

北陸型密粒度アスファルト混合物(新 20FH)のダスト配合率に関する一検討

石川県 県央土木総合事務所 ○松田 有生
 グリーン・コンサルタント(株) 渋谷 卓人
 (株)NIPPO 総合技術部 技術研究所 大住 隼斗

1.はじめに

石川県では、一般的な表層用混合物として、耐摩耗性に優れた混合物(20FA)が用いられているが、舗装計画交通量が3,000(台/日)以上の箇所においては、交通量の増加に伴い流動わだち掘れが深刻化したことから、平成5年度より耐流動性を加味した北陸型密粒度アスファルト混合物(20FH)が適用された。さらに、平成12年度からは20FHの耐流動性とひび割れ抵抗性に関して改良を加えた混合物(新20FH)が表層に適用されている¹⁾。新20FH、20FHおよび20FAの仕様は表-1に示すとおりである。新20FHの配合は、D/A(ダスト/アスファルト)を1.2以上と定めているが上限値の設定は無く、D/Aが必要以上に大きくなると耐流動性や作業性の低下が懸念される。本報告は、D/Aの違いが混合物性状に与える影響を確認し、新20FHにおけるD/Aの適切な範囲を選定するとともに、20FAや砕石マッシュアップアスファルト混合物(以下、SMA)などの特殊混合物との性能比較を行った結果について示すものである。

2.検討方針

本検討は図-1に示す検討フローに従って行った。

2.1.使用材料および混合物配合

アスファルト(以下、As)はポリマー改質AsⅡ型、骨材は石川県の工場で使用されているものを用いた。骨材配合は、D/Aの違いを検討するため、0.075mm通過分を下方粒度(5.5%)、中央粒度(7.5%)、上方粒度(9.5%)とする3粒度を目標に設定した。

2.2.評価方法

本検討で実施した試験項目と試験条件は表-2に示すとおりであり、北陸地方の主要幹線道路に必要とされる耐流動性、耐摩耗性、耐水性などを評価する試験項目を選定した。また、ダスト分が多い混合物は、一般的に作業性が低下する傾向にあるため、敷均し易さや、スコップの刺さり易さを評価する作業性確認試験²⁾を実施した。

2.3.評価基準

D/Aを変化させた混合物の評価基準は表-3に示すとおりであり、各仕様で定められている規格値および基準値を採用し、作業性においてはヒアリング結果より決定した。

3.D/Aの違いが混合物に与える影響

3.1.最適As量

新20FHの配合試験結果は表-4に、D/Aと最適As量の関係は図-2に示すとおりである。D/Aが大

表-1 新20FH・20FH・20FAの仕様

| 混合物名 | 新20FH | 20FH | 20FA | |
|-----------------|----------------|-------------|---------|-------------|
| 粒度範囲 (%) | 26.5 mm | 100 | 100 | 100 |
| | 19.0 | 95~100 | 95~100 | 95~100 |
| | 13.2 | 75~95 | 75~95 | 75~95 |
| | 4.75 | 45~65 | 52~72 | 52~72 |
| | 2.36 | 30~50 | 30~50 | 40~60 |
| | 0.6 | 14~35 | 14~30 | 25~45 |
| | 0.3 | 8~24 | 10~24 | 16~33 |
| | 0.15 | 5~13 | 8~15 | 8~21 |
| | 0.075 | 4~11 | 6~13 | 6~11 |
| D/A | 1.2以上 | 1.3~1.6 | - | |
| マーシャル安定度試験 | 空隙率(%) | 3~5 | | |
| | 飽和度(%) | 75~85 | | |
| | 安定度(kN) | 6.86以上 | | 4.90以上 |
| | フロー値(1/100cm) | 20~40 | | |
| | S/F(kN/m) | 1,500~4,900 | | 1,500~4,400 |
| 最適As量(%) | 規格値を満足する範囲の中央値 | | | |
| As量(%) | 5.2~6.2 | 4.5~6.5 | 5.5~7.5 | |
| DS(動的安定度)(回/mm) | 3,000以上 | 3,000以上 | 1,500以上 | |

