

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

片岡 真二*・西 宏一**・矢島 道夫***・三 浦 修****

1. はじめに

ケーソン防波堤が、波力による滑動に対して安定を保っているのは、ケーソン底面と捨石マウンドとの間の滑動抵抗によるものである。このことより、滑動抵抗に対する摩擦係数を大きくすることができれば、同じ抵抗力を得るために必要となるケーソンの堤体幅を減じることが可能となり、全体の工費を節約することができる。摩擦係数を大きくする方策の一つとして、ケーソンと捨石マウンドとの間にアスファルトマットを布設することが考えられる。この考えの下に、運輸省第三港湾建設局和歌山港工事事務所は、昭和 38 年度に和歌山県の委託を受けて、有田港で延長 175 m の防波堤を建設した。ここでの設計波高は 5.0 m であり、摩擦係数を 0.6 とすれば 13.5 m の堤体幅を必要とするが、アスファルトマットを使用し、摩擦係数 0.7 を採用して、11.5 m の堤体幅としてケーソン本体だけでなく捨石マウンド等の節減を行ない、全体工費を節約した。

本工法の採用に先立って、アスファルトマットの種々の室内試験と屋外実験が実施され、配合、摩擦係数が決定された。この結果については「重力式構造物の摩擦抵抗増大について」(加川道男, 第 11 回海外工学講演会講演集, 昭和 39 年 11 月)に発表されている。

有田防波堤の施工の際にアスファルトマットの長期間にわたる耐久性が問題となり、これを調査するため供試体を海水中に保管し、適宜取り出し強度試験等を実施している。

また、ケーソン下面に布設し、海水と荷重の作用を長期間受けたマットを採取し、これを観察試験する機会が得られた。これらの試験等によって、アスファルトマットの長期的な耐久性が確認されたのでここに報告する。

2. アスファルトマットの経年変化試験

アスファルトマットは、常時海水中に存りケーソンを通じて波浪等による荷重を受けている。このため長期間

にわたり当初の性状特性がどう変化するのが問題となる。これを調査するため昭和 44 年より和歌山港において以下に示すような試験を始め、以降継続して実施している。

供試体のアスファルトマットの配合は、有田港防波堤の施工に用いたものと同一とし、その形状は、以下に述べる各種試験に適合するようにそれぞれ形成した。供試体のアスファルトマットの個数は全部で 500 個であり、これを供試体相互が接触しないように箱に入れ、これを中をくり抜いたコンクリート方塊に入れて海底に沈めた。その後 0 年(海水に浸さない試験片)、1 年、2 年、5 年、7 年、9 年、11 年、15 年、20 年、25 年、30 年経過時に供試体を引き上げて、次に示す各種試験を実施する。

(1) 曲げ試験(図-1)

インストロン万能試験機を使用し、支点間距離を 10 cm とし、供試体の中央に載荷し、破断時の最大荷重と撓み量を求める。曲げ強さは、次式により求める。

$$B = \frac{3Pl}{2bd^2}$$

ここに、

B : 曲げ強さ (kg/cm²)

P : 最大荷重 (kg)

l : 支点間距離 (cm)

b : 供試体の幅 (cm)

d : 供試体の厚さ (cm)

(2) 圧縮試験(図-2)

加圧板 (4.0×4.0 cm) の間に供試体を設置し、最大荷重と変位量を記録する。圧縮強さは、次式より求める。

$$C = \frac{P}{4 \times d}$$

ここに、

C : 圧縮強さ (kg/cm²)

(3) せん断試験(図-3)

4×4 cm の載荷ブロックで、供試体の中央部に載荷し、複せん断試験を行う。せん断強さは、次式によって求める。

$$S = \frac{P}{2b \times d}$$

* 正会員 第三港湾建設局和歌山港工事事務所長
** 第三港湾建設局和歌山港工事事務所工務課長
*** 正会員 第三港湾建設局神戸調査設計事務所次長
**** 正会員 第三港湾建設局神戸調査設計事務所建設専門官

ここに,

S : せん断強さ (kg/cm^2)

