

再生石膏のアスファルト混合物への有効利用性の検討

福岡大学工学部 学生会員 松永 岳
 福岡大学工学部 国際会員 佐藤研一 藤川拓朗
 株式会社 NIPPO 正会員 松木重夫 吉中 保
 非会員 緒方泰三 大城謙次

1. はじめに

廃石膏ボードの排出量は年々増加しており、廃石膏ボードのリサイクル技術の促進は必要不可欠な課題である。本研究では廃石膏ボードを破砕し、紙と分離された二水石膏、それをさらに焼成処理して得られる再生半水石膏をアスファルト混合物のフィラー材の代替材として有効利用する技術の確立を目指している。著者ら¹⁾はこれまでに石粉と半水石膏の割合を変化させ、それぞれの配合に最適なアスファルト量（以下、As 量）を求めて混合物性状の検討を実施した。しかし混合物の性状変化に対する原因の特定に至らなかったことを鑑み、今回は配合にかかわらず As 量を固定し、二水石膏と半水石膏をフィラー材の代替材として配合する条件下で検討を行った。本報告では、これまでの実験結果と今回の実験結果から As 量に着目し、再生石膏がアスファルト混合物に与える影響について評価した結果について報告する。



図-1 石膏の形態変化に伴う化学式

表-1 試料の物理性状

混合物の供試体作製には、砕石 6 号、7 号、粗砂、細砂、フィラー材（石粉および石膏）、ストレートアスファルト 60～80 を使用した。半水石膏と二水石膏の形態変化について図-1

| 項目 | 材料名 | A | | B | | 粗砂 | 細砂 | 石粉 | 石膏 | | 基準値 |
|------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | | 6号砕石 | 7号砕石 | 6号砕石 | 7号砕石 | | | | 半水 | 二水 | |
| 密度(g/cm ³) | 表乾 | 2.757 | 2.746 | 2.672 | 2.669 | 2.571 | 2.578 | - | - | - | - |
| | かさ | 2.733 | 2.724 | 2.665 | 2.644 | 2.541 | 2.544 | - | - | - | - |
| | みかけ | 2.800 | 2.787 | 2.701 | 2.711 | 2.621 | 2.635 | 2.710 | 2.589 | 2.558 | - |
| 吸水率(%) | - | 1.590 | 2.16 | 0.65 | 0.93 | 1.33 | 1.27 | - | - | - | 3.00以下 |
| 水分(%) | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | 4.9 | 18.0 | 1.0以下 |

に示す。二水石膏は加熱することによって半水石膏に変化し、また半水石膏は加水することによって固化作用を伴い二水石膏へと変化する性質を持っている。再生半水石膏は、IH 焼成方式によって焼成された半水石膏を用い、再生二水石膏はその焼成前のものを用いた。As 量一定で行なった条件を実験 A とし、As 量を変化させて行なった条件を実験 B とした。なお、実験 A、B とともに同じ石膏を使用している。各材料の物理性状を図-2 に示す。石膏は空気中の水分を吸収して体積が膨張するため、一旦粉碎後に炉乾燥を行い、焼成直後の状態を再現してふるい分けを行った。石膏は内部に結晶水が存在することから、水分量の基準値を満たしていないが、外観および粒度は石粉と同様である。

2-2 実験方法

実験では、半水石膏および二水石膏に着目し、通常使用される石粉（石灰石粉 CaCO₃）とともにフィ

表-2 実験条件（標準・水浸マーシャル試験、ホイールトラッキング試験）

| 実験 | As量 | 石膏の種類 | 焼成方式 | 石膏配合率 (%) | 実施試験 | 比較項目 |
|----------|-----|--------------|--------|----------------|--|------------------------------|
| A- A- | 一定 | 二水石膏 半水石膏 | IH焼成方式 | 10,20,30,40,50 | 標準マーシャル試験 水浸マーシャル試験 ホイールトラッキング試験 | 空隙率 安定度 残留安定度 動的安定度 |
| B- | 最適 | 半水石膏 | | 0,25,50,75,100 | | |

ラー材料として用い、表-2 に示す実験条件に従って構成比が異なる配合で混合物を室内試験にて作製した。各混合物の供試体について、標準および水浸マーシャル試験、ホイールトラッキング試験を行った。全ての実験は、舗装調査・試験法便覧²⁾に従って行っている。また、既往の研究³⁾から、フィラー中に占める半水石膏の割合が 50%を超える場合、マーシャル試験値が基準を満足できないことから、今回石膏の配合量を 10,20,30,40,50%に設定した。実験 A では、As 量を石粉配合率 100%における最適 As 量である 5.1%に固定し検討を行なった。実験 B では As 量を配合ごとに変化させて実験を行なった。

キーワード 再生石膏、アスファルト混合物、フィラー材

福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1 TEL:092-871-6631(内線 6464) FAX:092-865-6031