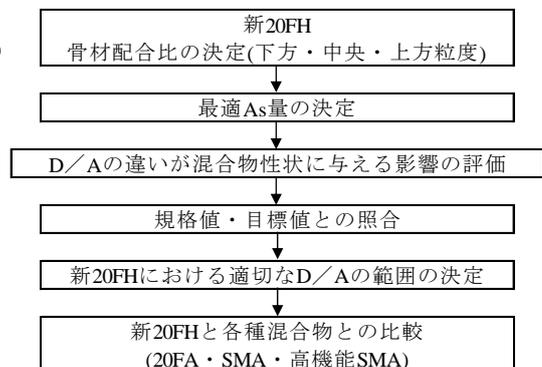


図-1 検討フロー

きいほど最適 As 量が少なくなる結果となった。As 量が低下すると混合物は硬質化し、過去の知見からひび割れが発生し易くなる傾向にある。現仕様では As 量の下限を 5.2%と設定しており、仕様を満足する D/A は 1.62 以下となった。

3.2.混合物の力学特性

(1)ホイールトラッキング試験

D/A と動的安定度(以下、DS)の関係は図-3 に示すとおりである。D/A が大きいほど DS は低下し、D/A=1.94 では、規格値の 3,000 回/mm を下回る結果となった。これは、ダスト分が多くなるほどフィラービチューメンが多くなるため、耐流動性が低下するものと考えられる。

(2)ラベリング試験

D/A とすり減り量の関係は図-4 に示すとおりである。D/A が大きくなるほどすり減り量が小さくなる結果となった。これは、ダスト分が多くなるほどフィラービチューメンが多くなるため、耐摩耗性が向上するものと考えられる。

(3)低温カンタプロ試験

D/A とカンタプロ損失量の関係は図-5 に示すとおりである。カンタプロ損失量は 12.4% ~ 13.1%の範囲となり、大きな違いは見られなかったが、D/A が大きくなるほど骨材飛散抵抗性が大きくなる結果となった。耐摩耗性と同様に、ダスト分が多くなるほどフィラービチューメンが多くなり、骨材飛散抵抗性が向上するものと考えられる。

(4)水浸マーシャル試験

各種 D/A と残留安定度の関係は図-6 に示すとおりである。D/A=0.95 及び D/A=1.35 では、安定度、残留安定度ともに大きな違いは見られなかったが、D/A=1.94 では残留安定度が低下する結果となった。これは、D/A=1.94 では標準と水浸の安定度の差が顕著となったためと考えられる。このため、D/A が必要以上に大きくなると耐水性の低下を懸念する必要があると推測される。

表-2 試験項目および試験条件

| 試験項目 | | 試験条件 |
|----------------------|--------------|--------------------|
| 力学特性 (舗装調査・試験法便覧) | ホイールトラッキング試験 | 試験温度：60℃ |
| | ラベリング試験 | 試験温度：-10℃ サイドチェーン |
| | 低温カンタプロ試験 | 試験温度：-20℃ |
| | 水浸マーシャル試験 | 水浸温度：60℃ 水浸時間：48時間 |
| 作業性 | 曲げ試験 | 試験温度：-10℃ ひずみ補正無し |
| | フロー試験 | 試験温度：縮固め温度±10℃ |
| | 貫入抵抗試験 | 試験温度：縮固め温度±10℃ |

表-3 評価基準

| 検討項目 | 評価基準 | 選定根拠 |
|-----------|------------------------|-----------------------|
| DS(動的安定度) | 3000回/mm以上 | アスファルト混合物事前審査実施細則の規格値 |
| すり減り減量 | 1.30cm ² 以下 | 道路工事設計施工要領(北海道開発局) |
| カンタプロ損失量 | 20%以下 | NEXCO東日本・中日本・西日本 設計要領 |
| 残留安定度 | 75%以上 | 舗装施工便覧 |
| フロー値 | 15秒以下 | 作業者へのヒアリングにより、80%以上が |
| 貫入抵抗値 | 70N以下 | 作業しにくいと回答した値 |

