

CO<sub>2</sub>吸脱着可能な CO<sub>2</sub> 吸収アスファルト混合物の基礎的検討

鹿島道路株式会社 正会員 ○好見 一馬, 横田 慎也, 田口 翔大, 武藤 朱音  
早稲田大学 正会員 小峯 秀雄

1. はじめに

近年の異常気象や激甚化する自然災害は地球温暖化が主要因と考えられており、2050 年カーボンニュートラルを目指し脱炭素化社会の構築が急務である。そのため、二酸化炭素（以下、CO<sub>2</sub>）をはじめとする温室効果ガス削減に資する様々な取組が進められている。土木建築分野においても、CO<sub>2</sub>を吸収するコンクリート<sup>1)</sup>や、CO<sub>2</sub>固定化材料を添加したアスファルト混合物<sup>2)</sup>などが開発されている。ここで、原著論文は吸収・固定した CO<sub>2</sub>をリサイクルすることを念頭に、CO<sub>2</sub>吸脱着が可能な CO<sub>2</sub> 吸収アスファルト舗装（以下、CO<sub>2</sub> 吸収舗装）の開発を目指した。本研究では、CO<sub>2</sub>を固定化する舗装の開発を目指し、CO<sub>2</sub> 吸収材の選定、CO<sub>2</sub> 吸収舗装のアスファルト（以下、As）混合物としての基礎物性、CO<sub>2</sub> 吸収性能の評価手法の検討を実施した。

2. CO<sub>2</sub> 吸収舗装の概念

本研究で開発を CO<sub>2</sub> 吸収舗装の概念図を図-1 に示す。CO<sub>2</sub> 吸収舗装は、供用時には大気中の CO<sub>2</sub>を吸着し、更新時には、現地で破碎して再生骨材として加熱される過程で CO<sub>2</sub>を脱離し、再生混合物として舗設された後は再び CO<sub>2</sub> 吸収舗装として大気中の CO<sub>2</sub>を吸着するものである。CO<sub>2</sub>の分離回収技術としては、化学吸収法、物理吸収法、膜分離法などが知られており<sup>3)</sup>、そのうち、再生混合物の製造過程で再生骨材が 150℃程度に加熱されることを利用し、常温では CO<sub>2</sub>を吸着し、100℃程度で吸着した CO<sub>2</sub>を脱離する性質を有する材料を選定した。化学吸収法ではアミン系溶液が広く知られている<sup>3)</sup>が、As 混合物へ添加することを念頭に本検討においては無機系固体粉末を選定した。本検討で選定した CO<sub>2</sub> 吸収材の主な材料性状を表-1 に示す。試料 B の 0.075mm 通過量が若干低いものの、いずれの試料も As 混合物のフィラーとしての適用を検討することとした。なお、表中の CO<sub>2</sub> 吸収性能は各粉末試料単体の値である。

3. アスファルト混合物の基礎物性

As 混合物としての基礎物性を把握するに際し、密粒(13)の石粉を試料 A に全置換して諸物性を確認したところ、マーシャル安定度試験における残留安定度が基準値<sup>4)</sup>を満足せず、はく離抵抗性の低下が懸念された。そのため、はく離抵抗性を確保することを目的に消石灰を併用することとした。一方、試料 B ははく離抵抗性に与える影響が小さいことが確認されたことから、フィラー分が多い細粒度 As 混合物

表-1 CO<sub>2</sub> 吸収材の基本性状

| 項目                         | 試料 A  | 試料 B   |
|----------------------------|-------|--------|
| 見掛け密度 (g/cm <sup>3</sup> ) | 4.089 | 5.446  |
| 通過質量百分率 (%)                | 1.18  | 100.0  |
|                            | 0.6   | 99.4   |
|                            | 0.3   | 96.6   |
|                            | 0.15  | 90.6   |
|                            | 0.075 | 77.8   |
| CO <sub>2</sub> 脱離開始温度     | 100℃  | 60℃    |
| CO <sub>2</sub> 脱離ピーク温度    | 120℃  | 100℃   |
| CO <sub>2</sub> 吸収性能       | 18wt% | 0.8wt% |