3. 実験結果及び考察

3-1 標準マーシャル試験結果

図-2 に実験 B における石膏置換に伴う最適 As 量の変化を示す。石膏増加に伴い As 量は増加することがわかる。図-3 に石膏置換に伴う空隙率の変化を示す。As 量及び石膏の種類に関係なく全ての配合条件において基準値を満たす結果を得た。また石膏が増加するに伴い実験 A- (二水石膏) は急激に上昇しているが実験 A- (半水石膏) はなだらかに上昇している。これは二水石膏内の水分が混合温度を低下させ石膏がうまく他の材料と混合できなかったことが原因であると考えられる。実験 B- (半水石膏) はほぼ変化せず横ばいの値を示している。これは各配合において最適 As 量で供試体を作成したことによりアスファルトが空隙を十分に充填したためであると考えられる。図-4 に石膏置換に伴う安定度の変化を示す。実験 A、B ともに石膏の配合率の増加に伴い、どちらもなだらかに低下する挙動を示した。これは安定度と As 量の関係性、また安定度と半水石膏の関係性が薄いことを示している。また、どの配合条件においても基準値を満たす結果を得た。このことから安定度においては As 量を変化させることに問題はないと考えられる。

3-2 水浸マーシャル試験結果

図-5 に石膏置換に伴う残留安定度の変化を示す。石膏の配合量の増加に伴い実験 A- (二水石膏) と実験 B- (半水石膏) は低下傾向、実験 A- (半水石膏) は変化が小さい傾向を示した。これは、半水石膏が二水石膏に比べ耐水性に優れることを示す。最適 As 量を変化させた実験 B の半水石膏においても配合率 50% では実験 A の半水石膏と同程度の値を示した。

3-3 ホイールトラッキング試験結果

図-6 に石膏置換に伴う動的安定度の変化を示す。実験 A が急激な上昇を示すのに対し実験 B はなだらかな上昇を示した。これは実験 A の As 量が一定であったために、混合物内の As 量が不足する傾向にあり、結果的に耐流動性が高まったと考える。逆に実験 B は As 量が多いため、実験 A に比べ流動しやすくなったと考える。

4. まとめ

1) 最適 As 量によって配合された供試体では石膏の置換に伴い As 量が変動するため石膏の影響が把握できなくなるが安定度には影響を与えない。2) 実験 A および実験 B の半水石膏は、石膏置換率の増加に伴う混合物性状の変化が少なく、石粉 100% 配合時とあまり差がない値が得られた。よって IH 焼成方式によって焼成された半水石膏はフィラー材として十分に機能すると考えられる。3) 実験 B における研究の結論として As 量が増加することによってコスト増加につながるとしていたが、As 量を一定としても基準を満たす結果が得られたためコスト増加につながることなく有効利用することは可能であると考えられる。

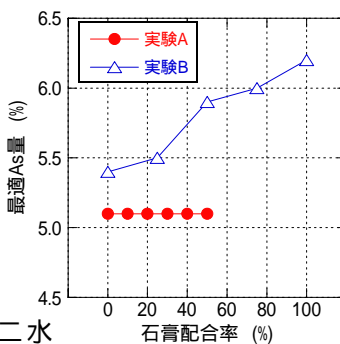


図-2 石膏置換に伴う最適 As 量の変化

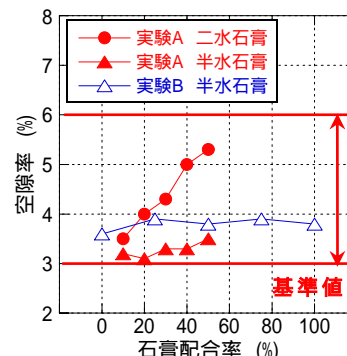


図-3 石膏置換に伴う空隙率の変化

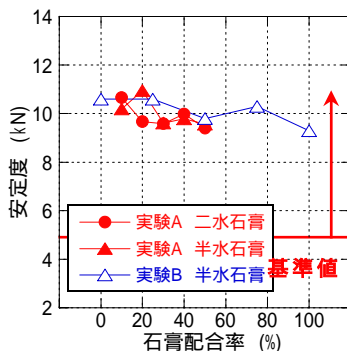


図-4 石膏置換に伴う安定度の変化

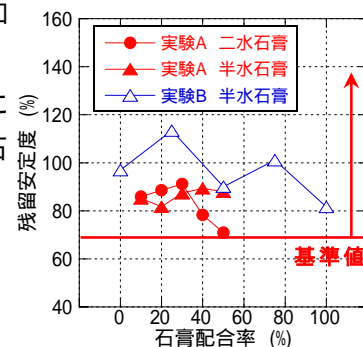


図-5 石膏混合比と残留安定度の関係

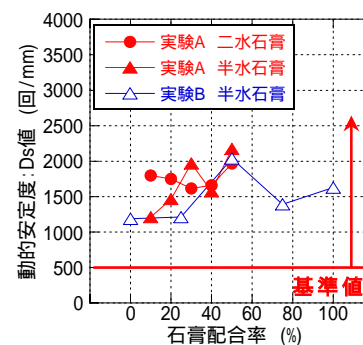


図-6 石膏混合比と動的安定度の関係

参考文献 1) 松木ら:再生半水石膏粉を用いたアスファルト混合材の評価, 土木学会第 65 回年次学術講演会, V_132, pp.263-264, 2010. 2) 舗装調査・試験法便覧(社団法人日本道路協会、平成 19 年度版) 3) 今岡ら: 廃石膏ボード粉砕処理物のフィラー材としての再資源化に関する研究, 第 21 回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, B4-2, pp.221-222, 2010.