寒冷地における多層構造アスファルト混合物の設計温度の設定

北海道電力(株)	正会員	神藤	謙一
北海道電力(株)	正会員	中井	雅司
(財)雷力中央研究所	正会員	西内	達雄

1.まえがき

北海道電力(以下北電)は,北海道虻田郡京極町の北部に位置する台地に掘り込み式の上部調整池,京極町 近傍を流下し日本海に注ぐ尻別川水系の支流ペーペナイ川上流部に下部ダム(下部調整池)を構築し,この間 の落差約370mを利用して最大出力60万kWの北電初の純揚水式発電所を建設する予定であり,上部調整池内 面全面はアスファルト遮水壁で計画している。

上部調整池計画地点は冬期間の最低気温が-25 程度で,最大積雪も5mを超す厳しい自然環境にあるためア スファルト遮水壁の設計にあたっては,特に低温時における力学性状(温度応力,地震による変形追従性)の 把握が必要であり,遮水壁の合理的設計を図るためには,アスファルト混合物各層の設計最低温度を設定する ことが重要となる。

本報告は, 遮水壁の多層構造模擬供試体を作成して, その温度分布測定と熱伝導解析から各層の熱物性値を 同定し, 別途検討して設定した遮水壁構造を熱伝導解析によるシミュレーションにより各層の設計温度を検討 したものである。

2. 検討内容

多層構造アスファルト混合物の設計温度の検討は、図 1 に示す検討 手順で実施した。

温度分布測定は,図2に示す多層構造模擬供試体を,温度制御が広範囲(+80~-30)である恒温恒湿室(幅:4.07m,高さ:2.10m, 奥行:1.97m)に設置して実施した。供試体のトランジションの下端には基盤の地熱の保温効果を考慮し,ヒーターを用いて境界面を0に保

持するとともに,熱伝導が各層深さ方向に1次元的に 作用するように供試体周辺を発泡ウレタンで断熱し て,外部との熱交換がない構造とした。

熱伝導解析は,非定常熱伝導解析手法を用いて室内 温度と各層供試体との熱収支バランスを評価し,温度 分布測定結果の数値シミュレーションを行い,アスフ ァルト混合物の熱伝達係数および比熱を既往の文献 などを参考に仮定し,熱伝導率を同定した。設定した 外気温は,上部調整池地点の冬期間の日変動を勘案し て日最高気温を-10,日最低気温を-30 とし,測定 は温度勾配を±5 /hrで連続10日間(10サイクル) で実施した。







【Key Word】表面アスファルト遮水壁,積雪寒冷地,低温時力学特性,多層構造,熱伝導解析 【連絡先】〒060-8677 北海道札幌市中央区大通東1丁目2番地,TEL:011-251-4628,FAX:011-251-0425

3. 検討結果

熱伝導解析と温度分布測定結果から各層の熱物性値を同 定した結果を表 1に示す。

熱伝達係数と比熱を仮定して同定した熱伝導率は、それぞ れの混合物の空隙率に支配されていると思われる。(各層の 空隙率:密粒度層約2%、粗粒度層約7%、開粒度層約15%) 同定した熱物性値を用い想定した多層構造アスファルト混合

物について,シミュレーションを実施して各層温度 を算定した。また,実測値および解析値とも5サイ クル以降では各層の温度はほとんど変動しなかっ たため,シミュレーションは,累積温度低下がない 5サイクル目で実施した。図 3に各層温度のシミ ュレーション結果を示す。

図から各層温度は規則的に時間遅れが生じ,深部 にいく程温度低下が小さくなっている。最低外気温 を-25 とすると,表面保護層表面の温度は約-22 , 上部遮水層上面では約-18 で外気温と7 の温度差 があり,アスファルトマスチックは表面保護の他に, 保温効果が期待できる。

表 1 熱物性値の同定結果

	仮定	值	同定値
各層の名称	熱伝達係数	比熱	熱伝導率
	(kcal/m ² hr)	(cal/g)	(kcal/mhr)
表面保護層	48	0.35	0.07
密粒度層		0.40	2.00
開粒度層		0.45	1.50
粗粒度層		0.40	1.75
トランジ ション層		0.45	1.50



なお,カナダの文献¹⁾では,数箇所のアスファルト舗装道路において,最低外気温と舗装体温度を回帰分析 し,冬期間の気温履歴から冬期設計温度を算定する推定式を提案している。この推定式により,アスファルト 混合物の冬期設計温度を算定すると-14 となり,シミュレーション結果より4 程度高い結果となったが,こ の差は構造体に相違があること等を勘案すると,大きな違いではないものと考えられる。

4.まとめ

本試験および解析結果により得られた知見をまとめると以下のとおりである。

- (1)アスファルト混合物の伝熱特性については,アスファルトマスチックに保温効果があり,外気温よりも 密粒度混合物の表面温度は約7 高い結果となった。シミュレーションで算定した設計最低温度は,既往 の研究成果から統計学的手法で算定した温度とほぼ同レベルであった。
- (2)アスファルト混合物の熱伝導率については,薄膜であるアスファルトマスチックを除き,各層の空隙率に 依存し,空隙率が小さいほど熱伝導率が大きい結果となった。
- (3)多層構造である遮水壁の内部温度測定結果と熱伝導解析結果から,熱伝導解析の数値シミュレーションで, 各層毎の設計温度を推定することが可能である。

5. あとがき

今回の報告は道路用の一般的なアスファルト舗装構造についても内部温度の推定が可能であると思われる。 最後に本研究を進めるにあたり,ご指導,ご協力を頂いた北海道大学菅原照雄名誉教授,北海道工業大学笠 原篤教授をはじめ,アスファルト試験および設計に携わっている関係各位に深く感謝の意を表します。

【参考文献】

1) Determining the Winter Design Temperature for Asphalt Pavements, Transportation Association of Canada, 1997