(4) 引張試験 (図-4)

供試体をアタッチメントに装置し、引張り試験を行い、次式より引張り強さを求める。

$$T = \frac{P}{b \times d}$$

ここに,

T : 引張り強さ (kg/cm^2)

(5) アブソン抽出試験 (図-5)

試験片からのアスファルトの回収は、ASTM (D1856-69)「修正 Abson 操作によるアスファルト資材の加熱抽出および瀝青の回収に関する標準試験方法」による。針入度試験は、JIS. K. 2530 石油アスファルト針入度試験方法および、軟化点試験は、JIS. K. 2531 の石油アスファルト軟化点試験方法により行う。

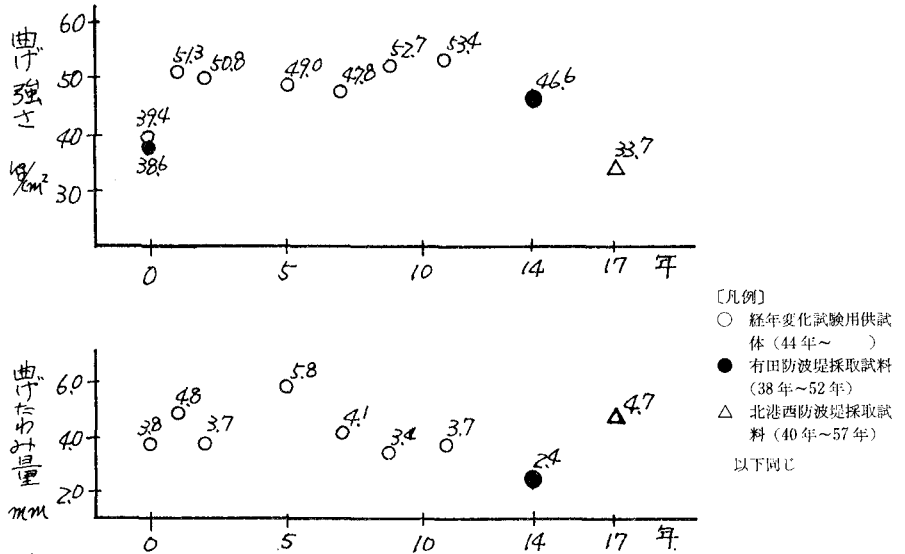


図-1 曲げ試験結果

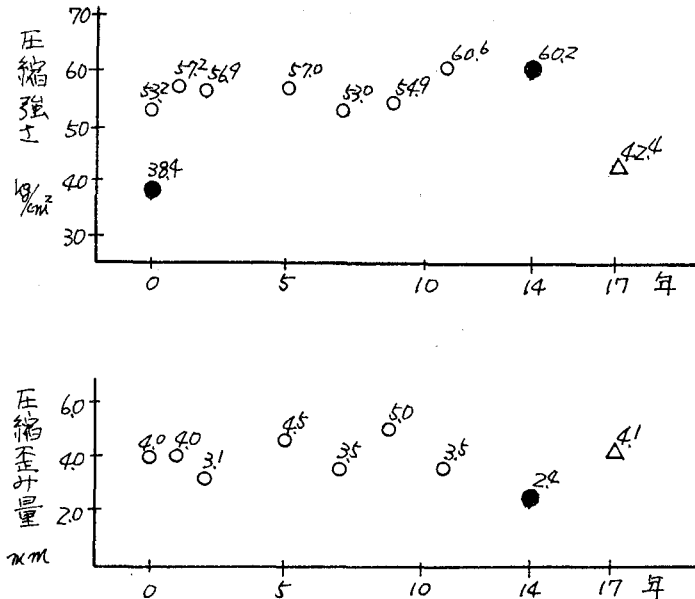


図-2 圧縮試験結果