表-4 配合試験結果(新 20FH)

| 混合物名 | 新20FH (下方粒度) | 新20FH (中央粒度) | 新20FH (上方粒度) | |
|----------------|------------------------|-----------------|-----------------|--------|
| | | | | 26.5mm |
| 合成粒度 (%) | 19.0 | 97.2 | 97.4 | 97.3 |
| | 13.2 | 86.5 | 87.3 | 86.9 |
| | 4.75 | 54.8 | 56.5 | 54.8 |
| | 2.36 | 40.1 | 42.6 | 40.2 |
| | 0.6 | 23.7 | 26.2 | 26.4 |
| | 0.3 | 17.9 | 20.4 | 21.6 |
| | 0.15 | 8.2 | 10.6 | 13.0 |
| | 0.075 | 5.3 | 7.3 | 9.7 |
| | 最適 As量(%) | 5.6 | 5.4 | 5.0 |
| D/A | 0.95 | 1.35 | 1.94 | |
| マーシャル 安定度試験 | 密度(g/cm ³) | 2.362 | 2.385 | 2.398 |
| | 安定度(kN) | 15.3 | 15.3 | 16.0 |
| | 空隙率(%) | 3.2 | 2.6 | 2.7 |
| | 飽和度(%) | 80.0 | 82.7 | 81.1 |

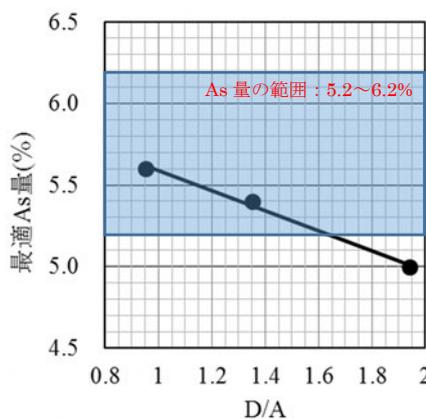


図-2 D/A と最適 As の関係

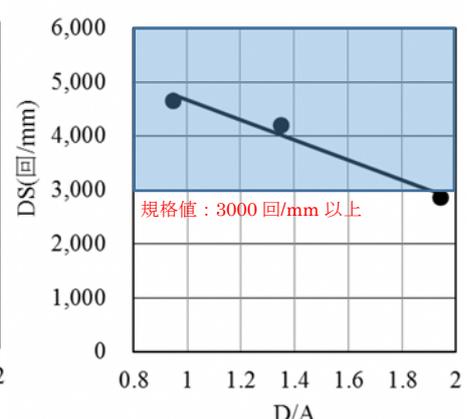


図-3 D/A と DS の関係

(5) 曲げ試験

D/A と破断ひずみの関係は図-7 に示すとおりであり、D/A が大きくなるほど破断ひずみは小さくなる結果となった。破断ひずみの低下傾向はわずかであるが、低下する要因は A_s 量の低下が影響している事が推測され、D/A を高める場合はひび割れを懸念する必要があると考えられる。

3.3. 混合物の作業性

(1) フロー試験

フロー試験は、フロー試験用容器に入れた混合物が落下するまでの時間を計測し、混合物の敷均しやすさを評価するため行った。測定状況は写真-1 に、D/A とフロー値の関係は図-8 に示すとおりである。D/A=0.95 および D/A=1.35 と比較して、D/A=1.94 では急激に高くなり D/A が大きくなるにつれて作業性が悪化する傾向にあると考えられる。

(2) 貫入抵抗試験

貫入抵抗試験は、モールドに入れた混合物を供試体締固用のランマで締固めた後、混合物上面からプッシュブルゲージを貫入させ貫入抵抗値を計測し、スコップなどの刺さりやすさを評価するため行った。測定状況は写真-2 に D/A と貫入抵抗値の関係は図-9 に示すとおりである。D/A の増加に伴い貫入抵抗値が上昇する結果となった。また、D/A=1.94 では値が急激に高くなり、実際の現場で混合物を敷き均す際に、スコップが刺さりにくいなど作業性に劣ると考えられる。

