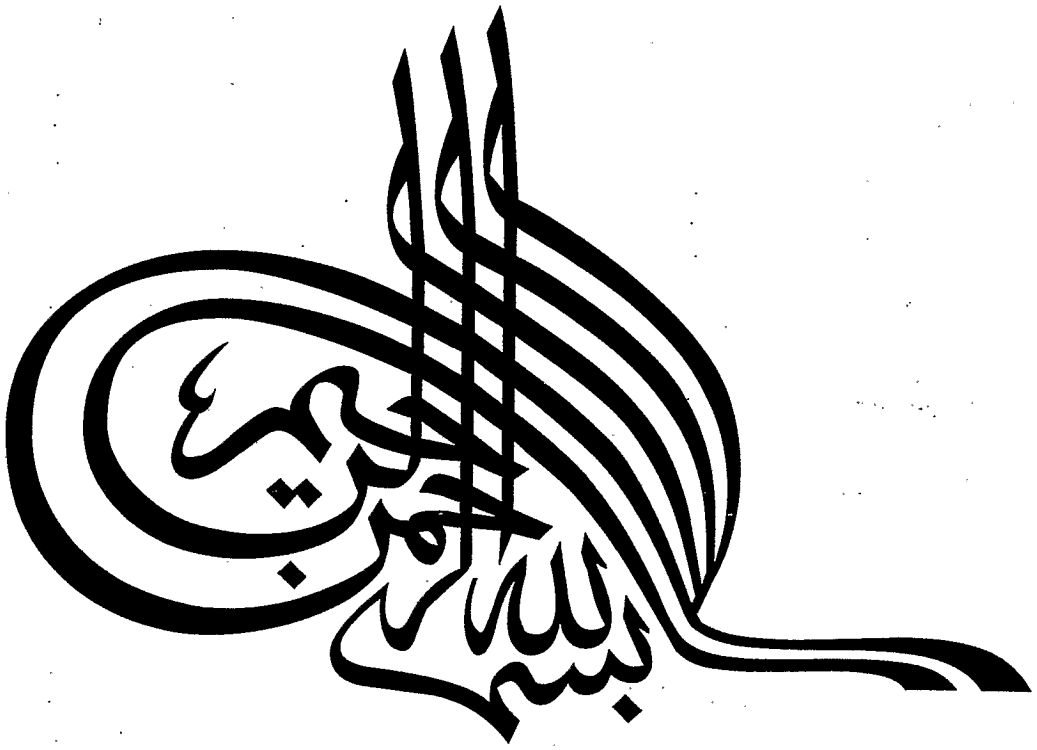

٤٥٤١١

۱۳۸۱ /۲۱/ ۱۷
مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
قسمت مرکز

دانشگاه مازندران
دانشکده فنی و مهندسی

017139

موضوع :

بررسی رفتار غیرخطی سکوهای ثابت دریایی تحت اثر امواج

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی عمران گرایش سازه

استاد راهنما :

دکتر مرتضی نقی پور

۴۰۴۱۱

استاد مشاور :

دکتر غلامحسین تقی پور

نگارش :

محمد حسن هدایتی

بهمن ۱۳۸۰

باسمه تعالی

دانشگاه مازندران

معاونت آموزشی

تحصیلات تکمیلی

ارزشیابی پایان نامه در جلسه دفاعیه

دانشکده فنی و مهندسی

نام و نام خانوادگی دانشجو: محمد حسن هدایتی **شماره دانشجوئی :** ۷۸۵۱۳٦٤۰۱۰

رشته تحصیلی : مهندسی عمران-سازه **مقطع:** کارشناسی ارشد

سال تحصیلی: نیمسال دوم ۸۱-۱۳۸۰

عنوان پایان نامه :

" بررسی رفتار غیر خطی سکوهای ثابت دریائی تحت اثر امواج "

تاریخ دفاع : ۱۳۸۰/۱۱/۲۱

نمره پایان نامه (به عدد) : ۱۹

نمره پایان نامه (به حروف): نوزده تمام

هیات داوران :

