コンクリート再生路盤材を用いたCAE混合物の温度特性に関する検討

前田道路(株)技術研究所　正会員　○清水　泰成
同　上　正会員　江向　俊文
同　上　正会員　吉村　啓之

1．はじめに

近年の舗装工事の傾向より，コンクリート（以下，Co）発生材が余剰になることが予想される．そこで，Co発生材の用途拡大により利用促進を図るため，Co再生路盤材を用いたセメント・アスファルト乳剤安定処理（以下，CAE）混合物について検討を行ってきた．各種室内試験および試験施工を実施した結果，従来の路上再生工法によるCAE混合物と同等の性状を有することが確認された[1)]．さらに，温度変化に伴う弾性係数の変動が確認され，弾性係数が温度依存性を有することが分かった．このため今後，構造解析によりCAE混合物の特性を評価する際，温度特性の影響を考慮することが必要と考えられた．そこで本検討では，試験施工箇所において舗装体温度の連続測定を実施し，CAE混合物の温度特性について評価を行った．

2．混合物概要

(1) 検討混合物

検討混合物の一覧を**表-1**に示す．CAE混合物については，アスファルト乳剤（以下，乳剤）およびセメントの配合割合を変化させた3種類の混合物について検討を行い，配合割合の違いが温度特性与える影響についても評価を行った．また，比較としてアスファルト（以下，As）安定処理混合物についても検討を行っている．

表-1　検討混合物

混合物名	配合割合（%）		
	乳剤	セメント	アスファルト
①環境型CAE	2.0	1.5	－
②通常CAE	5.0	4.0	－
③高耐久CAE	7.0	5.0	－
As安定処理	－	－	4.0

(2) 弾性係数推定結果

試験施工箇所においてFWDによるたわみ量測定を行い，弾性係数の推定を行った．測定時の表面温度と弾性係数の関係を**図-1**に示す．この図から分かるように，CAE混合物は乳剤系混合物であるため，As安定処理ほどではないが，舗装体温度の変化に伴って弾性係数が変動することが確認できる．

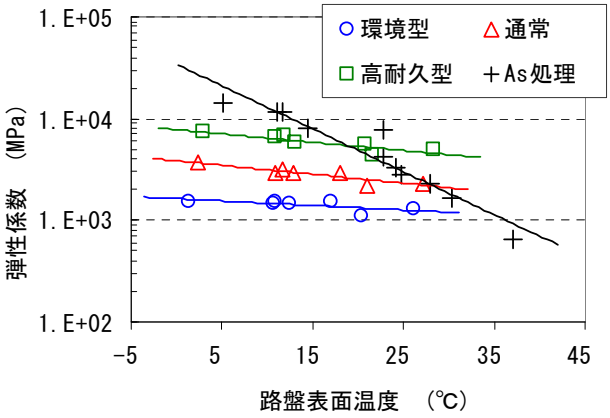

図-1　路盤表面温度と弾性係数の関係

3．舗装体温度測定

(1) 舗装断面および測定方法

試験施工箇所においてAs基層およびAs表層を舗設し，熱電対を埋設して舗装体の温度を測定した．舗装断面および熱電対設置位置を**図-2**に示す．CAE混合物の層厚は15cmとし，As安定処理については等値換算厚がほぼ同じとなるように12cmとしている．図のように各工区の中央部付近に深さ方向5箇所に熱電対を埋設し，舗装体内の温度を連続して計測した．なお，本検討では平成23年9月から平成24年2月の6ヶ月間の測定結果について評価を行った．

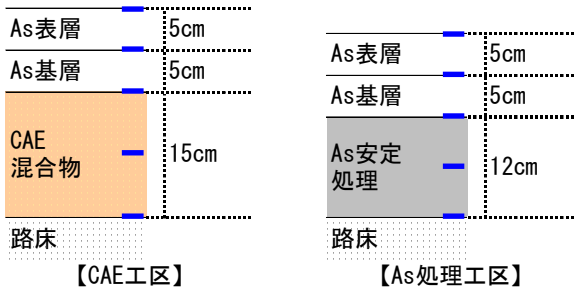

図-2　舗装断面および熱電対設置位置

キーワード：コンクリート再生路盤材，CAE混合物，弾性係数，温度推定
連絡先：〒300-4111　茨城県土浦市大畑208　前田道路(株)技術研究所　TEL:029-833-4311　FAX:029-833-4312

(2) 測定結果

温度測定結果の一例を**図-3** に示す．これは夏期の測定結果例であるが，秋期および冬期においても CAE 混合物 3 種類および As 安定処理について類似した温度勾配が確認された．また，温度勾配の各測定値を直線で結んで積分値を求め，それを平均したものを混合物層の平均温度として求めた [2]．結果の一例を**図-4** に示す．この結果より，舗装内の層として CAE 混合物は As 安定処理と非常に類似した温度変化を示し，乳剤およびセメントの添加量は舗装体温度に影響を与えないことが分かった．

