

セメント・アスファルト複合体のQ値測定と他の材料との比較検討

山口大学大学院 学生会員 ○大庭 克
日本振興株式会社 非会員 大下仁至
山口大学工学部 正会員 上田 満

1 はじめに

新幹線スラブ軌道に用いられるセメント・アスファルト複合体はセメントコンクリート等と比べ、応力緩和特性に優れた材料であるといわれている。セメント・アスファルト複合体（以下ではCA複合体と称す）の静的な応力緩和特性は従来の研究にて多少なりとも解明された。CA複合体を新幹線スラブ軌道に用いた場合、その動的な応力緩和特性を解明することは実施工するに際して重要な課題であろう。本研究にて採用したCA複合体の配合は実施工に耐える配合とした。本研究は動的応力緩和特性を顕著に示すとされているQ値の測定をメインのテーマとし、CA複合体の配合がQ値に与える影響、またCA複合体のQ値と他の建設材料のQ値との比較検討を行うことが本研究の主要課題である。

2 実験概要

2-1 供試体の作成、寸法、比較材料

CA複合体の配合は砕砂を全く含まないもの（以後複合体Aと称す）から砕砂を体積割合で50%含有する複合体（以下複合体Bと称す）まで広範囲に変えたものとした。表-1は使用材料を示したものである。供試体の成形は型枠への打ち込みによって行った。供試体寸法はQ値測定を行うととを配慮し、棒状供試体とした。即ち、表-2は実験に用いた供試体寸法、形状を示したものである。なお、用いた配合の中には、スラブ軌道に用いられる配合も含まれる。

2-2 Q値測定

図-1はQ値測定システムを示したもので、シンセサイザーにて発生した高周波を供試体の一端に入力し他端にて出力された波形の観測を行う。入力高周波、波長の1/2が供試体の長さに一致する場合に、出力波の振幅は極大となる。これが一次共振である。同様に波長が供試体長に一致する場合は二次、さらに三次共振となる。これら共振周波数、振幅を観測することにより材料のQ値、動弾性係数等が決定される。

3 解析手法

図-2は共振曲線形状の標準的なもので、Q値、動弾性係数は図に示した各ファクターを用いて以下のように決定される。また、Q値の計算に必要なNを求める際、Nは振幅ピーク値の1/√2点振幅とした。

$$Q=f/N$$

$$f: \text{共振周波数}(c/s)$$

供試体の形状によって動弾性係数の計算法が異なるため、以下に示す両式を使い分けた。

$$E_D=DWf^2,$$

$$D=0.00408\frac{L}{bt} \quad (\text{角柱供試体}),$$

表-1 CA 複合体構成成分

CA複合体	A	B
セメント	普通ポルトランドセメント	
アスファルト乳剤	蒸発残留分の針入度 60/80	
骨材	海砂	砕砂, 海砂

表-2 供試体寸法及び形状

供試体種別		形状	寸法 (mm)
CA複合体	a	角柱	25×25×300
	b	円柱	φ20×200
	c	円柱	φ15×200
	d	円柱	φ13×120
セメントモルタル		角柱	25×25×300
木材		角柱	18×18×250
ステンレス		円柱	φ15×200
岩石		円柱	φ14×120

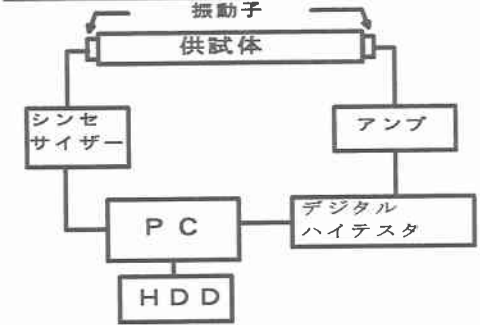


図-1 測定装置の概略

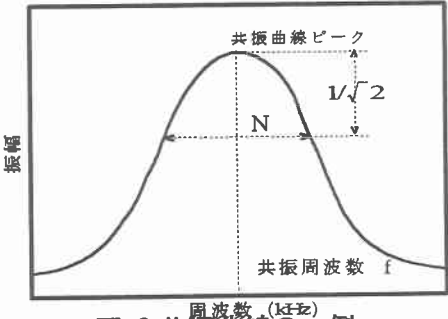


図-2 共振曲線の一例

$$D = 0.00519 \frac{L}{d^2} \quad (\text{円柱供試体})$$

D：供試体の形状で定まる定数

W：供試体の重量 (kg)

L：供試体長 (cm)

b, t：直方体供試体の断面の辺長 (cm)

b d：円柱供試体の直径 (cm)

4 実験結果及び考察

4-1 C/E、海砂混合割合、砕砂混合割合が Q 値に与える影響

図-4は求められた複合体 A の Q 値を示したもので、異なる C/E、砂混合割合を明記した上で表した。砂混合割合が同一の複合体の Q 値は C/E (セメントとアスファルト乳剤の混合割合) が大になるに従って大となった。また、砂が混合されると大となることも確認される。図-5は複合体 A 海砂混合割合 0% の C/E による Q 値の変化を表したものである。Q 値と C/E に相関があると考えられ、直線回帰を行うと次式となった。

$$\text{複合体 A 海砂混合割合 0\%} \quad \cdots \quad Q = 3.282x + 1.254 \quad (Q = Q \text{ 値}, x = C/E)$$

