路盤部分共：1.0）と比較工区（ T_A 法による。基層部分：1.0、上層路盤部分 0.8、3 工区と同じ厚さ）で行った。

- ① MCI の経年変化はほぼ同等で推移している。
- ② FWD たわみ量より求まる残存 T_A' の経年変化は、すべての試験舗装において 5 工区より 3 工区が良好であり、比較工区は一番小さな値である。
- ③ FWD たわみ量 (D_0) の経年変化は残存 T_A' と同様

に 5 工区より 3 工区の方がたわみ量は小さい。比較工区は 5 工区より大きい。

- ④ FWD たわみ量より求まる QRP 工法用大粒径混合物の弾性係数は、5 工区より 3 工区の方が大きく、比較工区が一番小さい。
- ⑤ 舗装体の弾性係数は、QRP 工法用大粒径混合物と同様に、5 工区より 3 工区が大きく、比較工区が一番小さい。

(2) 理論的設計方法による検証

「舗装設計便覧（H.18.2（社）日本道路協会）」に示されている理論的設計法（「付録—4 多層弾性理論にもとづく舗装構造解析プログラム」に記載されている GAMES）により、QRP 工法用大粒径混合物の検証を行った。

その結果、試験施工を行ったすべての工区で規定されている疲労破壊輪数以上の値を示した。

8. おわりに

平成 19 年 4 月に追跡調査の結果を踏まえ等値換算係数の見直しを行い、「QRP 工法 設計・施工技術指針（案）【第 2 回改訂版】」を発行した。ただし、検討に使用した試験舗装箇所は施工後 3 年であるため、等値換算係数「1.0」は暫定値とし、一定の期間が経過した後に再度見直しを行う予定である。

紙面の都合上、十分に説明できない部分が多々あり、詳細については（社）日本道路建設業協会中国支部にて【第 2 回改訂版】を販売しているので一読をお願い致したい。

JICMA

NETIS 登録 CG-990019

【筆者紹介】

山田 健（やまだ けん）
国土交通省中国地方整備局
中国技術事務所 技術係長



尾崎 浩司（おざき こうじ）
（社）日本道路建設業協会中国支部技術委員
（大林道路㈱中国支店エンジニアリング部長）