استاد راهنما : دکتر مرتضی نقی پور امضا

استاد مشاور : دکتر غلامحسین تقی پور امضا

استاد مدعو : دکتر میر احمد لشت نشائی امضا

استاد مدعو : دکتر بهرام نوائی نیا امضا

نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی : دکتر عسکر جانعلی زاده امضا

تشکر و قدردانی

شکر خدا که هرچه طلب کردم از خدا بر منتهای همت خویش کامران شدم

حال که پس از چندین ماه تلاش پیگیر ارائه این تحقیق میسر گشته است با سپاسگذاری از درگاه پروردگار متعال از اساتید محترم جناب آقای دکتر مرتضی تقی پور و جناب آقای دکتر غلامحسین تقی پور که در طی انجام این تحقیق از هیچگونه مساعدتی جهت هرچه پربار شدن آن و از پیش پای برداشتن مشکلات دریغ ننمودند نهایت مراتب امتنان خویش را بجا می آورد

در خاتمه نهایت سپاس و تشکر خویش را از مساعدتهای ارزنده مهندس نازنین حسام پور

مهندس محمد عبدالهی مهندس امید حاتم مهندس علیرضا درگاهی مهندس محمودرضا خوشنویس زاده

مهندس مجید گشته مهندس حمید علاءالدینی مهندس حمید حکوی واقعی گوهری مهندس علی محمدپور

مهندس فرهاد خالدیان مهندس بیژن متوسل مهندس بابک گرامی نژاد مهندس حسن پور اسماعیل

مهندس رضا عرفانیان مهندس احمدرضا نعمت زاده مهندس حسن جعفری مهندس فرزام فتحی

مهندس بهومن نظری که خاطرات خوش دوستی آنان هرگز از خاطر بیرون نرود

موفقیت و سعادت ایشان را از خداوند منان مسئلت دارم

تقدیم به

پدر و مادرم

که در سایه دعای خیرشان

از الطاف خداوند بهره مند شده ام

تقدیم به

دکتر رضا هدایتی

اول

و

آخر

یار

چکیده :

پیشرفتهایی که صنعت مهندسی دور از ساحل در سالهای اخیر داشته است امکان آنرا فراهم کرده است که طراحی و ساخت سکوهای نفتی برای اعماق زیاد و شرایط پیچیده دریایی به صورت بهینه انجام گیرد. طراحی بهینه موجب افزایش شکل پذیری سکوها خواهد شد و این به معنای افزایش تغییر مکان و نوسانات تحت شرایط حدی است. بدین منظور در تحلیل و طراحی این سازه ها باید اثرات حرکت سازه وخاک بر روی رفتار آن در مقابل امواج وجریان درنظر گرفته شود. از طرفی با حرکت سازه وخاک نیروی ناشی از امواج وجریان تغییر می کند، لذا درسکوهای شکل پذیر بحث اندرکنش سازه، خاک، موج وجریان مطرح می گردد.

از مسائل بسیار مهم دیگر در طراحی سکوهای ثابت فلزی نحوهٔ تحلیل اینگونه سازه ها می باشد. آنالیزهای متداول سکوها در برابر امواج وجریان به صورت خطی می باشد که تحقیقات و نتایج کار محققان وجود خطاها و تقریب های بزرگی را بعضا در این نوع آنالیزها نشان می دهد. لذا در نظر گرفتن رفتارهای غیر خطی ضروری است. در رساله حاضر، هدف بررسی رفتار غیرخطی سکوهای ثابت فولادی تحت اثر امواج وجریان با در نظرگرفتن اندرکنش آب وسازه و مقایسه آن با رفتار خطی، درحالت با اندرکنش خاک وبدون اندرکنش خاک می باشد.

