Archive OF SID

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.

سازمان بنادر و دریانوردی

مرکز بررسی اطلاعات علمی

ICOPMAS

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی آزمایشگاهی تأثیر طیف انرژی موج بر راندمان موج شکن شناور پانتونی

پیمان آق‌تومان[1]، فریدون وفایی[2]، فاطمه علی یاری[3]

چکیده:

موج‌شکن شناور پانتونی سازه‌ای به شکل مکعب مستطیل و شناور است که توسط مهارهایی به کف دریا متصل و ثابت شده است. از موج‌شکن‌های شناور به منظور کاهش انرژی امواج در محدودهٔ مورد محافظت آن استفاده می‌شود. طراحی این موج‌شکن‌ها شامل طراحی هیدرولیکی و طراحی سازهٔ شناور آن است. تاکنون روش دقیقی به‌منظور طراحی سازه‌ای موج‌شکن‌های شناور و به‌خصوص طراحی هیدرولیکی آنها ارائه نشده و غالبا در بررسی صحت طراحی موج‌شکن‌های شناور پانتونی از روش مدل فیزیکی استفاده می‌شود. در این تحقیق تأثیر طیف انرژی موج بر عملکرد موج‌شکن شناور پانتونی با استفاده از روش مدل آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفته است. آزمایشات مدل در فلوم موج مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری وزارت جهاد کشاورزی طی سالهای 1383 و 1384 انجام شده است. بر این اساس تعداد 50 آزمایش با استفاده از دو طیف انرژی موجPierson-Moskowits و JONSWAP برروی مدل پانتون تک و با آبخور نسبی $D/d = 0/17$ انجام شده است. محدودهٔ ارتفاعات و پریودهای امواج به گونه‌ای انتخاب شده است که تیزی امواج بین 0/01 تا 0/08 قرار گیرد. در هر آزمایش تعداد 250 موج به سازه تابیده شده و توسط دو دستگاه ارتفاع سنج موج در جلو و پشت سازهٔ مدل به ترتیب امواج تابشی و عبوری ثبت شده‌اند. نتایج به صورت نمودارهای ضریب عبور موج بر حسب تیزی موج و با تفکیک داده ها برای دو طیف انرژی موج مورد آزمایش ترسیم شده‌اند.

واژه های کلیدی: موج‌شکن شناور پانتونی، طیف انرژی موج، مدل آزمایشگاهی

مقدمه:

موج‌شکن‌های شناور سازه‌هایی برای استهلاک و یا حذف امواج هستند و به منظور ایجاد محیطی آرام و مصون از نوسانات امواج در دریا و نیز جلوگیری از بروز خسارت در هنگام تخلیه و بارگیری در بنادر کوچک اجرا می‌شوند. در نواحی عمیق دریا و در مناطقی که کمتر مورد اصابت امواج سهمگین هستند ساخت موج‌شکن‌های شناور از انواع سنتی و ثابت راحت‌تر صورت می‌گیرد و به‌صرفه‌تر است. همچنین در مواقعی که شرایط بستر دریا برای ایجاد یک سازه ثابت مناسب نیست، به‌کارگیری موج‌شکن‌های شناور بسیار توصیه شده است. این نوع از موج‌شکن‌ها اثرات زیانبار زیست محیطی کمتری نسبت به سایر موج‌شکن‌ها داشته زیرا آب و رسوبات از زیر سازه به راحتی جابجا می‌شوند. از دیگر مزایایی که موج‌شکن‌های شناور را مورد توجه قرار داده است می‌توان به سهولت در ساخت و اجرا، انعطاف‌پذیری، انتقال و نصب سریع و آسان آنها اشاره کرد.

کاربرد عمدهٔ موج‌شکن‌های شناور در استهلاک امواج است. موج‌شکن‌های شناور مشابه سایر موج‌شکن‌ها، انرژی موج را با کاهش ارتفاع موج در سمت دریا کاهش داده و باعث حفاظت محدودهٔ سمت ساحل می‌شوند. در برخورد موج با سازه، بخشی از موج بازتاب شده، قسمتی در اثر آشفتگی و شکست مستهلک شده و به انواع دیگر انرژی تبدیل می‌شود و بخشی نیز از سازه عبور می‌کند. ارتفاع موج عبوری به عنوان معیاری برای تخمین عملکرد موج‌شکن شناور به‌کار می‌رود؛ به‌این ترتیب که نسبت ارتفاع موج عبوری به ارتفاع موج تابشی پارامتر هیدرولیکی ضریب عبور موج است که تعیین کنندهٔ عملکرد و راندمان سازه می باشد.

