

実海域のケーソン式防波堤から採取した摩擦増大用アスファルトマットの長期耐久性評価

国土交通省 国土技術政策総合研究所 宮田 正史*

国土交通省 近畿地方整備局 安達 昭宏・中川 耕三

和歌山県 県土整備部港湾空港局 山岸 陽介・池永 啓一

高知県 高知土木事務所 山中 敦志・梅原 靖司

一般財団法人 沿岸技術研究センター ○佐藤 昌宏

1. はじめに

本稿は、全国の3港湾で、長期間にわたり実際のケーソン式防波堤の底面に敷設されていた摩擦増大用アスファルトマット¹⁾(以下、As マットとよぶ)を現地で直接採取し、各種試験を行い、摩擦係数などの物性値に関して長期耐久性を評価した結果を報告するものである。

防波堤の直下に摩擦増大マットを敷設すると、その滑動抵抗が増すため、必要ケーソン幅が小さくなり、コスト削減に繋がる。このため、1963年に有田港防波堤(現名称、和歌山下津港有田港区有田北防波堤)(以下、和歌山下津港とよぶ)でAs マットが初めて導入された。導入時には、様々な室内及び屋外試験が実施され、配合や摩擦係数等が決定されたが²⁾、長期耐久性については継続的な確認が必要とされた。このため、和歌山下津港で採用したAs マットの長期耐久性確認を目的に、当防波堤と同配合で作成した供試体(以下、試験片とよぶ)を蓋付きのコンクリート製函に入れた状態で和歌山下津港本港区の防波堤背後に沈めて保管し、それらを定期的に引き揚げて試験を行ってきた³⁾⁴⁾。この結果、試験片の物理特性や摩擦係数の有意な経年変化は確認されず、50年間の長期耐久性は確保されているとの結論が得られている⁴⁾。一方、試験片は、実際のケーソン直下における自重や波浪による繰返し荷重の作用を受けていないため、実際の荷重条件とは大きく異なる。そのため、和歌山下津港では、1977年に現地のケーソンからAs マットを採取し作成した供試体(以下、実物片とよぶ)を用いた試験が行われており、施工後14年の経過であるがその耐久性を確認している⁵⁾。

2. 検討内容

(1) アスファルトマットの採取

和歌山下津港有田港区有田北防波堤(施工後57年経過)、直江津港東防波堤(施工後50年経過)、高知港三里

地区防波堤(施工後29年経過)を対象にした。採取方法は、基礎捨石を一部撤去し、潜水士が60×80cm程度の塊で採取した(各港で塊形状に差異あり)。図1にAs マット塊を採取した防波堤断面図(和歌山下津港)を示す。

As マットは厚さ80mmで製作し、施工後の残存厚さは30mm以上であることを目安に設計されている⁵⁾。その残存厚を確認するために、As マットの塊を、50mmの水平間隔でノギスを用いて計測した。和歌山下津港については、より詳細な厚さや形状を知るために、3Dレーザ計測を実施した。

(2) 試験方法

試験方法は、技術上の基準・同解説¹⁾に記載の比重試験、曲げ試験、圧縮試験に加えて、せん断試験、引張試験、針入度試験、軟化点試験、摩擦試験とした。試験方法は、過去の試験^{2,3,4,5)}と同条件で行った。

3. 検討結果

(1) アスファルトマットの形状と残存厚

図2に示すAs マット塊の写真は、As マットと基礎捨石との接触面を撮影したものであり、一つ一つ捨石がAs マットに馴染むように食い込んでいる状況であるが、ひび割れや破断はみられなかった。この食い込み量が大きいと、捨石がケーソン底面に直接接触することにより摩擦係数が低下する可能性があり、さらにはAs マットの破損の要因になると想定される。