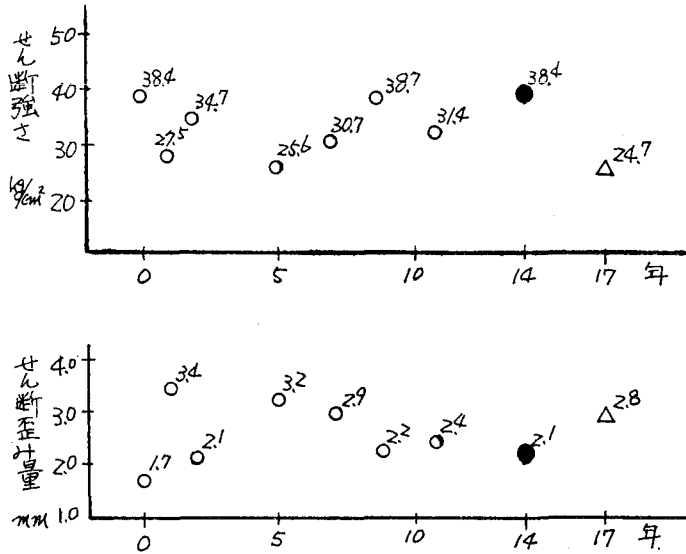
昭和 58 年現在、供試体による経年変化試験は 7 回実施している。さらに、機会を得て採取した有田防波堤の 14 年経たもの、および和歌山港北港西防波堤の 17 年経た試料による試験結果も含めてグラフにし、図一1～図一5 に示す。これによれば、曲げ強さ、圧縮強さについては、増加の傾向を示し、引張り強さ、せん断強さは徐々の降下傾向を示している。歪量については、曲げ、圧縮については小さく、引張り、せん断については大き

くなっている。また、針入度は徐々に小さくなり軟化点は、ほぼ一定となっている。

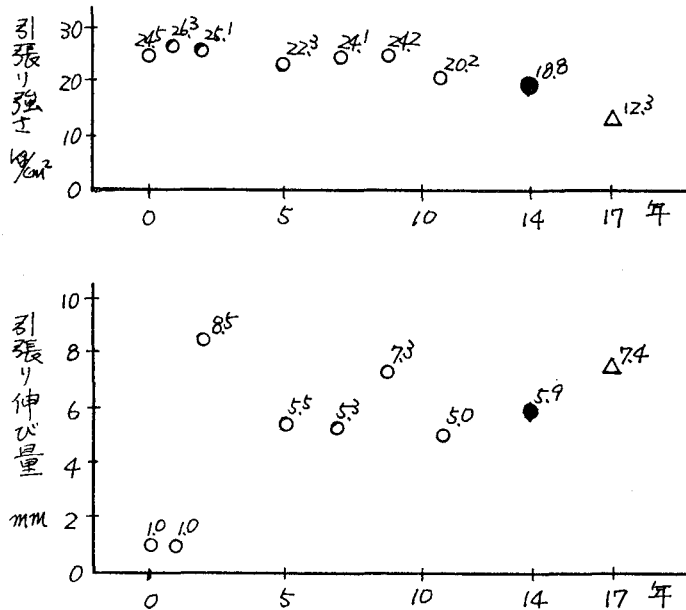
以上の結果より、アスファルトは老化の傾向にあって、いずれの値も大きな変化は見られず、強度、材質への信頼はまだ十分にあるものと判断される。

