

# 寒冷海域における摩擦増大用アスファルト マットの耐久性について

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 ○上久保勝美  
関口 浩二  
山本 泰司

摩擦増大用アスファルトマットは、重力式構造物の本体底面に使用することで滑動抵抗力を増し、所要堤体幅を小さくできるなどコスト縮減に寄与するものである。しかしながら、北海道のように沿岸域の海中温度が冬期間 0℃近くまで低下する海域での使用を目的とした摩擦増大用アスファルトマットの長期的な摩擦試験は当研究所以外では実施されていないのが現状である。

本報告では、寒冷海域で使用される摩擦増大用アスファルトマットの長期耐久性として、北海道の増毛港において昭和 56 年から海中に沈設した試験用供試体の摩擦試験結果を報告する。その結果、寒冷海域において 30 年経過した摩擦増大用アスファルトマット供試体の摩擦係数は概ね基準値を満足していた。

キーワード：摩擦増大用アスファルトマット、寒冷海域、摩擦係数

## 1. まえがき

摩擦増大用アスファルトマット（以下、アスファルトマットという）は、重力式構造物の本体の底面に使用することで滑動抵抗力を増し、所要堤体幅を小さくできるなどコスト縮減に寄与できるものとして評価されている。

アスファルトマットの耐久性については、和歌山下津港において 30 年間の現地耐久性調査結果が、浜田ら<sup>1)</sup>によって報告されている。また、北海道のように海中温度が 0℃近くまで低下する海域での耐久性に関する試験は、井元ら<sup>2)</sup>による報告のみである。

北海道においては、アスファルトマットは昭和 42 年から採用されてきているが、低温環境下でのアスファルトマットの摩擦係数の低下が懸念されている。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し、昭和 56 年に留萌管内増毛港の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、10 年間は毎年、10～20 年までは 5 年おきに摩擦係数試験を実施してきた。

本報告では、寒冷海域で使用されるアスファルトマットの長期耐久性として、北海道の増毛港に試験用として海中に沈設してあるアスファルトマット供試体が 30 年を経過したので、これまでの摩擦係数の経年変化を報告するものである。

## 2. アスファルトマットの摩擦係数の基準

アスファルトマット工法の採用は、昭和 38 年度に和歌山港工事事務所により施工された有田港防波堤 175m が最初である。この工法を実施するにあたり加川<sup>3)</sup>によって室内実験や屋外実験が行われ、摩擦係数を 0.70 と定めている。（捨石とコンクリート間の摩擦係数は 0.60 である）加川<sup>3)</sup>の実験によればアスファルトマットとコンクリート間の摩擦係数は 0.80 を採りうるが、新規の工法であるために安全のため 0.70 を採用している。また、温度と摩擦係数の関係も温度が低いほどアスファルトマットの摩擦係数は小さくなる傾向があるとしている。このようなことから、北海道においては、冬期間の海水温が 0℃近くになるなど過酷な自然条件下であるため、アスファルトの配合を寒冷地仕様とし、摩擦係数を 0.70 としてきた実績がある。よって本報告においても摩擦係数 0.70 を基準値とした。

## 3. 試験概要

### 3.1 試験対象港

本報告で対象としたアスファルトマットの試験用供試体を沈設してある増毛港の位置を写真-1に示す。供試体は、通水性を有する鉄筋コンクリート製の沈設箱に 16 試験分を収納して直接、波の影響を受けない防波堤の港内側へ沈設した。試験用供試体の状況を写真-2に示す。

### 3.2 アスファルトマットの配合

増毛港に沈設したアスファルトマット供試体の配



写真-1 増毛港



写真-2 試験用供試体の状況

合を表-1に示す。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を考慮していることが特徴である。

表-1 アスファルトマットの配合

材 料	重量比(%)
スーパーCBアスファルト25/111	7
ブローンアスファルト25/111	7
石粉	30
細砂	37
テーリング(石綿)	3
7号碎石	16

### 3.3 摩擦係数試験の方法

摩擦係数試験は、コンクリートとアスファルトマット間の値を測定しており、上載荷重は 20℃の場合で1時間載荷後に試験を実施し、0℃の場合は10℃で30分間載荷し、その後30分間で0℃まで冷却してから試験を実施した。摩擦係数試験用の供試体形状は、300mm×300mm×10mmを標準とし、相

対速度 510mm/min、供試体温度 (0℃、20℃) および上載荷重 (500kN/m<sup>2</sup>) の組み合わせについて各2回の測定を行った。試験機のイメージを図-1に、摩擦係数測定状況を写真-3に示す。