図3に残存厚さの計測結果(度数分布、累積分布)を示す。いずれの計測結果も30mmを下回ることなく、設計想定どおり以上の残存厚さが確保されていた。

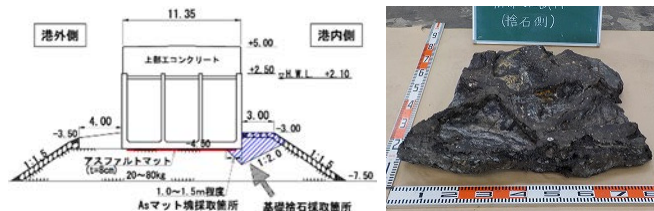


図1 防波堤断面図(和歌山下津港) 図2 As マット塊(和歌山下津港)

キーワード ケーソン式防波堤, 摩擦増大マット, アスファルトマット, 長期耐久性試験, 摩擦係数
連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 TEL 046-844-5056

(2) 試験結果

表 1 に各港湾における実物片の試験結果(平均値)を示す。図 4 に本検討で行った実物片と、過年度に行われた試験片³⁾⁴⁾と実物片(和歌山下津港 初期値, 14 年経過)⁵⁾の試験結果について経過年数別の比較を示す。

これらの結果を俯瞰すると、比重・曲げ強度・圧縮強度については、基準値¹⁾を満足しているとともに、本港区で行われている試験片の長期耐久性暴露試験の結果とも整合的である。その他の項目を含めて、As マットの物理的性状及び力学的性状は、現地の荷重・利用条件下でも極めて良好な長期耐久性を有していると言える。摩擦係数については、As マットと捨石との間は食い込み効果により非常に大きな値となり、実際にはAs マットとコンクリートとの間の摩擦係数 (Co/As マット) が重要となる。Co/As マットの摩擦係数についても、基準値 0.75 を大きく上回り、設計上の最大摩擦係数 0.8¹⁾がどの防波堤でも確保されており、他の項目と同様、良好な長期耐久性を有していた。

4. まとめ

全国の 3 港湾で、実際の防波堤に利用されていた摩擦増大用 As マットの実物片を用いた各種試験を行った。防波堤の断面形状や波浪条件が異なる条件下においても、As マットの残存厚さは確保されており、かつ物理的性状及び摩擦係数も経年劣化の影響は見受けられず、長期耐久性を有していることが確認できた。

謝辞：本研究を行うにあたり国土交通省北陸地方整備局、新潟県に As マットの採取にご協力頂いた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

1) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，pp.491-493, 522, 2018. 2) 加川道男：重力式構造物の摩擦抵抗について，第 11 回海岸工学講演論文集，pp.217-221, 1964. 3) 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，第 48 回海岸工学講演論文集，pp.1001-1005, 2001.

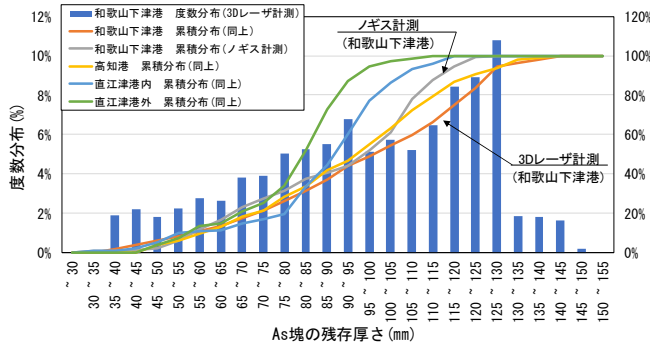


図 3 As マット塊の残存厚さの度数分布と累積分布

4) 安達昭宏，中川耕三，北澤健二，山本修司：50 年間海水中暴露した摩擦増大用アスファルトマットの耐久性評価，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，2020. 5) 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 回海岸工学講演論文集，pp.643-647, 1983.

