

II-8

寒冷地におけるアスファルトマットの長期的物性試験

北海道開発局 開発土木研究所 ○正員 平野誠治
 正員 平澤充成
 正員 木村克俊
 北海道開発局 稚内開発建設部 坂本洋一

1. はじめに

防波堤、岸壁および護岸といった重力式の港湾構造物の直立部の安定については、滑動、転倒および地盤支持力の3項目の検討が行われる。滑動の安定性で堤体諸元が決定される場合、外力に対する抵抗力は堤体底面の摩擦係数と堤体重量の積で表されることから、堤体底面の摩擦係数を高めることは、外力に対する抵抗力増加につながる。すなわち、堤体底面の摩擦係数を高めることにより、従来よりも少ない堤体重量で必要な抵抗力を確保できることから、堤体幅縮小による建設コスト縮減が可能となる。

アスファルトマットをケーソン底面に敷設する工法は、堤体底面と捨石マウンド間の摩擦係数を高める方法の一つであり、昭和38年度に和歌山県の有田港防波堤に全国で最初に採用された。同港においては、現地施工に用いられたものと同一配合のアスファルトマット供試体を昭和44年度より海中に保存し、供試体の物性値を調査するというを目的とした長期試験が実施されており、25年経過時においても強度に大きな変化がみられないことが確認されている^{1),2)}。

北海道においても、アスファルトマット工法は昭和42年度より採用され始めているが、冬季間に沿岸海域の水温が0°C近くまで低下するため、耐久性はもとより低温の条件下でのアスファルトマットの摩擦係数および強度の低下等が懸念された。このため、寒冷海域用のアスファルトマットの配合を開発するとともに、昭和56年度より留萌管内の増毛港で防波堤施工と同時にアスファルトマット供試体を沈設し、その長期的物性試験を行っている。さらに、平成元年度に「港湾の施設の技術上の基準」³⁾（以下、技術基準）の改訂に際してアスファルトマットの曲げ強度および圧縮強度の見直しが行われたことに伴い、平成3年度より根室管内の落石漁港において新しい配合条件に対して増毛港と同様の試験を行っている。

本報告は、現在までに収集されている増毛港16ヶ年、落石漁港6ヶ年のデータに基づき、寒冷地用アスファルトマットの経年的な性状変化について検討を行うものである。

2. 調査概要

(1) 調査対象港

アスファルトマットの長期的物性試験は、図-1に示す増毛港および落石漁港で実施した。両港において防波堤用ケーソンに設置するアスファルトマットを施工する際に、これと同じ配合で供試体を製作した。この供試体を鉄筋コンクリート製の箱に入れ、波浪の影響が少ない港内側のマウンド上に設置した。

(2) 配合条件

増毛港に沈設した供試体の配合を表-1に示す。この配合は冬季の低温下における柔軟性の維持および夏季のフロー防止に考慮されていることが特徴である。



図-1 調査対象港

Long-term test on durability of asphalt mat in cold regions
 by Seiji HIRANO, Mitsunari HIRASAWA, Katsutoshi KIMURA and Yoichi SAKAMOTO

その後、平成元年度には曲げ強度および圧縮強度の基準値が $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ ($10\text{kgf}/\text{cm}^2$)以上から $2.0\text{N}/\text{mm}^2$ ($20\text{kgf}/\text{cm}^2$)以上に改訂された。また、昭和63年度以降は、それまで北海道で用いられてきた触媒型アスファルト「スーパーCBアスファルト」の確保が困難になった。さらに、フロー防止を目的として配合してきたテーリングが環境上の理由により使用が困難になった。これらの問題の解決に向けて杉本ら⁴⁾は表-2に示す新配合の提案を行った。

落石漁港に沈設した供試体の配合は表-2のとおりとなっており、テーリングの代用となる添加材の効果を把握するために2種類の配合を行っている。

(3)試験方法

増毛港については、沈設した昭和56年度を0年目とし、10年目にあたる平成3年度までは毎年試験を実施し、その後、沈設50年目までは5年に1回の試験を実施する。落石漁港については、平成3年度の沈設を0年目として、50年目まで5年ごとに試験を実施する。ただし、平成8年度実施予定の試験のうち摩擦試験に関しては、試験機器の事情により平成9年度(増毛港供試体沈設16年目、落石漁港供試体沈設6年目)に行った。

試験項目は、曲げ試験、圧縮試験、比重試験、針入度試験、軟化点試験および摩擦試験であり、針入度試験と軟化点試験については、ともにASTM(D-762-49)のアブソン抽出方法によって供試体より抽出したアスファルトに対して行った。

各試験の試験温度を表-3に、技術基準における試験温度と結果判定基準値を表-4に示す。技術基準によると試験温度は 20°C となっているが、寒冷海域の条件を考慮して 0°C および 10°C でも試験を行った。結果判定基準値については、以下に示す試験結果の中で参考値として取り入れることとする。なお、試験方法の詳細については井元らの報告⁵⁾を参照されたい。