---

1 - فوق لیسانس فیزیک دریا (مهندسی دریا)، عضو هیأت علمی پژوهشکدهٔ حفاظت خاک و آبخیزداری
2- دکتری عمران،مهندسی سواحل، عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
3 - فوق لیسانس هیدرولیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

www.SID.ir

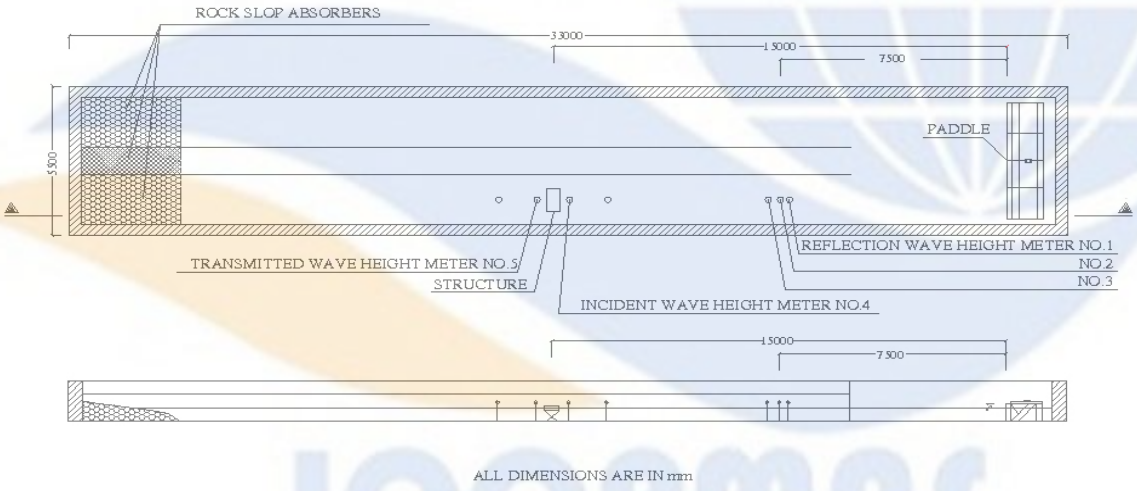
Archive of SID

در این پژوهش ضریب عبور موج‌شکن شناور نوع پانتونی تک که از آزمایشات مدل فیزیکی به دست آمده است، در حالیکه در معرض اصابت دو نوع موج نامنظم با طیفهای انرژی Pierson-Moskowits و JONSWAP قرار گرفته بود، مورد مقایسه قرار گرفته است.

طیف انرژی موج، نمودار چگالی انرژی موج در هر مؤلفه از پریود یا فرکانس به ازای محدوده‌ای از مؤلفه‌های پریود یا فرکانس است. براساس تحلیل داده‌های موج و نیز ملاحظات نظری و شرایط هیدرودینامیکی متفاوت دریاها، روابط متعددی برای چگالی انرژی موج ارائه شده که نتایج آن منجر به ارائه طیفهای مختلفی شده است[1]. طیفهای Pierson-Moskwits و JONSWAP دو نمونه از انواع طیف انرژی موج هستند که برای امواج آب عمیق گسترش یافته اند [2].

آزمایشات مدل فیزیکی:

آزمایشات مدل فیزیکی این پژوهش در فلوم موج مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری وزارت جهاد کشاورزی انجام شده است. این فلوم دارای 33 متر طول، 5.5 متر عرض و 1.5 متر ارتفاع است. امواج توسط یک پاروی مولد موج از نوع پیستونی قائم که در انتهای فلوم واقع است، تولید می‌شوند. برای ثبت ارتفاعهای موج از 5 سنسور ارتفاع‌سنج استفاده شده است. 3 دستگاه از آنها برای ثبت امواج بازتابی در میانهٔ فلوم و در حد فاصل بین پارو و مدل سازه نصب شده و فاصله آنها براساس روش Mansard [4] محاسبه شده است. دو دستگاه ارتفاع سنج دیگر در جلو و عقب سازه برای ثبت امواج تابشی و عبوری از سازه نصب شده‌اند (شکل 1).

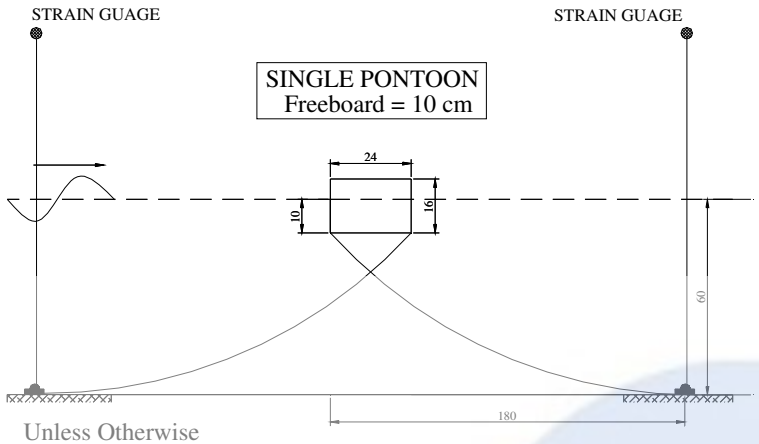


شکل1: مقطع عرضی و پلان فلوم موج و نحوه استقرار سازه، پاروی مولد موج و سنسورها در آزمایشات

در این پژوهش در مجموع تعداد 50 آزمایش به منظور یافتن تاثیر طیف انرژی موج بر عملکرد موج‌شکن شناور پانتونی تک با آبخور نسبی $D/d = 0/17$ انجام شد (شکل2). در هر آزمایش تعداد 250 موج به سازه تابیده شده و ارتفاع امواج توسط سنسورها ثبت شده‌اند. تیزی امواج مورد آزمون بین 0/01 الی 0/08 انتخاب گردیده و بدین منظور، ارتفاعات شاخص امواج تولید شده در مدل بین 2 الی 12 سانتی‌متر و پریودهای میانگین مربوطه بین 0/63 الی 1/3 ثانیه در نظر گرفته شده است. عمق آب در پای سازه و در همهٔ آزمایشات ثابت و 60 سانتی‌متر در نظر گرفته شده است (شکل2).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 2: مقطع موج شکن شناور پانتون تک و نحوه بستن مهارها

معرفی پارامترهای هیدرولیکی

در برخورد موج با همهٔ انواع سازه‌ها، بخشی از موج بازتابیده می شود و میزان این بازتاب با ضریبی به نام ضریب بازتاب، C_r، مشخص می شود. این ضریب در واقع نسبت ارتفاع موج بازتابی به ارتفاع موج تابشی است که به صورت زیر تعریف می شود:

$$C_r = \frac{H_r}{H_i} \qquad (1)$$

مهمترین پارامتر برای قضاوت در مورد عملکرد موج شکن‌های شناور ضریب عبور موج است که با تقسیم ارتفاع موج عبوری بر ارتفاع موج تابشی به‌دست می‌آید:

$$C_t = \frac{H_t}{H_i} \qquad (2)$$

تأثیر پریود موج با رابطه بدون بعد تیزی موج ژرفاب و با استفاده از ارتفاع موج در محل سازه نشان داده می‌شود. که رابطه تیزی موج عبارت است از:

$$s = \frac{H}{L} = \frac{2\pi H}{gT^2} \qquad (3)$$

که در آن H ارتفاع موج، L طول موج، T پریود موج و g شتاب گرانش است. در این رابطه با استفاده از پارامترهای H_s و T_m یا T_p به ترتیب s_{om} یا s_{op} حاصل می‌شود.

پارامتر بدون بعد دیگری که نگارنده با استفاده از تحلیل ابعادی [3] استخراج کرده پارامتر پریود بدون بعد، T_o، است که در رابطه (4) ارائه شده است:

$$T_o = T_m \sqrt{\frac{g}{B}} \qquad (4)$$

که در آن T_m پریود میانگین امواج در ژرفاب، g شتاب گرانش و B عرض موج‌شکن شناور است.

پارامتر دیگر مورد استفاده ارتفاع موج بدون بعد، H_o، است که در این پژوهش به صورت زیر تعریف شده است:

$$H_o = \frac{H_s}{\Delta B} \qquad \text{where:} \qquad \Delta = \frac{\rho_{wood}}{\rho_w} \qquad (5)$$

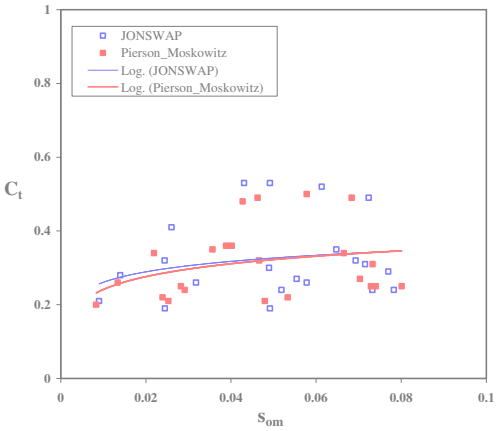
www.SID.ir

Archive of SID

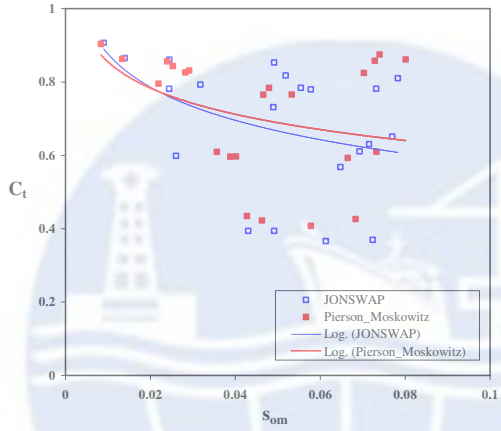
که در آن H_s ارتفاع موج، B عرض موج‌شکن شناور، ρ_w چگالی آب و ρ_{wood} چگالی چوب مورد استفاده در مدل است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها و نتیجه‌گیری

در تجزیه و تحلیل داده ها برای نمایش تاثیر طیف انرژی موج بر عملکرد موج‌شکن نمودارهای ضریب بازتاب و ضریب عبور موج بر حسب پارامتر بدون بعد تیزی موج (رابطه3)، برای تمامی پریودها ترسیم شده است (اشکال 3و4). در این نمودارها ضرایب انتقال و بازتاب موج برای دو طیف با هم مقایسه شده است.

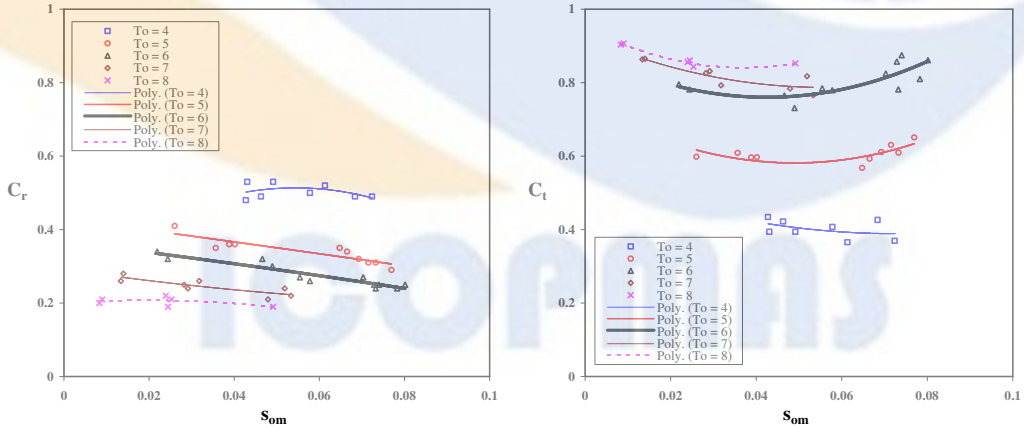


شکل4: ضریب بازتاب موج



شکل3 : ضریب انتقال موج

با توجه به این نمودارها می‌توان نتیجه گرفت که طیف انرژی موج تأثیر چندانی بر ضرایب انتقال و بازتاب موج ندارد و نمودارها تقریباً با اختلاف کمی هم راستا بوده و داده ها دارای اختلاف جزئی هستند. شکل (5) برای نمایش تاثیر پریود امواج بر میزان انتقال و بازتاب امواج از موج‌شکن شناور پانتون تک و برای همهٔ پریودها ترسیم شده است.



شکل 5: نمودار انتقال و بازتاب امواج از موج‌شکن شناور پانتون تک، به تفکیک پریود برای دو طیف انرژی موج

بررسی نمودارهای بالا نشان دهنده تاثیر بیشتر پریود موج بر ضرایب عبور و بازتاب نسبت به ارتفاع موج در هر دو طیف است. برای تعیین میزان تاثیر ارتفاع و پریود موج بر عبور موج، با استفاده از پارامترهای بدون بعد T_o و H_o وزن هریک از این پارامترها به صورت توانی از آنها مشخص شدند. این کار با استفاده از نرم افزار آماری Systat و استفاده از روش رگرسیون چندگانهٔ غیر خطی انجام گرفت که نتایج آن به صورت روابط زیر ارائه شده است.

برای طیف انرژی موج JONSWAP:

$$C_t = ۰/۱۲۶ H_o^{۰/۰۴۳} T_o^{۰/۹۸۵} \qquad (6)$$

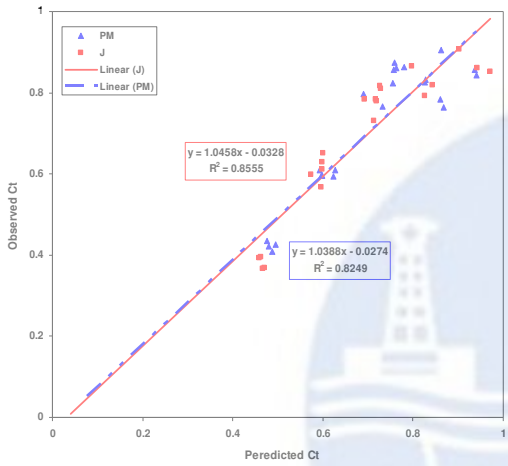
www.SID.ir

Archive of SID

و برای طیف انرژی موج .P.M:

$$C_t = ۰/۱۶۱ H_o^{۰/۰۷۸} T_o^{۰/۸۸۴} \quad (7)$$

برای صحت یابی این روابط مقادیر بدست آمده از آنها با مقادیر مشاهداتی به‌دست آمده از آزمایشات مدل فیزیکی مقایسه شده و نتایج به صورت نمودار زیر برای هر دو طیف ترسیم شده است (شکل6).



شکل6: مقایسه ضرایب عبور مشاهداتی و پیش بینی شده برای دو طیف

از آنجاکه شیب خطوط برازش داده شده بسیار نزدیک به یک بوده و عرض از مبدا آن ناچیز است، می توان نتیجه گرفت روابط حاصل از تحلیل رگرسیونی معتبر هستند.

منابع و مراجع:

1- وحید چگینی، "راهنمای طراحی موج شکنها"، چاپ اول، شرکت جهاد تحقیقات آب و آبخیزداری، تابستان 1377
2- رابرت سورنسن ، ترجمه دکتر خسرو برگی، "اصول مهندسی دریا"، چاپ اول، تابستان 1379، صفحه 163
[3] Hughes, S. A., “Physical Models and Laboratory Techniques in Coastal Engineering”, Advanced Series on Ocean Engineering, 1993
[4] Mansard, E.P.D and Funke, E.R. 1980 “The Measurement of Incident and Reflected Spectra using a Least Squares Method”. Proceedings of the 17th Coastal Engineering conference, 1980. Vol. 1, pp 154-172.
[5] Mccarteny Brucel, “Floating Breakwater Design”, ASCE, Journal of waterway, ports, coastal and ocean Engineering, Vol.111, No.2, 1985
[6] S.A.Sannansiraj, Vv.sundar and Sundaravadivelu, “Mooring Forces And Motion Responses of Pontoon-type Floating Breakwaters”, Journal of Ocean Engineering, vol.25, No.1, 1998
[7] U.S Army crop of Engineering. “Design Of Floating Structures”, 1986
[8] William A. N., Lee H. S., Huang Z., “Floating Pontoon Breakwaters” Journal of Ocean Engineering vol.27, 2000
[9] Wright M. j., Blumberg G. p., Cox, R.G, “Floating Breakwater practical performance data”, P.I.A.C-A.I.P.C.N.bulletin,1989

www.SID.ir

Archive of SID

Experimental Review of Effects of Wave Energy Spectrum on Pantone Breakwater

P. Aghtouman, F. Vafaee, F. Ali Yari

Abstract

Pantone breakwater is a rectangular, floating structure which is fixed to seabed via brace. This is designed to be used for the purpose of reducing wave's energy. Its design includes hydraulic options. To date, no accurate method has already been devised that could provide the services that this breakwater does. Generally, floating breakwaters are structures that aim to remove waves in favor of creating a calm environment at sea. Physical models are often used to test operability of breakwaters. This article tries to review the effect of wave energy spectrum on Pantone breakwater using experimental methodology. This model was tested in flume of Soil Preservation Research Center during 2004 and 2005. For this purpose, 50 tests were conducted on the model using Pierson-Moskowits and Jonswap.

Keywords*: Pantone breakwater, structure, sea bed, operability*

www.SID.ir