در رساله حاضر سه نمونهٔ سکو A ، B وC مدل شده و برای سه حالت بارگذاری با امواجی با دوره های بازگشت ۵۰، ۱۰۰و ۱۵۰ ساله، نتایج آنالیز تحلیلهای خطی و غیر خطی در حالت بدون اندرکنش و با اندرکنش خاک بررسی گردیده است.دراین تحلیلها ازنرم افزار ANSYSVer5.4 استفاده شده وکلیهٔ آنالیزها به صورت دینامیکی تاریخچهٔ زمانی درحوزهٔ زمان انجام گردیده است. تغییرمکان عرشه و نیروهای اعضاء به عنوان پاسخ سکوها ازنتایج تحلیل آنها انتخاب شده است. از بررسی نتایج پاسخهای دینامیکی ملاحظه می شود که بدون در نظر گرفتن اثرات غیرخطی هندسی واندرکنش خاک برای سکوهایی با ابعاد واقعی خطای قابل توجهی وارد محاسبات شده و طراحی بدون لحاظ کردن این اثرات در جهت عدم اطمینان ودربرخی موارد غیر اقتصادی خواهد بود. بنابراین برای رسیدن به طرحی ایمن وبهینه باید اثرات فوق در نظر گرفته شود.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول : مقدمه

۱-۱- بررسی تاریخچه سازه های دریایی ۱

۱-۲- انواع سازه های دریایی ۱

۱-۲-۱- سازه های دریایی فولادی ۱

۱-۲-۲- سازه های مقاوم در برابر یخ ۲

۱-۲-۳- سازه های وزنی ۲

۱-۳- نیروهای محیطی وارد بر سکوها ۲

۱-٤- شرح مسئله ۳

۱-۵- مسائل مورد نظر در پروژه ٤

فصل دوم : امواج دریا واثرات اندرکنش آب، خاک و سازه

۲-۱- مقدمه ۱۰

۲-۲- امواج دریا ۱۱

۲-۳- معادلات حاکم در تئوریهای امواج ۱۲

۲-٤- تئوری موج استوکس ۱۳

۲-٤-۱- فرمولاسیون تئوری موج استوکس ۱٤

۲-٤-۲- محدوده کاربرد تئوری استوکس ۱٦

۲-۵- فرمولاسیون نیروی موج ۱۷

۲-۵-۱- معادله موریسون ۱۹

۲-۵-۱-۱- سیلندر مایل ۲۱

۲-۵-۱-۲- سیلندرنوسان کننده ۲۳

۲-۵-۱-۳- سیلندر نوسان کننده در جریان ۲۳

۲-۵-۱-٤- سیلندر ثابت در معرض موج وجریان ۲۵

۲-۵-۱-۵- سیلندر نوسان کننده در امواج ۲٦

۲-۵-۱-٦- سیلندر نوسان کننده در امواج و جریان ۲۷

عنوان | صفحه

۲-۵-۲-ضرایب هیدرودینامیکی ۲۷
۲-۵-۲-۱- ضرایب هیدرودینامیکی در سیلندرهای صاف ۲۸
۲-۵-۲-۲- ضرایب هیدرودینامیکی در سیلندرهای زیر ۲۸
۲-۵-۲-۳-مقادیرضرایب هیدرودینامیکی جهت طراحی ۲۹
۲-۶-اندرکنش خاک وسازه درسکوهای دریایی ۳۰
۲-۶-۱- پی های شمعی ۳۱
۲-۶-۲-اندرکنش بین شمع ها ۳۲
۲-۶-۳-طول گیرداری معادل، برای شمع ها ۳۲

فصل سوم : مقدمه ای برتحلیل غیرخطی هندسی

۳-۱- مقدمه ٤٤
۳-۲- تاریخچه ٤٥
۳-۳- تحلیل غیرخطی هندسی در یک نگرش کلی ٤٧
۳-٤- المان تیر ستون ٤٩
۳-٤-۱- رابطه بین کرنش مهندسی وکرنش گرین ٤٩
۳-٤-۲- تابع انترپولاسیون جز محدود ٥١
۳-٥- ماتریس سختی غیرخطی ٥٢
۳-٥-۱- ماتریس سختی غیرخطی افرایشی ٥٣
۳-٥-۲- ماتریس سختی مماسی ٥٤
۳-٥-۳- ماتریس سختی سکانت ٥٥
۳-٥-٤- ماتریس تبدیل ٥٦
۳-٦- روشهای حل معادلات غیرخطی ٥٦
۳-٦-۱- روش افزایشی خطی ٥٦
۳-٦-۲- روش افزایشی غیرخطی ٥٨
۳-٦-۲-۱- روش نیوتن رافسون ٥٩
۳-٦-۲-۲- روش نیوتن رافسون اصلاح شده ٦٠
۳-٦-۳- روش تکرار مستقیم ٦٢