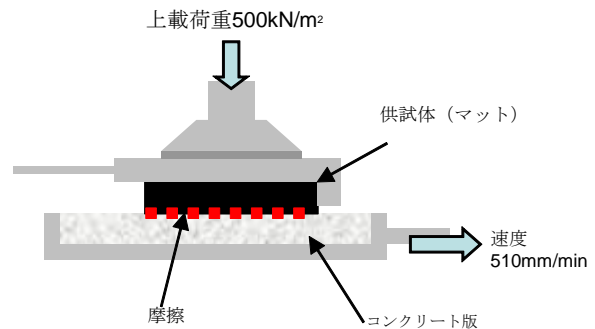


図-1 摩擦試験機の概要

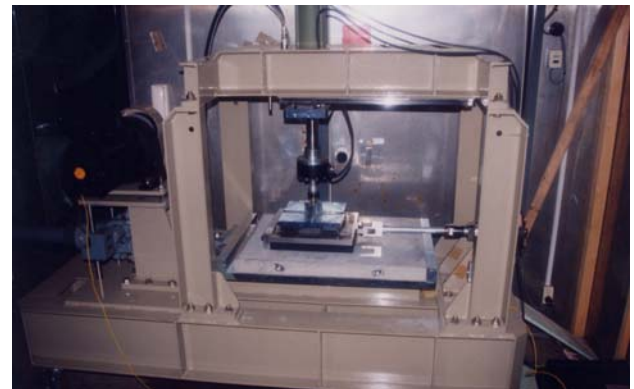


写真-3 摩擦係数測定状況

## 4. アスファルトマットの要求性能と摩擦試験結果

### 4.1 要求性能

アスファルトマットを防波堤などの重力式構造物の基礎と堤体底面の間に敷設し、その滑動抵抗力を増大させる場合の滑動抵抗の機構は、加川<sup>4)</sup>により詳細が報告されており、図-2に示す滑動機構を考えた場合、重さ  $W$  の防波堤が外力  $P$  によって生じる抵抗力は、①防波堤底面とアスファルトマット間の摩擦抵抗  $\mu_1$ 、②アスファルトマットの圧縮およびせん断抵抗、③アスファルトマットと基礎マウンド間の摩擦抵抗  $\mu_2$ 、④基礎マウンドのすべり破壊抵抗(破線)である。

防波堤の設計においては、偏心傾斜荷重に対する安全率に余裕があれば、滑動抵抗をアスファルトマットにより増加させ、堤体幅を小さくできる。よって、ここでは基礎マウンドの強度が十分であること

が前提と考える。したがって、外力  $P$  による構造

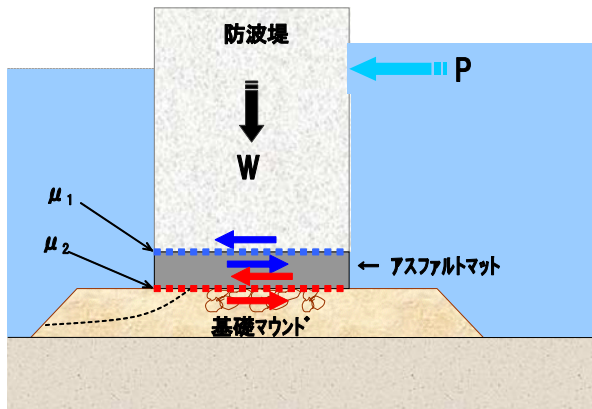


図-2 滑動抵抗の機構

物の安定は、①～③のいずれかの最も弱い抵抗力に支配されることになる。②のアスファルトマット自体の強度については、アスファルトマットが破壊すれば防波堤は滑動（場合によっては倒壊）することになるが、実用しているアスファルトマットのせん断強度は、 $1.0 \sim 5.0\text{N/mm}^2$ （温度  $30 \sim 10^\circ\text{C}$ ）程度であり、防波堤に作用する外力は、 $0.2 \sim 0.3\text{N/mm}^2$  程度であるので、破壊を生じることはない。また、アスファルトマットに作用する鉛直応力は概略  $0.1 \sim 0.5\text{N/mm}^2$  程度であり、アスファルトマット製作時の圧縮強度の基準値は、 $2.0\text{N/mm}^2$  以上であるため、これも破壊することはない。したがって、防波堤の滑動は、①の防波堤底面とアスファルトマット間の摩擦抵抗  $\mu_1$  と③のアスファルトマットと基礎マウンド間の摩擦抵抗  $\mu_2$  の大小により決まるが、加川<sup>3)</sup>によれば、 $\mu_1 < \mu_2$  であることから、防波堤の滑動は、防波堤底面とアスファルトマット間で生じることになる。以上のことから、アスファルトマットは常時、海水中にあり、防波堤を通じて波浪などによる荷重を受けているため、長期間にわたり当初の性状がどのように変化するのが問題となる。すなわち、アスファルトマットに要求される性能は、経過年数によって上述した諸強度および摩擦抵抗が最低限確保されることである。

