

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آو ساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی



مرکز بررسی‌ها و مطالعات دریایی

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



تحلیل رفتار دینامیکی اجسام شناور با استفاده از روش المان مرزی

حسن آبین

عضو هیات علمی گروه مهندسی دریا ، دانشگاه خلیج فارس(بوشهر)

چکیده

در این مقاله ابتدا سازه های شناور و مزایا و معایب آنها بطور اجمال معرفی و سپس به دینامیک اجسام شناور پرداخته شده است. در نهایت فرمولاسیون تابع پتانسیل حاکم بر روش المان مرزی توضیح و نتایج برنامه کامپیوتری برای یک نمونه پانتون ارائه و مقایسه شده است. با توجه به اینکه این نمونه بطور عملی ساخته و اجرا شده است، مقایسه نشان میدهد که نتایج کامپیوتری به نتایج واقعی نزدیک میشوند.

مقدمه:

از جمله سازه های شناور می توان به سکو های شناور، پهلای شناور، بندرهای شناور، اسکله های شناور، بندرهای شناور، موج شکن های شناور و کشتی ها اشاره کرد که همگی نسبت به سازه های ثابت همتام خود دارای مزایا و معایبی میباشند. از مزایای آنها می توان به اقتصادی بودن از لحاظ مواد و ساخت، قابلیت اجرا در آبهای عمیق، قابلیت نصب سریع، قابلیت انتقال، عدم مشکلات جزر و مدی، عدم مشکلات فونداسیون، عدم مشکلات خوردگی (Erosion) و از معایب آنها می توان به احتمال خرابی در مواقع طوفانی نیاز بیشتر به تعمیر و نگهداری اشاره داشت.

عموماً نیروی موج، طراحی سازه های شناور را دیکته می کند؛ اما طراح نباید بارهای وارده از قبیل باد، تغییرات آب و ضربه ناشی از تصادم را از نظر دور بخارد.

در طراحی سازه های شناور سعی بر آن است که اختلاف فاز بین پریود موج دریا و پریود حرکت عرضی (غلتشی) سازه تا حد ممکن زیاد شود تا بدین وسیله از دامنه نوسانات و دامنه موج عبوری کاسته شود. بطور کلی طراحی سازه های شناور باخاطر وابسته بودن فاکتورها به یکدیگر، یک عملیات تکراری و پیچیده می باشد.

واژه های کلیدی

Floating Structure, Floating Breakwater, Boundary Element

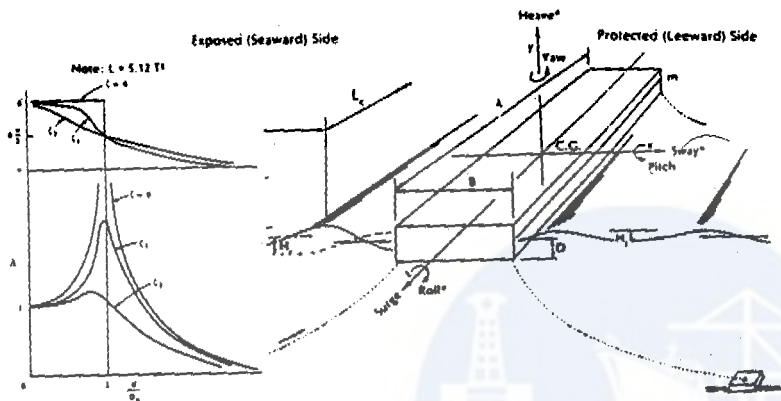
دینامیک اجسام شناور

تحلیل فرکانسی، جسم مهار شده را با یک سیستم خطی که شامل جرم، فنر و میراکننده می باشد مشابه سازی می کند. تحلیل مذکور به تئوری ارتعاشات شبیه بوده و شامل حل معادله زیر می باشد:

$$[m + a]\{\ddot{x}\} + [b]\{\dot{x}\} + [c]\{x\} = \{F(t)\} \quad (1)$$

ترمه های سمت چپ دستگاه معادلات کوبله فوق موجب از بین رفتن نیروهای ناشی از حرکت جسم در آب آرام می شوند. جرم افزوده (a) موجب زایل شدن نیروی هیدرو دینامیکی مربوط به شتاب جسم در آب آرام می گردد. متشابهاً ضریب استهلاک (b) نیروی هیدرو دینامیکی متناسب با سرعت جسم در آب آرام را ارائه می دهد. a و b ضرایب هیدرو دینامیکی نیز خوانده شده و تابعی از شکل جسم، فرکانس حرکت و عمق آب می باشد. ثابت فنر (c) ضرایب بر گرداننده هیدرو استاتیکی و مقاومت خطی شده مهارها را نشان می دهد. F(t) نیروی متغیر سینوسی موج بوده و با فرض اینکه جسم بطور صلب نگهداشته شده است محاسبه می شود. این نیرو تابعی از شکل جسم، دامنه، فرکانس و جهت موج است.