عنوان صفحه

فصل چهارم : معرفی نرم افزار و تحلیل مورد استفاده

٤-١- مقدمه ٦٩
٤-٢- روشهای تحلیل سازه ٦٩
٤-٢-١- روش تحلیل شبه استاتیکی ٦٩
٤-٢-٢- روش تحلیل دینامیکی ٧١
٤-٣- روش تحلیل مورد استفاده ٧٢
٤-٤- معرفی نرم افزار ANSYS ٧٣
٤-٤-١- آنالیز دینامیکی بروش گذرا (تاریخچه زمانی) ٧٣
٤-٤-١-١- روش کامل ٧٣
٤-٤-٢- المانهای بکار رفته در مدلها ٧٤
٤-٤-٢-١- المان لوله ای مستقیم الاستیک PIPE 16 ..... ٧٤
٤-٤-٢-٢- المان لوله ای مستغرق PIPE 59 ..... ٧٥
٤-٤-٢-٣- المان جرم متمرکز MASS 21 ..... ٧٩
٤-٤-٢-٤- المان فنر غیرخطی COMBIN 39 ..... ٧٩

فصل پنجم : مدلهای مورد بررسی و مقایسه نتایج

٥-١- مقدمه ٨٦
٥-٢- خصوصیات مصالح و هندسی سکوها ٨٦
٥-٣- بارگذاری محیطی ٨٦
٥-٤- تئوریهای مورد استفاده و فرضیات ٨٧
٥-٥- اندرکنش خاک ٨٧
٥-٦- انتخاب خروجی ها ٨٧
٥-٧- بحث وبررسی ٨٨

فصل ششم : نتایج و پیشنهادات

٦-١- نتایج مهم تحقیق ١٢٠
٦-٢- پیشنهادات برای تحقیقات آتی ١٢٢
مراجع ١٢٣

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل (۱-۱) :سازه های دریایی ثابت از نوع فولادی ٦
شکل (۱-۲) نمونه ای از یک سازه دریایی فولادی ۷
شکل (۱-۳) نمونه ایی از یک سازه دریایی مقاوم در برابر یخ ۷
شکل (۱-٤) نمونه ایی از یک سکوی بتنی ۸
شکل (۱-۵) نمونه ایی از بارهای وارد برسازه سکو ۹
شکل (۱-٦) نیروهای وارد بر یک اسکله دریایی ۹
شکل (۲-۱) تقسیم بندی امواج دریا ۳۵
شکل (۲-۲) نمایش چگونگی تشکیل امواج به دلیل باد و نامگذاری آنها ۳۵
شکل (۲-۳) نمایش یک موج پیشرونده در دستگاه مختصات ۳٦
شکل (۲-٤) راهنمای انتخاب تئوری موج مناسب ۳٦
شکل (۲-۵) نمایش نیروی موج روی یک المان سیلندری ۳۷
شکل (۲-٦) توزیع فشار در اطراف سیلندر در ناحیه $wake$ ۳۷
شکل (۲-۷) ضرایب دراگ در جریان یکنواخت برای اعداد رینولدز و زبری های مختلف ۳۷
شکل (۲-۸) راهنمای تشخیص ناحیه ای که موج در آن قرار دارد ۳۸
شکل (۲-۹) نمایش یک عضو استوانه ای مایل ۳۸
شکل (۲-۱۰) ضریب اینرسی برای یک سیلندر صاف مایل ۳۸
شکل (۲-۱۱) ضریب دراگ برای یک سیلندر صاف مایل ۳۸
شکل (۲-۱۲) ضریب دراگ برای سیلندر نوسان کننده درجریان ۳۹
شکل (۲-۱۳) ضریب اینرسی برای سیلندرنوسان کننده در جریان ۳۹
شکل (۲-۱٤) ضریب اینرسی برای سیلندرنوسان کننده در جریان ۳۹
شکل (۲-۱۵) ضرایب دراگ واینرسی برای سیلندر ثابت در معرض موج وجریان ٤۰
شکل (۲-۱٦) ضریب Cm درمقابل عدد KC برای اعداد Re مختلف برای سیلندر صاف ... ٤۰
شکل (۲-۱۷) ضریب CD درمقابل عدد KC برای اعداد Re مختلف برای سیلندر صاف ٤۱
شکل (۲-۱۸) ضریب Cm, CD درمقابل عدد KC مختلف برای زبری های متفاوت روی
یک سیلندر عمودی در امواج ٤۱