3. 試験結果

(1)曲げ強度

図-2に曲げ強度試験結果を示す。なお、技術基準改定前に製作された増毛港沈設の供試体については旧基準で、技術基準改定後に配合された落石漁港沈設の供試体については新基準で評価した。いずれのデータも基準値を満足しており、良好な結果と判断できる。特に、落石漁港の供試体においては新配合の成果が現れていると言える。全体的な傾向としては、経過年数とともに強度が

表-1 供試体の配合(増毛港)

	材 料 名	重量比(%)
アスファルト	スーパーCBアスファルト	7.00
	フローアスファルト	7.00
テーリング(石綿)		3.00
ダスト	石粉	30.00
細骨材	細砂	37.00
粗骨材	7号碎石	16.00

表-2 供試体の配合(落石漁港)

	材 料 名	重量比(%)	
		添加配合	無添加配合
アスファルト	ストレートアスファルト	8.32	9.00
	フローアスファルト	4.68	3.50
添加材	セピオライト(纖維状粘性鉱物)	0.39	-
ダスト	石粉	25.00	25.00
細骨材	細砂	21.00	22.50
粗骨材	5号碎石	20.61	20.00
	7号碎石	2.00	2.00

表-3 試験温度

試験名	試験温度($^\circ\text{C}$)	
	増毛港	落石漁港
曲げ試験	10, 20	0, 20
圧縮試験	10, 20	0, 20
針入度試験	25	25
摩擦試験	0, 20	0, 20

表-4 技術基準による基準値

試験項目	試験温度	結果判定基準値
曲げ試験	20°C	強度 $2.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以上、たわみ量 3mm 以上
圧縮試験	20°C	強度 $2.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以上
比重試験		2.2以上

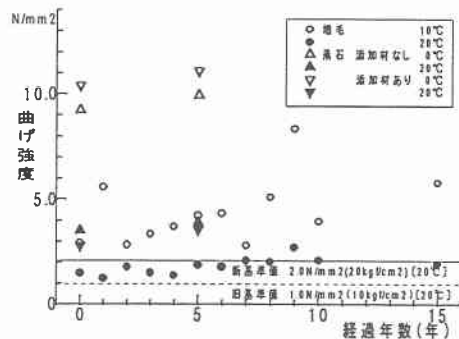


図-2 曲げ強度

増加する傾向にある。

試験温度の影響については、すべてのケースにおいて温度が低くなると曲げ強度が高くなっており、温度低下によりアスファルトマットの硬化現象が発生していることが分かる。落石漁港の供試体については、データ数は少ないものの、添加材ありのケースの方が温度変化による強度の差が大きくなっている。これは、配合におけるアスファルトの重量比に起因すると推測される。

(2)圧縮強度

図-3に圧縮強度の試験結果を示す。増毛港の供試体に関しては前述の理由により旧基準で評価した。全データとも基準値を満足しており、年数経過による強度の大きなばらつきは認められず、良好な結果と言える。なお、落石漁港の供試体の添加材の有無による性状の違いは確認できない。

温度変化による強度特性の変化については、曲げ強度と同様にいずれのケースにおいても低温下では強度が増加している。

(3)比重

図-4に比重試験の結果を示す。比重は配合、温度条件、経過年数と相関性がなく、2.2~2.3の範囲に収まっており、いずれものデータも基準値を満足している。

(4)針入度および軟化点

針入度は沈設後の経過年数に従って低下しており、時間の経過に伴いアスファルトが脆性化していることを示している。

軟化点は経過年数に従って上昇しており、年数経過とともにアスファルトの感温性が低下する傾向がある。

これら2種類の試験の結果は、ともに年数の経過とともにアスファルトが劣化していることを示唆しており、曲げ強度、圧縮強度等の供試体の物性値の経年変化は、アスファルト自体の劣化に起因するものであると推測される。