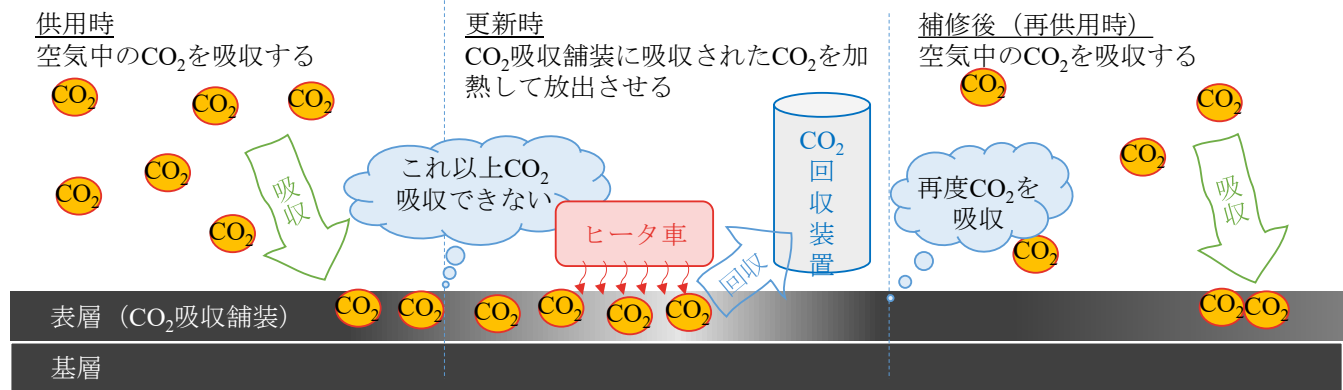


図-1 CO<sub>2</sub> 吸収舗装概念図

キーワード CO<sub>2</sub> 吸収舗装, アスファルト混合物, CO<sub>2</sub> 吸収性能評価手法, カーボンニュートラル  
連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島道路株式会社技術研究所 TEL 042-483-0541

の配合を検討した。配合試験結果を表-2 に示す。試験の結果、フロー値は石粉を CO<sub>2</sub> 吸収材に置換して As 量が増加したことにより、基準値<sup>4)</sup>の上限値を若干逸脱したが、その他の試験は基準値<sup>4)</sup>を満足した。

4. CO<sub>2</sub> 吸収性能の評価手法

CO<sub>2</sub> 吸収性能の評価手法として、コンクリートのような炭酸化反応によって固定化した CO<sub>2</sub> 量を求める炭酸塩含有量試験は、CO<sub>2</sub> 吸収舗装の CO<sub>2</sub> 吸収反応過程が不明確であるため難しい。また、所定の温度域で CO<sub>2</sub> を吸脱着する性質を利用した熱質量測定は、As 混合物が熱によって軟化あるいは炭化劣化するため難しい。そこで、CO<sub>2</sub> 吸収舗装の CO<sub>2</sub> 吸収性能を実現象として簡易に測定する手法として、図-2 に示すようにデシケータを使用した閉鎖系の測定を実施した。測定は CO<sub>2</sub> 濃度が 3000ppm となるように炭酸ガスボンベから CO<sub>2</sub> を供給した後に密閉し、24 時間の CO<sub>2</sub> 濃度変化を記録した。CO<sub>2</sub> 濃度から質量への換算は、デシケータ（容積 22408cm<sup>3</sup>）における理想気体（1atm, 25℃）の状態方程式より 1ppm=0.0402mg の関係を導出し、CO<sub>2</sub> 低減質量を算出した。また、CO<sub>2</sub> 低減質量と供試体面積から単位面積あたりの CO<sub>2</sub> 吸収量を算出した。

5. CO<sub>2</sub> 吸収舗装の CO<sub>2</sub> 吸収性能

試料 A-密粒(13)と試料 B-細粒(5)の CO<sub>2</sub> 吸収性能測定結果を図-3、表-3 に示す。表中の結果は、ブランク試験の結果を差し引いて補正した値である。測定結果より、試料 A、B を添加した CO<sub>2</sub> 吸収舗装は密粒(13)に比べ CO<sub>2</sub> 濃度が低減していることが確認できた。試料 B-細粒(5)は試料 B 単体での CO<sub>2</sub> 吸収性能は比較的少ないものの、As 混合物への添加量が多いため、24 時間時点での CO<sub>2</sub> 吸収量は試料 A-密粒(13)より多くなった。ただし、CO<sub>2</sub> 吸収性能の持続性については未検証のため、試料 A-密粒(13)、試料 B-細粒(5)ともに CO<sub>2</sub> 総吸収量の定量評価は今後の課題である。

6. まとめ・今後の課題

本研究では2種類の CO<sub>2</sub> 吸収材をそれぞれ添加した As 混合物が所定の性状を満足した上で、CO<sub>2</sub> 吸収性能を有していることを確認した。今後は、CO<sub>2</sub> 吸収性能の持続性や CO<sub>2</sub> 総吸収量の把握、混合物種別の違いが CO<sub>2</sub> 吸収性能に与える影響等の検討を継続していく予定である。