4. 適切な D/A の範囲

各種混合物の特性と評価基準を満足する D/A の範囲は図-10 に示すとおりであり、共通範囲は 1.2~

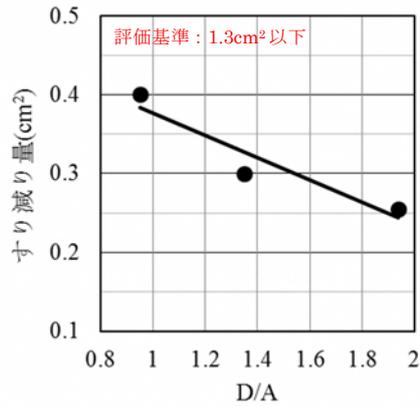


図-4 D/A とすり減り量の関係

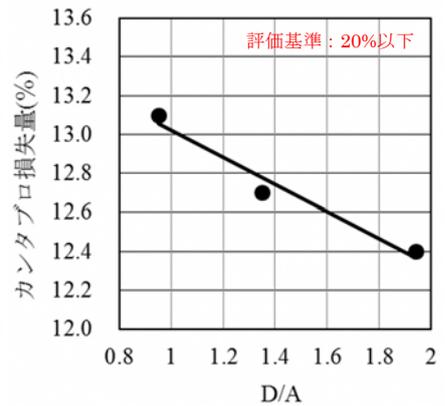


図-5 D/A と損失量の関係

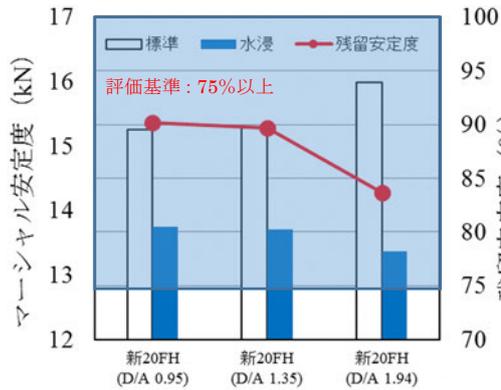


図-6 D/A と残留安定度の関係

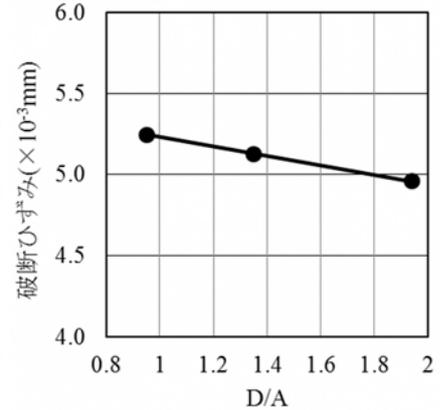


図-7 D/A と破断ひずみの関係



写真-1 フロー試験状況



写真-2 貫入抵抗試験状況

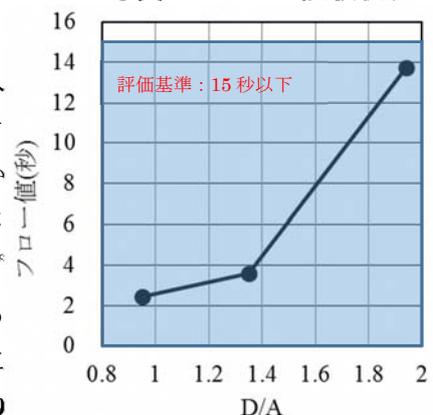


図-8 D/A とフロー値の関係

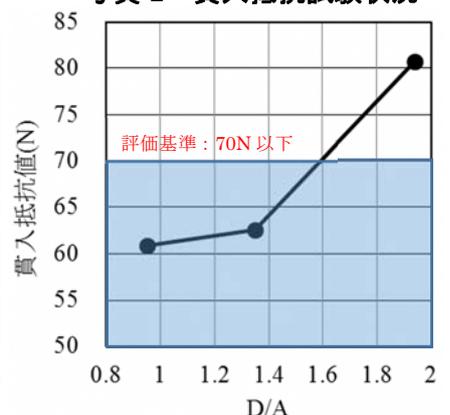


図-9 D/A と貫入抵抗値の関係

1.6 という結果となった。D/A を増加させると、耐摩耗性、骨材飛散抵抗性が向上するものの、耐流動性、耐水性、作業性は低下していく。特に、貫入抵抗値の目標値を満たす D/A の範囲が最も狭いという結果であった。作業性の低下が予想される寒冷期の施工では、D/A を 1.6 以下にすることで施工に伴う不具合を抑制できるものと考えられる。