نیروی بازگرداننده هیدرو استاتیکی از مفاهیم اساسی مهندسی کشتی سازی محاسبه و ضرایب هیدرو دینامیکی و نیروی موج از تئوری Strip (Frank 1967) و یا تئوری هیدرو دینامیکی Diffraction (Van Ortmerssen 1967) بدست می آیند.



شکل ۱- حرکات سازه شناور
شکل ۲- فاکتور بزرگنمایی و اختلاف فاز سیستم خطی

روابط نیروی موج، حرکت جسم و اختلاف فاز بین آنها به شکل زیر تعریف می شوند.

(۲)

$$F_{(t)} = \sin(\sigma t)$$

(۳)

$$x = |X| \sin(\sigma t + \phi)$$

ϕ اختلاف فاز بین جابجایی و نیرو می باشد.

دامنه نیروی موج، X دامنه حرکت، σ فرکانس زاویه، ϕ اختلاف فاز بین جابجایی و نیرو می باشد. در شکل (۲) فاکتور بزرگنمایی و اختلاف فاز بر اساس $\frac{\sigma}{\sigma_n}$ نشان داده شده است. دیده میشود که در نزدیکی فرکانس طبیعی سازه، ضریب بزرگنمایی بزرگ شده و شرایط تشدید اتفاق می افتد.

حل عددی تابع پتانسیل

جهت محاسبه پتانسیل و در نتیجه بررسی رفتار اجسام شناور می توان از روشهای عددی مانند تفاضل محدود، المان محدود و المان مرزی بهره جست در این نوع مسائل روش المان مرزی (BEM) روش مناسبتری می باشد. اساس این روش بر قضیه گرین نهاده شده است. در تحلیل عددی رفتار اجسام شناور سهال غیر لزج، غیر قابل تراکم و غیر چرخشی فرض می شود. با تعریف تابع پتانسیل سرعت با استفاده از معادله بیوستگی داریم:

$$\Delta^2 U_i = 0$$

(۴)

پتانسیل سرعت موج تابشی به شکل زیر است:

(۵)

$$U_0 = \text{Re}(u_0 e^{-i\sigma t})$$

$$u_0 = \frac{iga_0}{\sigma} \frac{\text{Cosh}k(z+h)}{\cosh kh} e^{i(k_x x + k_y y)}$$

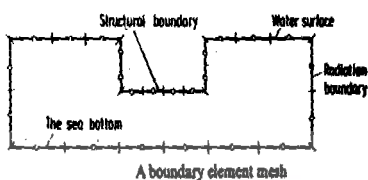
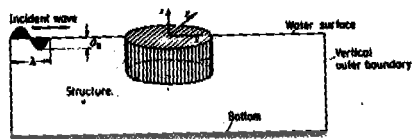
(۶)

K که عدد موج خوانده می شود از رابطه Dispersion قابل محاسبه است.

$$\text{Tanh}kh = \frac{\sigma^2}{Kg}$$

(۷)

U تابع پتانسیل بزرگ diffraction و a_0 دامنه موج می باشند.



شکل ۲- تعریف مسئله و امان بندی BEM

شرایط مرزی بصورت زیر تعریف می شود:

$$\frac{\partial u}{\partial n} + pu - q = 0 \quad (9)$$

جدول ۱- شرایط مرزی

مرز	p	q
سطح آزاد	$\frac{\sigma}{s}$	0
مرز های جانبی	-ik	0
بستر	0	$\frac{\partial u_0}{\partial n} + n \cdot \gamma$
سطح جسم	0	

تابع گرین به شکل زیر خواهد شد:

$$\int_{\Omega} w \nabla^2 u d\Omega = \int_{\Gamma} \left(\frac{\partial u}{\partial n} + pu - q \right) w d\Gamma \quad (10)$$

w تابع وزن بوده و برای حالت دو بعدی به شکل زیر تعریف می شود:

$$w = \frac{1}{2\pi} \ln \frac{1}{r} \quad (11)$$

بعد از دو بار انتگرال گیری به معادله زیر می رسم:

$$c_i u_i + \int_{\Gamma} \left(\frac{\partial w}{\partial n} + pw \right) u d\Gamma = \int_{\Gamma} w q d\Gamma \quad (12)$$

$$\{F_{\text{ext}}\} = \text{Re} \left[i p \sigma \int_{\Gamma} \{n_{\text{ext}}\} U_i d\Gamma \right]^{-1} \quad (13)$$