参考文献

1) 取違剛, 関健吾, 渡邊賢三, 坂井吾郎: 炭酸化養生による CO<sub>2</sub> 吸収型カーボンナガティブコンクリートの開発と今後の展開, コンクリート工学, 59 巻, 9 号, pp.813-818, 2021. 2) 呉悦樵, 瀬尾彰, 汲田章司, 寺前剛: 比表面積を用いた配合設計方法による CO<sub>2</sub> 固定化舗装資材の適用検討, 第 77 回土木学会全国大会年次学術講演会, V-14, 2022. 3) 上條孝, 各種 CO<sub>2</sub> 回収技術, 日本エネルギー学会機関誌えねるみくす, 99 巻, pp.332-337, 2020. 4) 日本道路協会: 舗装施工便覧, 丸善出版株式会社, 平成 18 年 2 月。

表-2 CO<sub>2</sub> 吸収舗装配合試験結果

| CO <sub>2</sub> 吸収材         |                     | 試料 A   | 試料 B  |
|-----------------------------|---------------------|--------|-------|
| ベース混合物                      |                     | 密粒(13) | 細粒(5) |
| 配合比率 (%)                    | 6 号碎石               | 36.0   | 0.0   |
|                             | 7 号碎石               | 19.8   | 33.5  |
|                             | 砕砂                  | 22.4   | 21.7  |
|                             | 細砂                  | 14.8   | 24.0  |
|                             | 消石灰                 | 2.5    | 0.0   |
|                             | CO <sub>2</sub> 吸収材 | 4.5    | 20.8  |
| OAC (改質 II 型)               |                     | 6.0    | 8.5   |
| かさ密度 (g/cm <sup>3</sup> )   |                     | 2.386  | 2.476 |
| 理論最大密度 (g/cm <sup>3</sup> ) |                     | 2.480  | 2.592 |
| 空隙率 (%)                     |                     | 3.8    | 4.5   |
| 飽和度 (%)                     |                     | 78.4   | 81.9  |
| フロー (1/100cm)               |                     | 42     | 45    |
| 安定度 (kN)                    |                     | 10.52  | 15.87 |
| 残留安定度 (%)                   |                     | 90.4   | 89.9  |

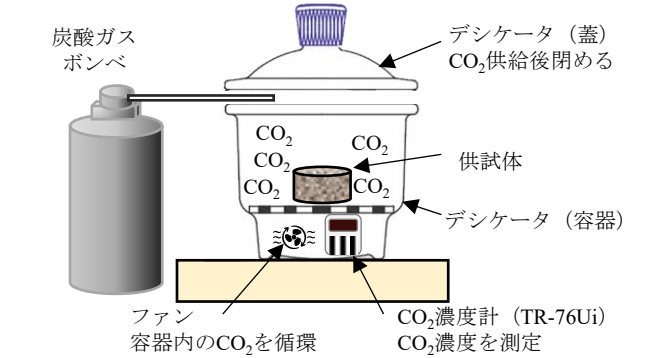


図-2 CO<sub>2</sub> 吸収量測定状況

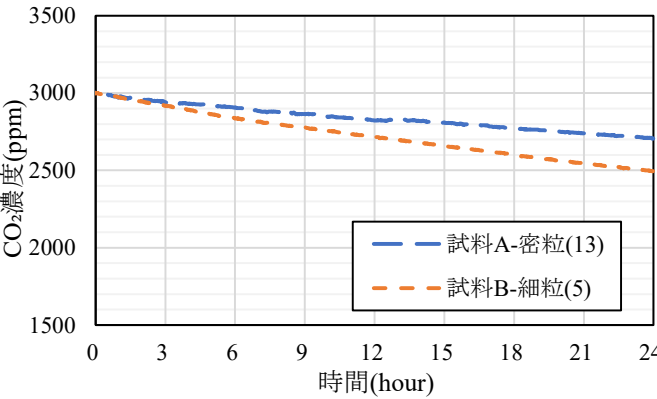


図-3 CO<sub>2</sub> 濃度測定結果

表-3 CO<sub>2</sub> 吸収性能測定結果 (24 時間)

| CO <sub>2</sub> 吸収材                      | 試料 A   | 試料 B  |
|------------------------------------------|--------|-------|
| ベース混合物                                   | 密粒(13) | 細粒(5) |
| CO <sub>2</sub> 低減量※ (ppm)               | 185    | 396   |
| CO <sub>2</sub> 吸収量※ (g/m <sup>2</sup> ) | 0.92   | 1.95  |

※ブランク試験結果を差し引いた補正值