5.新 20FH(D/A=1.35)と各種混合物との性能比較

前章で D/A の変化に伴う新 20FH の混合物性状を把握できたことから、本章では、新 20FH と SMA ・高機能 SMA などの耐摩耗性や耐流動性に優れた特殊混合物との比較を行い、新 20FH の有効性を確認した。試験結果は表-5 に示すとおりである。



図-10 評価基準を満足する D/A の範囲

表-5 試験結果(各種混合物との比較)

| 混合物名 | | 新20FH (D/A=0.95) | 新20FH (D/A=1.35) | 新20FH (D/A=1.94) | 20FA | SMA | 高機能SMA |
|--------------|-------------------------|------------------|------------------|------------------|-------|-------|--------|
| 最適As量(%) | | 5.6 | 5.4 | 5.0 | 5.6 | 7.3 | 6.3 |
| D/A | | 0.95 | 1.35 | 1.94 | 1.46 | 1.45 | 1.67 |
| マーシャル安定度試験 | 密度(g/cm ³) | 2.362 | 2.385 | 2.398 | 2.357 | 2.315 | 2.301 |
| | 安定度(kN) | 15.3 | 15.3 | 16.0 | 18.1 | 9.6 | 9.4 |
| | 空隙率(%) | 3.2 | 2.6 | 2.7 | 3.6 | 3.1 | 5.4 |
| | 飽和度(%) | 80.0 | 82.7 | 81.1 | 78.0 | 84.0 | 72.0 |
| ホイールトラッキング試験 | DS(回/mm) | 4667 | 4200 | 2864 | 3706 | 6300 | 7875 |
| ラベリング試験 | すり減り量(cm ²) | 0.40 | 0.30 | 0.26 | 0.30 | 0.18 | 0.25 |
| 低温カンタプロ試験 | 損失率(%) | 13.1 | 12.7 | 12.4 | 13.7 | 11.3 | 13.0 |

5.1 耐流動性

ホイールトラッキング試験結果より、新 20FH(D/A=1.35)の DS は、20FA と比較して耐流動性に優れており、SMA や高機能 SMA と比較しても約 70%の DS が確保される結果となった。D/A を低く設定することで DS を高めることが出来ることから、耐流動性を考慮すべき箇所には D/A を低く設定することが適当と考える。

5.2 耐摩耗性・骨材飛散抵抗性

ラベリング試験および低温カンタプロ試験結果より、新 20FH(D/A=1.35)は 20FA と比較して同等以上の値を示しており、耐流動性に優れているだけでなく、耐摩耗性・骨材飛散抵抗性も向上したバランスの良い混合物であると判断される。また、新 20FH の耐摩耗性・骨材飛散抵抗性は、SMA と比較するとやや劣る結果となった。D/A を高く設定することで耐摩耗性・骨材飛散抵抗性は向上が期待出来るが、その場合は As 量が低下するため、ひび割れ抵抗性についても考慮する必要がある。

6.おわりに

新 20FH は、D/A を 1.2~1.6 とすることにより、従来から規定されている動的安定度(DS>3000 回/mm 以上)を満足しつつ、施工時の作業性も確保できることが明らかとなり、耐久性と施工性の両面にバランスが取れた混合物配合となった。また、SMA や高機能 SMA と比較すると各種耐久性能はやや劣るものの、新 20FH の D/A の特性を活かし適材適所で D/A を変化させ使用することも有効であると考ええる。最後に、本検討結果が、舗装の長寿命化における表層材料選定の一助となるとともに、石川県における舗装のライフサイクルコストの低減に貢献できることを期待する。

参考文献

- 1)立野他：北陸型密粒度アスファルト混合物(FH)の改良，第 8 回北陸道路会議技術論文集，2000.6
- 2)加藤他：常温合材の性能評価に関する一検討，第 32 回日本道路会議一般論文集，2017.10