3. アスファルトマットの現地採取試料の観察

ケーソンの下面に付着しているアスファルトマットを



図一3 せん断試験結果



図一4 引張り試験結果

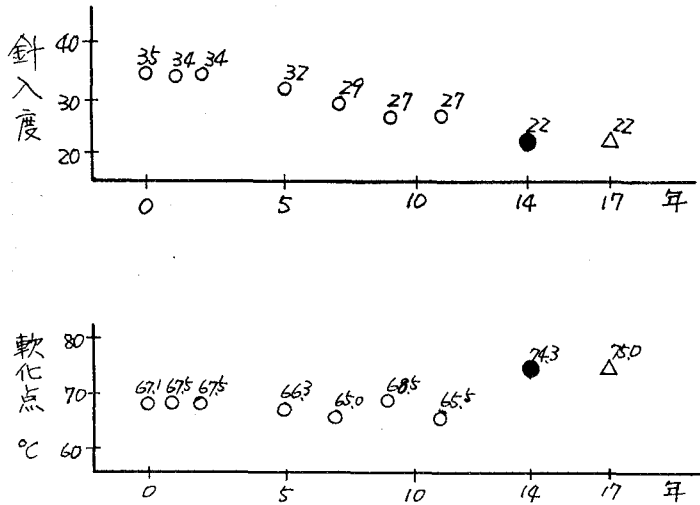


図-5 アブソン抽出試験結果

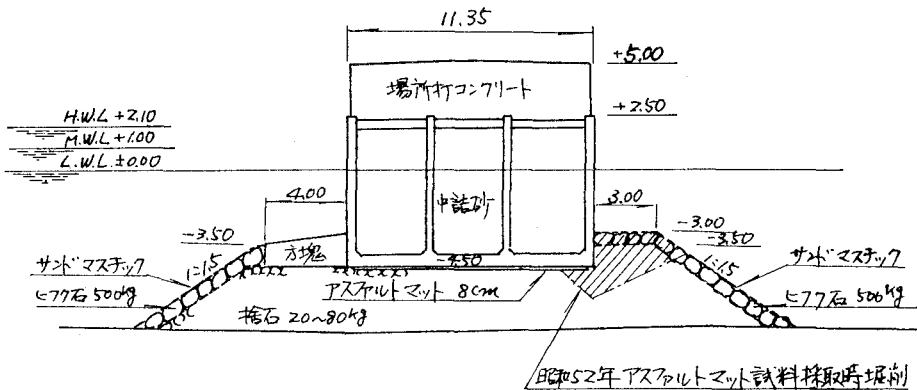


図-6 有田防波堤断面図

採取したのは、昭和52年に有田防波堤の14年経過のものと、57年に和歌山港北港西防波堤の17年経過のものである。

有田防波堤のアスファルトマットは、図-6に示すように背面マウンドの被覆石と捨石を除去し、ケーソンの下面より海中において採取したものである。また北港のものは、防波堤のケーソンを撤去する機会に、起重機船で吊り上げた状態で採取したものである。

いずれのアスファルトマットも、ほぼ同じ状態であり、以下北港西防波堤のものについての観察結果を報告する。

(1) ケーソン下のアスファルトマットと基礎マウンドの捨石は、写真-1のような状態でかみ合っており、その様子は写真-2に示す採取試料の切断面より明らかである。

(2) アスファルトマットは、ケーソン底部に固く附着

しており、人力による採取は不可能であり、電動ピックにより行なった。マット周辺の表面に埋込んだ砕石は、ケーソン底面にまで喰込んでおり付着は良好であった。

(3) マット製作時の移動用ワイヤーロープおよびケーソン底版鉄筋とマットの緊結用番線は全く腐蝕が見られなかった。

(4) アスファルトマットは、捨石の喰込みによる凹凸があるがひび割れ、破断は、みられなかった。

(5) アスファルトマットは、最悪の条件下でも残存厚さが3cmを下らないこと、荷重による歪みを2cm、捨石層への喰込みを2.5cm、マット製作時の許容差を0.5cmとして、合計厚さを8cmとして設計されている。採取試料を測定すると捨石による凹凸によってマットの残存厚さは変化しているが、3cm以下が2%、3~5cmが16%、5~6cmが12%、6~8cmが23%、8cm以下が47%、となっており当初の設計条件を十分満



写真-1 アスファルトマットとケーソンの付着状態



写真-2 アスファルトマット採取試料切断面

足する結果であった。

4. おわりに

以上のように、アスファルトマットは、テストピースおよび現地採取試料によって、20年足らずではあるが、十分にその耐久性は確認されたものと思われる。

今後、海水中に放置したテストピース、および機会が

あれば現地採取試料の試験により、さらに長期間にわたるアスファルトマットの材質の変化を含めて耐久性の確認を行なっていきたい。

最後に、アスファルトマットの港湾工事への取り込みをはかられ、指導的な役割をはたされている加川道男氏に敬意を表します。