表 1 各港湾の試験結果(実物片)

港湾名		和歌山下津港	高知港	直江津港		
防波堤形状	ケーソン形状 L×B×H	11.55 ×8.0 ×7.0	11.0 ×11.6 ×8.5	15.0 ×14.0 ×9.0		
	上部工天端高(D.L.)	+5.0m	+4.5m	+4.5m		
	設置深度(D.L.)	-4.5m	-6.0m	D.L.-7.5m		
	マウンド厚	3.0m	2.0m	3.2m		
年情報	施工年度	1963年	1990年	1969年		
	採取年度 (経過年数)	2020年 (57年)	2019年 (29年)	2019年 (50年)		
試験結果 (実物片)	Asマット採取位置	港内側	港外側	港内側	港外側	基準値 ¹⁾
	比重	2.30	2.33	2.27	2.27	2.2
	曲げ強度(N/mm ²)	5.0	4.6	2.7	2.7	2.0
	圧縮強度(N/mm ²)	3.8	6.0	3.9	3.3	2.0
	せん断強度(N/mm ²)	3.5	3.5	1.9	2.0	-
	引張強度(N/mm2)	1.2	1.5	0.9	1.1	-
	針入度(℃)	25	29	34	33	-
	軟化点	71.0	67.0	64.5	65.0	-
	針入度指数	1.4	1.1	1.0	1.0	-
摩擦係数 Co/Asマット	0.98	1.11	1.05	1.07	-	
摩擦係数 Asマット/碎石	1.19	1.64	1.39	1.44	0.75	

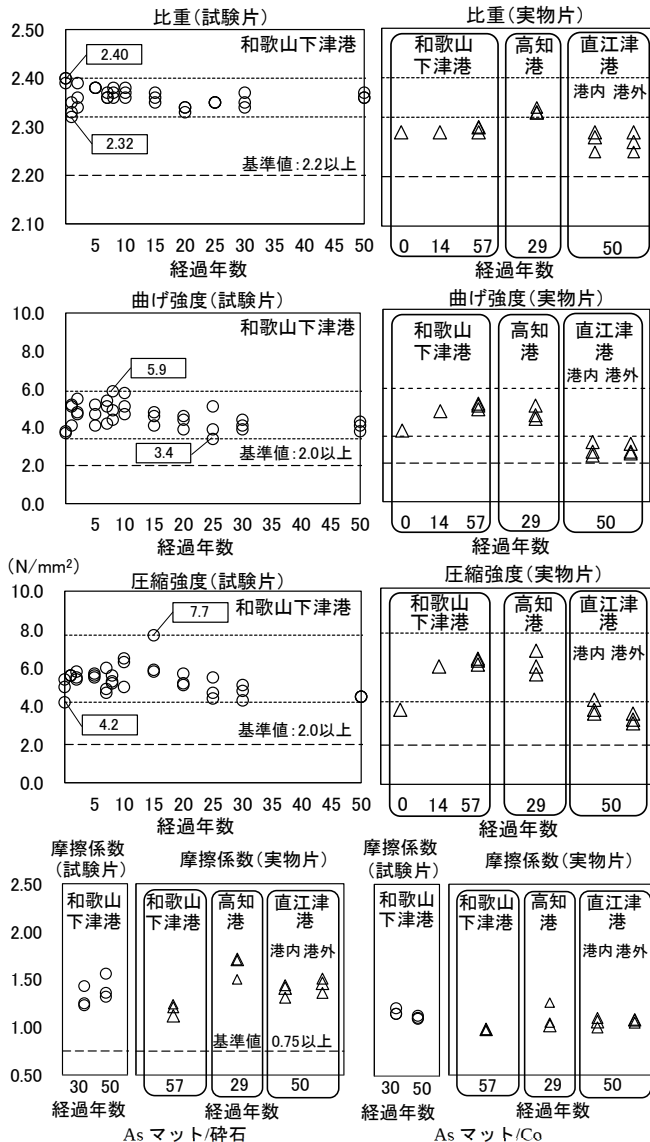


図 4 試験片(和歌山下津港)と実物片の比重・曲げ強度・圧縮強度・摩擦係数の結果