図-6は複合体 B の Q 値と複合体 A の Q 値との比較図である。図には、複合体 A の配合は同一なものを並記して表示した。骨材最大寸法の大きい砕砂が混入されると、Q 値は複合体 A の Q 値に比べ 1.3~1.6 倍程度大となった。複合体中を高周波が伝達される際に、弾性係数の異なる砕砂が大量に混合されることが弾性波速度に大きい影響を与える。共振曲線の乱れは複合体 B の場合が多少、大であるのもこのことが原因しているものと思われる。

4-2 比較材料と CA 複合体の Q 値及び動弾性係数の比較

図-7は比較材料と CA 複合体の Q 値の比較図である。図に示した CA 複合体の配合は C/E=0.3 海砂混合割合 0% の複合体 A, B を比較対照として示した。建設材料に用いられる材料の Q 値は CA 複合体に比べ大でその値は木材の 16.5 からステンレスの 30.2 となった。

図-8は動弾性係数と Q 値の関係を CA 複合体、比較材料について示したものである。図に一点だけ近似線より離れた所にあるのがみうけられる。これは、木材の点である。このことより、木材は高い Q 値を示すにもかかわらず、その動弾性係数は他の比較材料に比べはるかに低いことがわかる。図を見ると、木材を除く Q 値と動弾性係数の間には、次の式が導き出される。

$$E_D = 2969 \exp(0.0997Q) \quad (E_D = \text{動弾性係数}, Q = Q \text{ 値})$$

5 今後の検討課題

CA 複合体を駅構内、高架橋に用いた場合、気象条件から気温が変化する。従って耐候性を配慮すれば、CA 複合体の養生温度が Q 値に与える影響を砕砂混合された複合体に対して求めることが必要であろう。

6 まとめ

本研究にて用いた比較材料、複合体配合の範囲にて、実験結果として以下のことが明らかとなった。

1. CA 複合体の Q 値は比較材料の Q 値の 1/8~1/20 倍と小さいものであった。
2. 複合体 A の Q 値は複合体 B の Q 値の 1.6 倍程度であった。
3. 比較材料の動弾性係数は CA 複合体の 1 倍~50 倍程度であった。

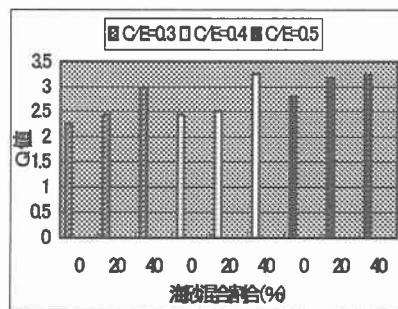


図-4 海砂混合割合別の Q 値

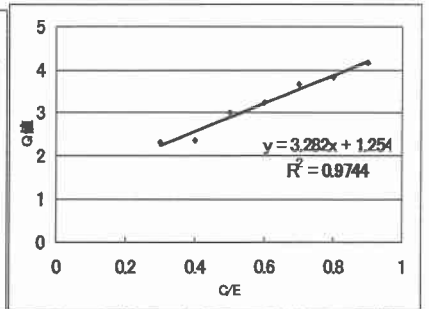


図-5 C/E による Q 値の変化

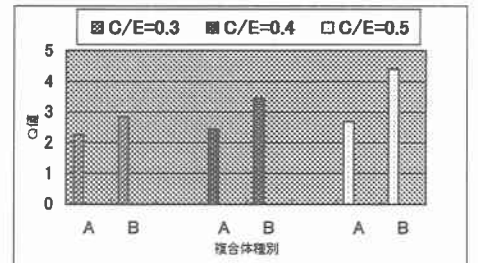


図-6 砕砂混合による Q 値の変化

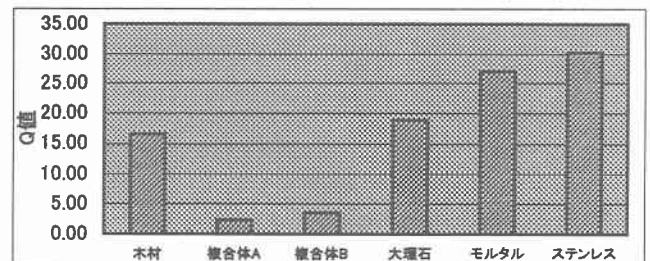


図-7 比較材料の Q 値

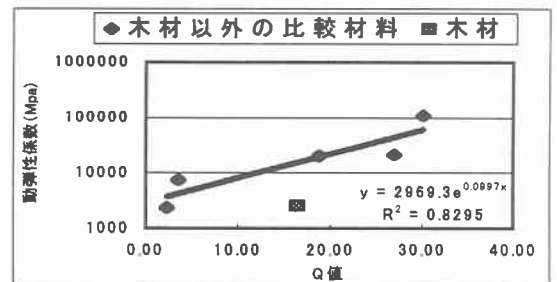


図-8 Q 値と動弾性係数の関係