#### 4.2 摩擦試験結果

摩擦係数の経年変化をみると、30年間の試験値の大部分は  $0.7 \sim 1.2$  の範囲に分布している。

寒冷海域を想定した  $0^\circ\text{C}$  の試験データについて

は、ほぼ安定した結果であり、 $0.70$  の基準値を満足する結果となっている。

試験温度 ( $0^\circ\text{C}$ 、 $20^\circ\text{C}$ ) による試験値を比較すると、共に沈設後数年間においてバラツキはあるものの、年数の経過に伴い試験温度によるデータの差は減少傾向にある。

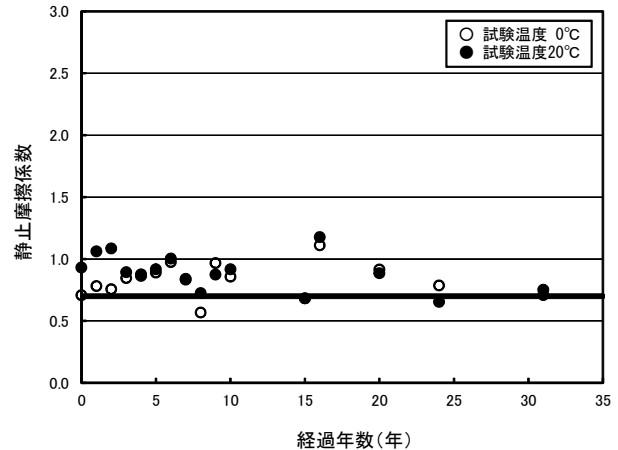


図-3 摩擦係数の経年変化

#### 5. 摩擦試験の長期耐久性

アスファルト混合物は、一般的に空気による酸化、温度変化、水浸曝気、凍結融解、紫外線による劣化および波浪や水位の変動による疲労等に対して十分な耐久性を有する必要がある。しかしながら、ケーソン下面に用いるアスファルト混合物は、常に海水中であるため、酸化による耐久性の低下は極めて少ないが、アスファルトと骨材との付着力が十分でないことにより、骨材表面からアスファルトが剥離し破壊の原因となり、劣化が促進される。また、寒冷海域での使用を想定しているため、温度変化によるアスファルトの劣化が懸念される。

現地から引き揚げた 30 年経過したアスファルトマットの摩擦係数測定用の供試体は、平板状になっているため、多少の歪みはあるものの、ひび割れなどは見られない状況である。

摩擦係数試験の結果では、本報告で対象とした基準値  $0.7$  を概ね満足する結果となっており、寒冷海域下におけるアスファルトマットの摩擦力の低下は顕著に現れていない。実際の摩擦増大用アスファルトマットは、ケーソンの下面に敷設されるため、供試体で見られた歪みはないことが推察される。よって、ケーソン下面との付着力が増大することによって、試験で得られた摩擦係数値より大きな値であると推測できる。しかしながら、防波堤を設計する場合、捨石マウンドとケーソン下面との間の摩擦係数

の値が直接コスト縮減に結びついてくることから、寒冷海域を想定したアスファルトマットの基準値は重要なものとなってくる。北海道での供用環境条件で最も過酷となる冬期間を想定することが設計で安全側となる。

## 6. まとめ

北海道などのように沿岸域の海中温度が冬期間 0℃近くまで低下する海域でのアスファルトマットの摩擦試験を実施した。その結果、寒冷海域において 30 年経過したアスファルトマット供試体の摩擦係数は、コンクリートとアスファルトマット間で、本報告で対象とした基準値である 0.70 を概ね満足する値を示しており、沈設初期の性状をほぼ維持していることが確認できた。

## 参 考 文 献

- 1) 浜田敏明・北山斉・岡良・中井章・若杉利彦：海水中における摩擦増大用アスファルトマットの長期耐久性（30 年）について，海岸工学論文集，第 48 巻，pp.1001-1005，2001.
- 2) 井元忠博・梅沢信一・宮部秀一・土井喜和・原田雅一・間山正一：寒冷海域における摩擦増大用アスファルトマットの耐久制について，海岸工学論文集，第 49 巻，pp.886-890，2002.
- 3) 加川道男：重力式構造物の摩擦抵抗増大について，海岸工学論文集，第 11 巻，pp.217-221，1964.
- 4) 加川道男：重力式防波堤などに適用するアスファルトマットに関する研究，土木学会論文報告集，第 201 号，pp.99-111，1972.