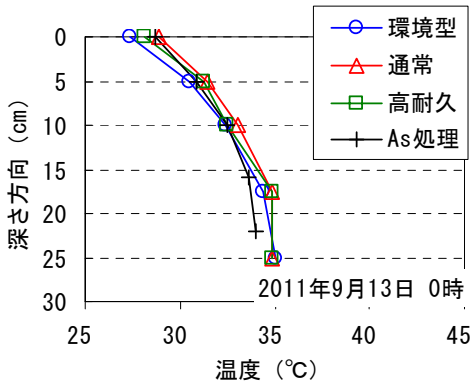

図-3 深さ方向の温度勾配

(3) 温度推定式

気温データから As 混合物層の温度を推定する方法として，舗装設計便覧に式(1)（以下，便覧式）が示されている．

$$M_p = M_a\left[1+\frac{2.54}{z+10.16}\right]-\frac{25.4}{9(z+10.16)}+\frac{10}{3} \qquad (1)$$

ここに，M_p：月平均舗装温度（℃），M_a：月平均気温（℃），

z：温度を推定しようとしている点の表層上面からの深さ（cm）

便覧式による推定温度と実測温度との比較を行った結果を**図-5** に示す．この図より，As 安定処理と同様に CAE 混合物について，非常に便覧式の推定値に近い値が得られていることが分かる．

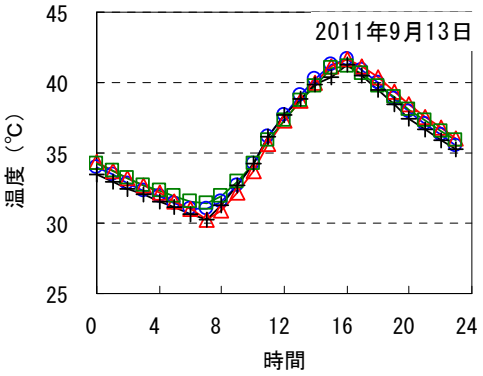

図-4 混合物層平均温度

また，時間毎に舗装体の温度を予測する式として AASHTO で式(2)（以下，BELLS 式）が示されている [3]．

$$T_d = 0.95 + 0.892\times IR + (\log(d)-1.25)\{-0.448\times IR + 0.621\times 1day + 1.83\times\sin(hr_{18}-15.5)\} + 0.042\times IR\times\sin(hr_{18}-13.5) \qquad (2)$$

ここに，T_d：深さ d における舗装温度（℃），IR：表面温度（℃），

$1day$：測定前日の平均気温（℃），hr_{18}：測定時間（24 時間表示，10 進法）

BELLS 式による推定値と実測値の比較結果を**図-6** に示すが，この結果においても As 安定処理と同様に CAE 混合物について，実測値と推定値が非常に近似していることが分かる．

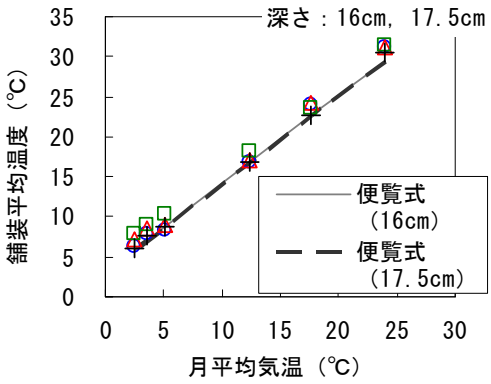

図-5 便覧式の推定値と実測値の比較

以上の結果より，CAE 混合物についてもアスファルト混合物に対する温度推定式を適用できる可能性を確認した．

4．まとめ

CAE 混合物の温度特性を評価するため，舗装内部の温度を連続測定した結果，As 安定処理と類似した温度履歴を示すことが確認された．ここでは，約半年の計測データを基に評価を行ったが，今後も測定を継続し，データの精度を向上させて行きたいと考える．

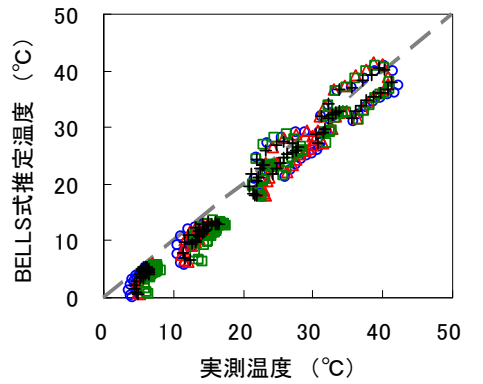

図-6 BELLS 式の推定値と実測値の比較

参考文献

1) 清水ほか；コンクリート発生材を用いた中央混合方式 CAE 混合物に関する検討，土木学会論文集 E1（舗装工学）論文集，Vol. 67 No. 3，2011. 12

2) 丸山ほか；アスファルト混合物層の温度推定法，土木学会第 47 回年次学術講演会，1992. 9

3) Federal Highway Administration（US）；Temperature Predictions and Adjustment Factors for Asphalt Pavement，2000. 6