(5)摩擦係数

重力式構造物の底面と基礎捨石の間にアスファルトマットを敷設した場合、アスファルトマットと基礎捨石間の摩擦係数はアスファルトマ

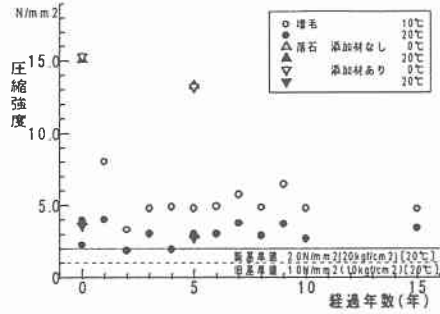


図-3 圧縮強度

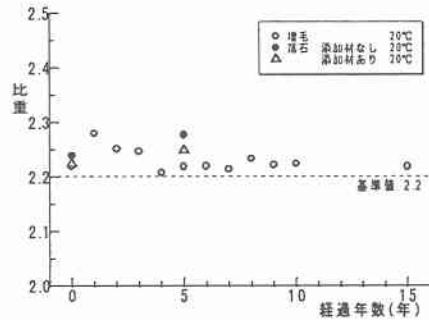


図-4 比重

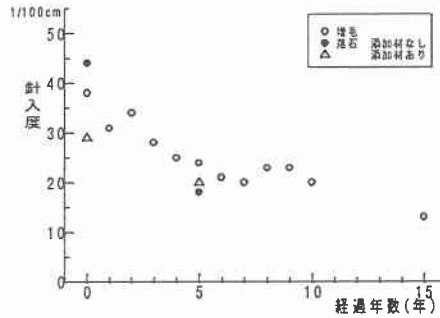


図-5 針入度

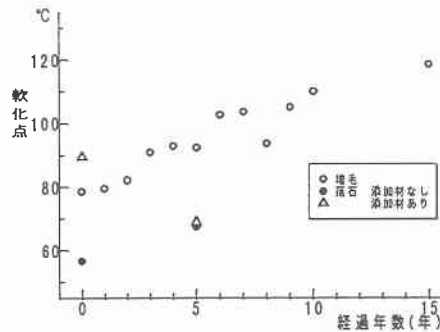


図-6 軟化点

ットと堤体底面の摩擦係数よりも大きいことが加川⁶⁾により明らかにされている。そこで本研究においては、アスファルトマット供試体とコンクリートとの摩擦係数に着目してその経年変化を調べた。

図-7および図-8に、増毛港および落石漁港の供試体上に載荷重 500kN/m^2 (50tf/m^2)を作用させた場合における摩擦試験結果を示す。

図-7によると、増毛港の試験結果については、技術基準に示された $\mu=0.7$ をほぼ満足しており、大部分のデータが $\mu=0.8\sim 1.1$ の間に存在している。また、沈設後数年間においては 0°C の条件下における摩擦係数と比較して 20°C の条件下によるものが大きい。経過年数に従い、試験温度による摩擦係数の差が減少する傾向にある。

図-8に示す落石漁港の試験結果についても基準値 $\mu=0.7$ を満足している。また、沈設当初と比較し、6年目のデータでは、添加材の有無や試験温度の影響が小さくなる傾向がみられる。

4. まとめ

増毛港については16年分、落石漁港については6年分のデータに基づき、寒冷地用アスファルトマットの経年的な物性値の分析を行った。針入度および軟化点試験結果から、アスファルトには多少の劣化が確認されたが、材料の強度および摩擦係数に関しては所定の基準値を満足していることが確認された。

最後に、本研究に関しては北海道大学大学院工学研究科の佐伯浩教授ならびに北海道工業大学土木工学科の間山正一教授に御指導を頂いた。また、現地での試料の採取にあたっては、留萌港湾建設事務所ならびに根室港湾建設事業所の御協力を頂いた。ここに記して関係各位に厚く御礼申し上げる次第である。

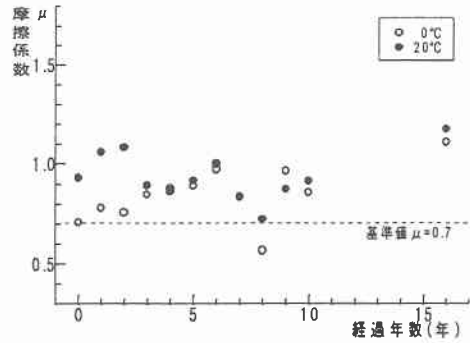


図-7 摩擦係数(増毛港)

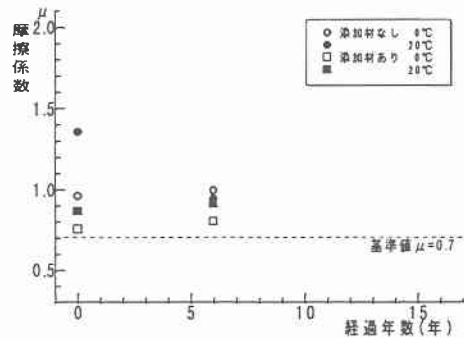


図-8 摩擦係数(落石漁港)

参考文献

- 1) 片岡真二、西宏一、矢島道夫、三浦修：ケーソン下面に敷設した摩擦増大のためのアスファルトマットの耐久性について、第30回海岸工学講演会論文集、1983、pp.643-647.
- 2) 運輸省第三港湾建設局和歌山港湾工事事務所：アスファルトマット試験報告書、1994
- 3) 社団法人日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説(改訂版)、1989
- 4) 杉本義昭、水野雄三、山中浩次：寒冷海域用アスファルトマットの開発研究、第36回北海道開発局技術研究発表会、1992、pp.255-260.
- 5) 井元忠博、水野雄三、谷野賢二：重力式港湾構造物に用いられるアスファルトマットの耐久性に関する調査研究、海洋開発論文集Vol.5、1989、pp.119-124.
- 6) 加川道夫：重力式構造物の摩擦抵抗増大について、第11回海岸工学講演会講演集、1964、pp.217-221.