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
www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

برآورد نیروی هیدرودینامیکی موج وارد بر ستون مقطع مستطیلی با تئوری شکست

محمد جواد خاتجانی
علی اکبر مقصودی
اعضاء هیأت علمی دانشگاه شهید باهنر

بهنام وطنخواه
کارشناس ارشد سازه های هیدرولیکی
کرمان - دانشگاه شهید باهنر - بخش عمران

چکیده *نیروی موج وارد بر پایه ای با مقطع مستطیلی که در محدوده رژیم تفرق خطی امواج قرار دارد محاسبه می شود. در این حالت نیروی مؤثر، نیروی اینرسی ناشی از ذرات آب است. پس از اینکه معادلات حاکم بر سیستم بوسیله یک سری تبدیلات ، به معادلات معتبر برای پایه ای با مقطع مربعی تبدیل شد، پتانسیل سرعت و نیروی کل به دو روش تحلیلی و عددی به دست آمده و مقایسه میشود.*

۱- مقدمه

برای مقاطع مستطیل شکل روش تحلیلی دقیقی برای برآورد نیروی موج موجود نمی باشد. در یکی از روشهای تقریبی تحلیلی با استفاده از یک مجموعه تبدیلات، معادلات اصلی همراه با شرایط مرزی به معادلات معتبر برای یک پایه با مقطع مربع شکل تبدیل میشود. سپس با فرض اینکه نیروهای اینرسی اعمال شده روی پایه مربعی، برابر با همان نیروها روی پایه استوانه ای با سطح مقطع معادل میباشد، نیروی موج محاسبه میگردد. با استفاده از این ایده میتوان نتایج کاربردی برای پایه های مستطیلی را به آسانی تعیین کرد. در روش حل عددی با استفاده از فرمول تفاضل مرکزی هفت نقطه ای، پتانسیل سرعت محاسبه گشته و نهایتاً نیروی موج محاسبه میگردد.

۲- معادله حاکم

پایه ای با سطح مقطع مستطیلی به ابعاد $lx \times ly$ در آب دریا به عمق h ، تحت موجی به ارتفاع H ، با سطح آزاد آب η ،را در نظر میگیریم.محور**z** دستگاه مختصات کارتزین، روی محور پایه به سمت بالا و مبدأ آن، روی سطح آب قرار دارد. با فرض اینکه سیال تراکم ناپذیر بوده و جریان غیر چرخشی باشد و از توان دوم سرعت ذرات سیال صرفنظر شود، با استفاده از معادله پیوستگی به این نتیجه می رسیم که پتانسیل سرعت ϕ ،باید در معادله لاپلاس صدق نماید. بابدون بعد کردن پارامترها و حذف متغیر زمان از معادلات اولیه، نهایتاً معادلات بی بعد شده حاکم بر سیستم به صورت زیر میباشد.[۱]

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \lambda^2 \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = 0; \quad |x|\rangle 1, \ |y|\rangle 1, \ -h \le z \le \eta$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial n} = 0 \qquad \text{بر} \qquad x = \pm 1, \quad y = \pm 1$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial z} - \frac{a\sigma^2}{g} \Phi = 0 \qquad \text{بر} \qquad z = 0$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial z} = 0 \qquad \text{بر} \qquad z = -h$$

۳-حل عددی و تحلیلی معادله حاکم

با استفاده از روش جداسازی متغیرها، پتانسیل سرعت کل بدست می آید.[۱]و[۲]

$$\Phi = -i \frac{\cosh \upsilon (z+h)}{\cosh \upsilon h} \sum_{m=0}^{\infty} \beta_m [J_m(kr) + B_m H_m^{(1)}(kr)] \cos m(\theta - \gamma)$$

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

$$\beta_m = \delta_m \exp(im\pi/2),\ \delta_0 = 1,\ m = 0,\ \delta_m = 2,\ and\ \ m \geq 1$$

$$B_m = \frac{-J'_m(kr)}{H^{(1)}{}'_m(kr)}$$

$$\upsilon^2 = k^2(\cos^2\gamma + \lambda^2 \sin^2\gamma)$$

$$\sigma^2 = \left(\frac{g}{a}\right)\upsilon \tanh \upsilon h$$

برای حل عددی از روش تفاضل محدود استفاده میشود. با استفاده از فرمول تفاضل مرکزی هفت نقطه ای در سه بعد، که حاصل آن یک معادله خطی برای هر نقطه میباشد، یک دستگاه معارلات خطی حاصل میشود.برای حل این دستگاه از روش تکرار SOR استفاده میشود وپتانسیل سرعت بدست می آید.[۳]

٤-محاسبه نیروی موج

با استفاده از معادله موریسون [۴] نیروی موج به روش تحلیلی بدست می آید.[۱] در روش عددی با انتگرالگیری از مقادیر عددی پتانسیل سرعت به طریق انتگرالگیری رامبرگ، نیروی موج محاسبه شده است.

٥-نتایج و جمع بندی

پتانسیل سرعت به دو روش عددی و تحلیلی محاسبه شده است. نتایج نشان دهنده تطابق خوبی بین مقادیر حاصل از دو روش میباشد. مخصوصاً در نزدیکی مرزها اختلاف بسیار ناچیز است.نیروی بدست آمده از دو روش نیز همخوانی مورد انتظار را دارا میباشد، که خطا در لحظاتی که نیرو به مقدار بیشینه خود میرسد بسیار کاهش یافته و قابل چشم پوشی است.

٦- تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری مرکز بین المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی کرمان تقدیر میگردد.

۷-مرجعها

[1] Abramowitz, M., and Stegun, I. A., "Handbook of Mathematical Functions." 1965,Dover.New York, N.Y.

[2] Rahmman, M., and Chakravartry, I. C., "Dsign Method for Predicting Wave Forces on Rectangular Caissons." Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, 112(6), November 1986.

[3] Gerald, C. F., and Wheatley, P. O., "Applied Numerical Analysis." Addison – Wes. Pub. Comp. 1984.

[4] Morison, J. R., O'Brien, M. P., Johnson, J. W., and Schaaf, S. A., "The Force Exerted by Surface Waves on Piles." Journal of Petroleum Technology, Vol. 189, pp. 149-154, 1950.

www.SID.ir

www.SID.ir