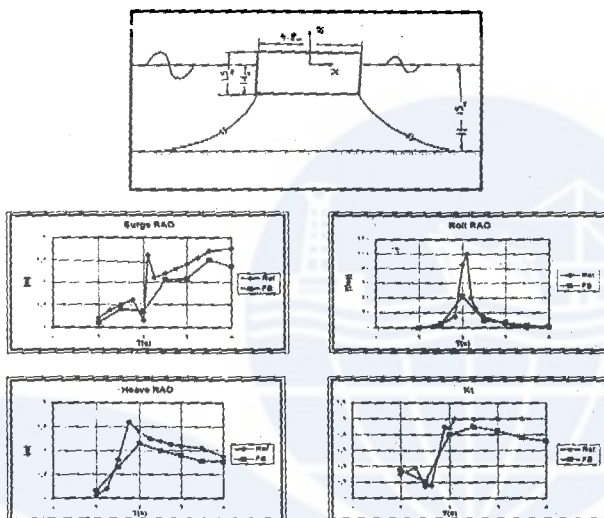
$$a_y = \frac{p}{\sigma} \int_{\Gamma} \text{Im}(u) n_y d\Gamma \quad (14)$$

$$b_y = -p \int_{\Gamma} \text{Re}(u) n_y d\Gamma \quad (15)$$

a_y و b_y جرم افزوده و استهلاک افزوده در جهت I بخاطر حرکت جسم در جهت Z و F نیروی موج می باشند. با داشتن مقادیر فوق می توان معادله نیوتون را حل کرده و میزان جابجایی و ضریب انتقال موج (نسبت ارتفاع موج عبوری به ارتفاع موج دریا) را محاسبه نمود. در اینجا برنامه FB که به منظور تحلیل عددی اجسام شناور به روش امان مرزی نوشته است برای یک موج شکن شناور پانتوی اجرا شده و نتایج آن به صورت منحنی بر حسب پرپود موج دریا ارائه و با نتایج مرجع [8] مقایسه شده اند. این نمونه در Puget Sound آمریکا بطور عملی ساخته و نتایج عددی و واقعی آن ارائه گردیده است و نتایج بدست آمده از نرم افزار FB به نتایج واقعی نزدیکتر هستند.

در موج شکن های شناور میزان انتقال موج مطرح است. ضریب انتقال (KI) نسبت ارتفاع موج عبوری به ارتفاع موج تابشی می باشد. ضریب مذکور با پرپود موج رابطه مستقیم و با نسبت عرض سازه به طول موج و آبخور آن رابطه معکوس دارد. موج شکن شناور با برگشت دادن انرژی موج بوسیله توربولانس موجب کاهش ارتفاع موج می گردد.

در موج شکن های شناور میزان انتقال موج مطرح است. ضریب انتقال (K_t) نسبت ارتفاع موج عبوری به ارتفاع موج تابشی می باشد. ضریب مذکور با پرپود موج رابطه مستقیم و با نسبت عرض سازه به طول موج و آبخور آن رابطه معکوس دارد. موج شکن شناور با برگشت دادن انرژی موج بوسیله توربولانس موجب کاهش ارتفاع موج می گردد.



شکل ۴- نتایج بدست آمده از نرم افزار FB و نتایج مرجع [8]

نتیجه گیری

نتایج عملی و آزمایشگاهی انواع سازه‌های روی هم رفته رضایت بخش بوده و بخاطر مزایایی که دارند توجه مهندسين را بخود جلب کرده اند. هزینه این سازه ها در مقایسه با سازه های ثابت بسیار پایین می باشند. در حل عددی بخاطر مزایایی که روش المان مرزی دارد (از جمله تعداد المانهای کمتر) از آن استفاده شده و برنامه کامپیوتری جهت حل دو بعدی نوشته شده است. دیده می شود که جوابها در پرپودهای مختلف (غیر از پرپود طبیعی سیستم) نزدیک بهم می باشند.

مراجع:

- 1- *Planning and Design Guidelines for Small Port Harbors* 1992.
- 2- *Computation of Wave Force on 3-Dimensional off Shore Structures*. Brebbia.
- 3- *Marine Structures Engineering*, 1994, Gregory P. Tsinker.
- 4- *Topices in Boundary Element Research*, C. A. Brebbia.
- 5- *Journal the Waterways and Harbors Division, ASCE, Vol. 95, No. WW3, August, 1969*
- 6- *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering* Vol. 117, No. 2, March / April, 1991
- 7- *Journal of Waterways, Port, Coastal, and Ocean Engineering* Vol. 111, No. 2 March, 1985
- 8- *Coastal Hydrodynamics*, U.S. Army Coastal Engineering Research Center

By: Kozo Bando, Choule J. Sonu, Peter J. Grace.

Dynamic Behavior Analysis of Floating Objects Using Boundary Elements Methods

Hossein Abin

Marine Engineering Department, Persian Gulf University (Bushehr)

Abstract

This paper initially introduces floating structures and their advantages and disadvantages briefly, and proceeds to consider the dynamics of floating objects. The formulation of a potential function governing boundary elements method is later explained, and the results of a software system for this purpose is presented and compared for a pontoon prototype. The findings of the study show that the computer results are more akin to the real conditions, even though the prototype was designed and constructed with realistic data.

Keywords: floating structure, floating breakwater, boundary element

SID



سرویس های
ویژه



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی

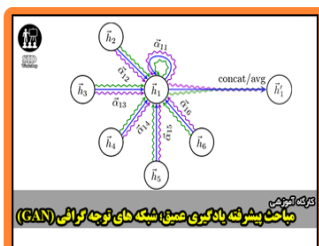


عضویت در
خبرنامه



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی