

アスファルトコンクリート遮水壁の熱特性及び防温層としての効果について

東電設計第一土木本部 フェロー会員 貝沼 憲男
東京電力技術研究所 正会員 土居 賢彦
東電設計土木調査部 星野 吉昇
東電設計土木調査部 池谷 貞右

1. はじめに

アスファルトコンクリートの降伏ひずみが温度の低下に伴い小さくなることは、既往の研究によって良く知られている。ダムの上流法面に遮水壁としてアスファルトコンクリートの層を設けるアスファルト表面遮水壁型ダムは、外気温の影響を直接受けるため、ダムの安全性を評価する際には、特に、冬季の遮水壁内の温度分布を精度良く評価することが必須の条件となる。ここでは、遮水壁内の温度分布を支配するアスファルトコンクリートの熱特性をモデルダムとしたYダムの実測結果から同定した事例についてまず述べ、次いで、粗粒度アスコンを防温層として密粒度アスコンの上部に設けた場合の効果について検討した結果について述べる。

2. モデルダムの計測

Yダムでは、湛水池右岸の暴露ヤード（水位変動区間）にYダムと同配合のアスファルトコンクリートを舗設し経年劣化等の観察を行っているが、この一環として、図－1に示す位置（気中部 No1～No6、水位変動部 No7～No12）に計器を埋設し、1992年（供用開始年）から約8年間、遮水壁の温度の経時変化を計測している。

3. アスファルトコンクリートの熱特性

1) 同定の手順

①遮水層各層の熱物性値は下記の推定方法を総合勘案して仮定した（表－1参照）。

- ・遮水層を構成する骨材及びバインダーの熱特性値と材料の重量比率から合材の熱特性値の推定。
- ・モデルダム設計時の熱特性に関する室内試験結果の参照

②一次元非定常熱伝導解析の実施。

- ・解析において遮水壁表面部の外気温については、重力式ダムの温度応力の評価に用いられている下式により等価外気温として評価した。

$$\theta' = q \times \beta / \alpha + \theta \quad \text{-----①} \quad \text{ここに、}$$

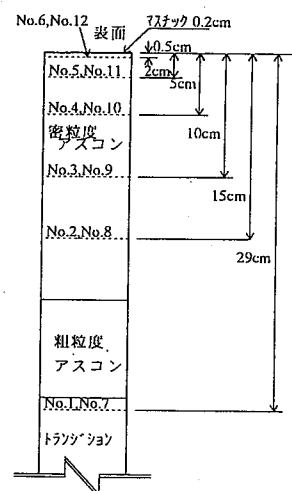
θ' ：等価外気温(°C) θ ：測定外気温(°C)

q ：日射量観測値($\text{kcal/m}^2=4.186 \times 10^3 \text{MJ/m}^2$)

β ：温度吸収係数(パラメータ)

α ：日射量換算係数(無風状態のアスコンの熱伝達率を仮定： $15.18 \text{W/m}^2/\text{k}$)

- ・アスコンの熱伝達率はパラメータとし、モデル地点の風速 $0 \sim 3.9 \text{m/s}$ より、 $15.2 \sim 45.0 \text{W/m}^2/\text{k}$ とした。
- ・温度吸収率については、 $0.0 \sim 1.0$ とした。
- ・地中温度については、深さ 50cm 位置の温度を一定値 (10°C) として与えた。



図－1 計器設置位置

表－1 熱物性値

	比重 kg/m^3	熱伝導率 $\text{W/m} \cdot \text{k}$	比熱 $\text{J/kg} \cdot \text{k}$
①マスチック	1,420	0.387	1275
②密粒度アスコン	2,320	1.279	790
③開粒度アスコン	1,990	0.954	840
④粗粒度アスコン	2,280	1.210	880
⑤トランジション	2,000	0.400	880

③モデルダムの熱特性に関する室内試験結果を逸脱しない範囲で実測値を良く説明する熱特性値を同定した。

2) 同定結果

実測値と解析値の整合の程度が最も良いケースは熱伝達率を $38.0\text{W/m}^2/\text{k}$ 、温度吸収係数を 0.9 としたケースであった。このケースの実測と解析の整合性の程度は、図-2 (1) (2) に示す。

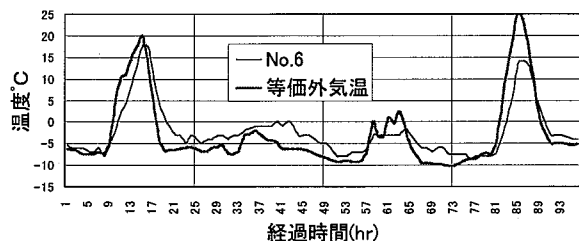


図-2(1) 実測値の経時変化

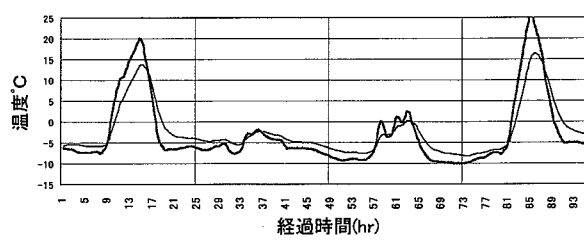


図-2(2) 解析値

4. 防温効果の解析的検討

1) 基本的な低温対策

アスファルトコンクリートの低温時対策としては、低温時の伸び能力の確保（と同時に高温時のダレ防止）を狙った改質アスファルト等のバインダーの工夫により対処する方法及び遮水層が低温とならないように遮水層の上部に防温層を設ける方法が考えられる。

ここでは、粗粒度アスコンを防温層として用いた場合の効果について報告する。

2) 効果の判定方法

防温層の厚さをパラメータに非定常熱伝導解析を実施した。各層の熱特性、解析の境界条件は、3. の検討と同様とした。防温層の効果の判定は、遮水層の温度変化の緩和の程度を考察することにより判定した。

3) 判定結果

防温層の厚さについては 4 ～ 30 cm のパラメータとして解析を実施した。防温層の厚さを 12 cm とした時の外気温と図-1 No.6 の位置における温度の経時変化を図-3 (1) (2) に示す。図-3 (1) は、日射量が少なく極低温の外気温が 2 ヶ月ほど継続するケースを示しているが、防温の顕著な効果は見られない。図-3 (2) は日射量が多く、短期間に温度がサイクリックに変化するケースを示しているが、この場合には 30 度程度の防温効果が見られる。図-4 は極低温が長期間継続するケースにおいて、防温層の厚さを 30cm としたものである。この程度の厚さまで増厚すれば、極低温が長期間継続した場合においても防温効果が確保できる。

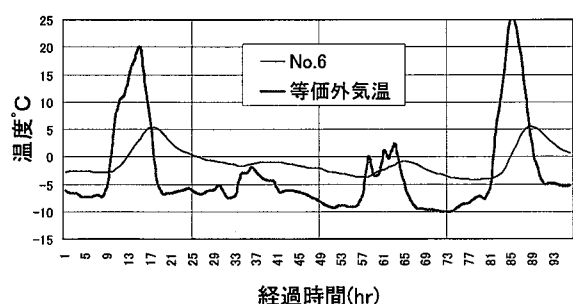


図-3(1) 解析値の経時変化図(防温層12cm)

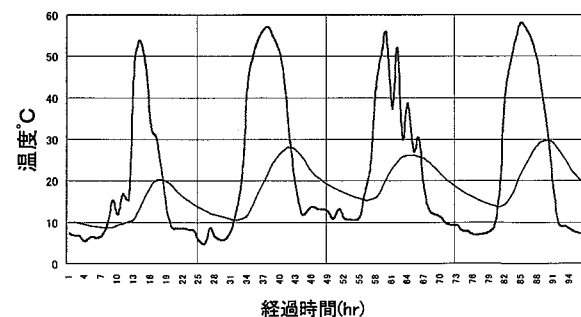


図-3(2) 解析値の経時変化図(防温層12cm)

5. まとめ

実測のデータを逆解析することにより、アスファルトコンクリートの熱特性を同定することができた。これを用いて、防温層として粗粒度アスコンを密粒度アスコンの上部に設けた場合の効果について検討を行った。防温層は、短期の急激な温度変化には有効であることが分かった。今後実用に向けての検討が課題である。

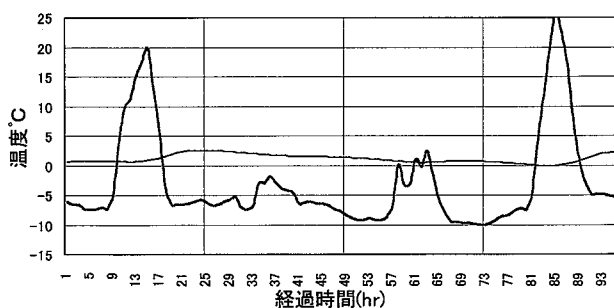


図-4 解析値の経時変化図(温層30cm)