از اطلاعات و مدارک ایران

عنوان | صفحه

شکل (۲-۱۹) ضرایب دراگ واینرسی برای سیلندر زبر در یک جریان هارمونیک ٤٢
شکل (۲-۲۰) مدل پی شمعی با درنظر گرفتن اثرات اندرکنش خاک ٤٢
شکل (۲-۲۱) مدل پی شمعی با درنظر گرفتن طول گیرداری معادل ٤٣
شکل (۳-۱) ستون تغییر شکل یافته ٦٤
شکل (۳-۲) شکل مدل تیر- ستون ٦٤
شکل (۳-۳) تغییر شکل نوار طولی ٦٥
شکل (۳-٤) منحنی نیرو- تغییرمکان، ماتریس سختی مماسی ٦٥
شکل (۳-٥) منحنی نیرو- تغییرمکان، ماتریس سختی سکانت ٦٦
شکل (۳-٦) المان ومحور مختصات محلی و عمومی ٦٦
شکل (۳-۷) روش نیوتن رافسون ٦٧
شکل (۳-۸) روش نیوتن رافسون اصلاح شده ٦٧
شکل (۳-۹) شیوه تکرار برای روش مستقیم ٦٨
شکل (٤-۱) المان لوله ای الاستیک مستقیم *Pipe16* ٨٢
شکل (٤-۲) نمایش بعضی از نمادهای اعمال کننده شرایط محیطی در المان *Pipe59* ٨٢
شکل (٤-۳) اندرکنش موج و جریان ٨٣
شکل (٤-٤) المان جرم سازه ای *Mass21* ٨٣
شکل (٤-٥) ماتریس جرم سازه ای *Mass21* ٨٤
شکل (٤-٦) المان فنر غیرخطی *Combin39* ٨٤
شکل (٤-۷) فرم های مختلف منحنی های نیرو- جابجائی المان *Combin39* ٨٥
شکل (٤-۸) محاسبه سختی المان فنر غیرخطی *Combin39* ٨٥
شکل (٥-۱) نمای کلی سکوی *A* ۱۰۸
شکل (٥-۲) نمای کلی سکوی *B* ۱۰۹
شکل (٥-۳) نمای کلی سکوی *C* ۱۱۰
شکل (٥-٤) تغییرمکان عرشه برای مدل و بارگذاری *ALC1* درحالت بدون اندرکنش خاک ... ۱۱۱
شکل (٥-٥) تغییرمکان عرشه برای مدل و بارگذاری *ALC1* درحالت با اندرکنش خاک ۱۱۱
شکل (٥-٦) تغییرمکان عرشه برای مدل و بارگذاری *BLC1* درحالت بدون اندرکنش خاک ... ۱۱۲

عنوان **صفحه**

شکل (۵-۷) تغییرمکان عرشه برای مدل و بارگذاری *BLC1* درحالت با اندرکنش خاک ۱۱۲
شکل (۵-۸) تغییرمکان عرشه برای مدل و بارگذاری *CLC1* درحالت بدون اندرکنش خاک ... ۱۱۳
شکل (۵-۹) تغییرمکان عرشه برای مدل و بارگذاری *CLC1* درحالت با اندرکنش خاک ۱۱۳
شکل (۵-۱۰) تغییرمکان عرشه برای مدل و بارگذاری *ALC2* درحالت بدون اندرکنش خاک .. ۱۱٤
شکل (۵-۱۱) تغییرمکان عرشه برای مدل و بارگذاری *ALC2* درحالت با اندرکنش خاک ۱۱٤
شکل (۵-۱۲) تغییرمکان عرشه برای مدل و بارگذاری *BLC2* درحالت بدون اندرکنش خاک .. ۱۱۵
شکل (۵-۱۳) تغییرمکان عرشه برای مدل و بارگذاری *BLC2* درحالت با اندرکنش خاک ