

スチールファイバーを用いた自己治癒アスファルト混合物の開発

大成ロテック株式会社 正会員 ○岡島 穂高
大成ロテック株式会社 正会員 青木 政樹
大成ロテック株式会社 正会員 山田 敏広
曾澤高圧コンクリート株式会社 中村 聖二

1. はじめに

舗装の維持修繕費が減少していることやカーボンニュートラルの実現が目指されていることから、舗装を長寿命化し修繕の間隔を伸ばすことは喫緊の課題である。舗装は供用中に繰り返しの輪荷重に晒され、それにより微小なひび割れが発生し、それが成長することでひび割れやポットホールを引き起こす¹⁾。ひび割れは雨水が路盤に侵入する原因となるため、ひび割れを抑制することは舗装の長寿命化の観点から重要である。

アスファルト混合物の昇温により微小なひび割れを治癒できることは古くから知られている²⁾が、近年ヨーロッパなどでポーラスアスファルト混合物などに導電性材料を含有させ、誘導加熱(以下、IH)することで微小なひび割れを治癒する研究が盛んに行われており、試験施工等も行われている³⁾。

そこで、筆者らは日本で広く用いられるポリマー改質Ⅱ型アスファルトを用いた密粒度アスファルト混合物(13) (以下、改質密粒 (13)) を母体とした自己治癒アスファルト混合物 (以下、自己治癒アスコン) の開発を行った。本稿では開発した自己治癒アスコンの基本性状と自己治癒効果を検証した結果を示す。

2. アスファルト混合物の自己治癒のメカニズムと効果

アスファルトはアスファルト混合物に比べて熱膨張率が 10 倍程度高く、また、昇温により粘度が下がることから、加熱することで微小なクラックを埋めることが出来ると考えられている⁴⁾。本稿ではアスファルト混合物を加熱する方法としてスチールファイバーを含有させ IH する方法を採用しており、この方法はアスファルト部分を優先的に昇温することが出来るため、混合物全体を温める赤外線よりも自己治癒の効率が良いと報告されている⁴⁾。当該舗装は IH 装置にて定期的に昇温することで長寿命化できることが期待されている。

3. 自己治癒アスコンの配合

自己治癒アスコンは、改質密粒 (13) を母体とし、スチールファイバーを含有させたものである。舗装の長寿命化を実現させるため、自己治癒アスコンは動的安定度や疲労ひび割れ抵抗性が母体アスコンと同程度で、かつ、IH による微小なひび割れの治癒が可能であることを目標とした。使用するスチールファイバーは混合物性状への悪影響を防ぐため、直径 0.1mm、長さ 8mm 以下のものを用い、アスファルト容積に対して 3%を添加することとした。また、自己治癒アスコンのアスファルト量は、空隙率、飽和度、安定度、フロー値が密粒 (13)の基準値を満たすよう設定した。

その結果、表1に示すようにアスファルト量5.5%で全ての基準値を満足し、それぞれの値が比較対照の母体アスコンと同程度となった。

表 1 マーシャル安定度試験の結果

混合物	アス量 (%)	空隙率 (%)	飽和度 (%)	安定度 (kN)	フロー値 (1/10mm)
自己治癒	5.5	4.2	75.1	17.4	35
比較対照	5.2	4.2	74.3	18.5	38

基準値 3~6 70~85 7.35以上 20~40

4. 自己治癒アスコンの基本性状

自己治癒アスコンの基本性状として、耐流動性およびひび割れ抵抗性をホイールトラッキング試験、曲げ疲労試験にて確認した。表 2 に示す通り、両性能とも母体アスコンと同程度の結果となった。

表 2 基本性状の結果

混合物	動的安定度 (回/mm)	破壊回数※ (回)
自己治癒	12,750	33,761
比較対照	15,750	37,934

※曲げ疲労試験条件：0℃, 5Hz, ひずみ400μm

キーワード 自己治癒、誘導加熱、ひび割れ抑制

連絡先 〒365-0023 埼玉県鴻巣市上谷 1456 大成ロテック(株) TEL048-541-6511

5. 自己治癒アスコンの自己治癒効果

(1) 自己治癒の評価および試験方法

図 1 に示すように繰返し曲げ試験により供試体への荷重が初期の半分になるまで載荷し、IH 後再び載荷を行い、IH 前後の破壊回数から式 1、2 より求まる割合 (%) を自己治癒効果とした。

$$\cdot \text{自己治癒効果[1 回目]} (\%) = (\text{破壊回数 2}) / (\text{破壊回数 1}) \times 100 \quad (\text{式 1})$$

$$\cdot \text{自己治癒効果[2 回目]} (\%) = (\text{破壊回数 3}) / (\text{破壊回数 1}) \times 100 \quad (\text{式 2})$$

(2) 自己治癒効果の評価

① IH 温度と自己治癒の関係

自己治癒アスコンの供試体(寸法: 4×4×40cm)を 5 kW、40 kHz で IH したところ、図 2 のように 25 分で上面が 120℃程度、下面が 105℃程度となった。自己治癒効果への温度の影響を評価するため、表面温度がそれぞれ 75、95、115℃となるまで IH した際の自己治癒効果を式 1 により算出した。図 3 から、温度が高いほど自己治癒効果が高い傾向を示し、115℃では 50%を超える結果となった。自己治癒効果が 100%とならなかった原因として、IH 時間が長くダレが生じたことや、繰返し曲げによる骨材の破壊等が考えられる。

② 自己治癒の繰返し効果

繰返しの治癒が可能か検証するために表面温度が 115℃となるまで IH を行った供試体に対して式 1、2 により自己治癒効果を算出した。図 4 から、2 回目の IH の自己治癒効果は 1 回目より劣るものの、30%程度の効果が確認された。以上の結果から、自己治癒アスコンを IH することで一部ひび割れを治癒し、舗装を長寿命化できる可能性が示唆された。

6. 結論

- ・自己治癒アスコンの動的安定度と疲労ひび割れ抵抗性は母体アスコンと同程度であった
- ・IH で表面温度を 75~115℃へと昇温させた際、自己治癒効果が確認され、115℃では自己治癒効果が最も高く 50%以上となった
- ・繰返しの自己治癒効果については、115℃への IH により、2 回目でも 30%以上の効果が確認できた

7. 今後の課題

混合物の配合や IH 機の出力を見直し、より自己治癒効果の高い混合物配合および IH 方法を検討し、実路での自己治癒効果の検証を行う。

参考文献

- 1) Di Benedetto, H., et al. "Fatigue of bituminous mixtures." Materials and structures 37.3 (2004): 202-216.
- 2) Bazin, P., and J. Saunier. "Deformability, fatigue and healing properties of asphalt mixes." Intl Conf Struct Design Asphalt Pvmnts. 1967.
- 3) Liu, Quantao, Erik Schlangen, and Martin Van De Ven. "Induction healing of porous asphalt." Transportation research record 2305.1 (2012): 95-101.
- 4) Gómez-Meijide, Breixo, et al. "Effect of air voids content on asphalt self-healing via induction and infrared heating." Construction and Building Materials 126 (2016): 957-966.

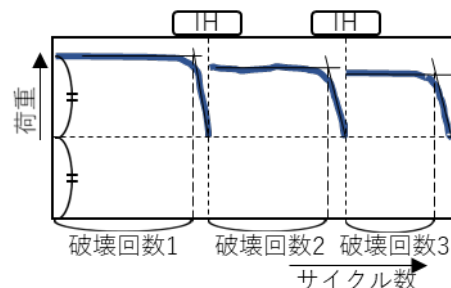


図 1 自己治癒効果の評価

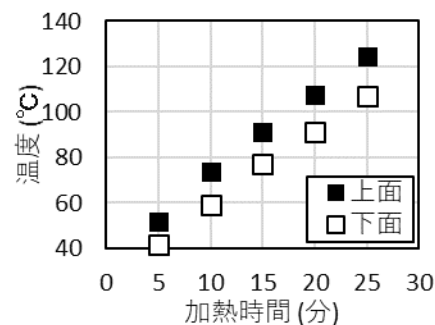


図 2 IH による昇温

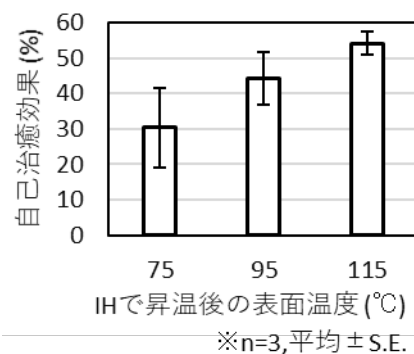


図 3 温度別の自己治癒効果

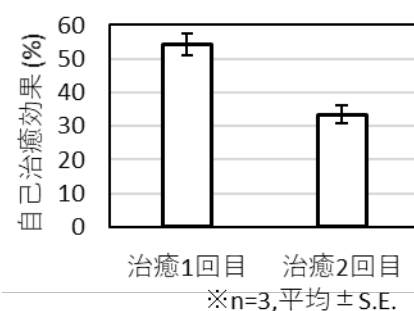


図 4 繰返しの自己治癒効果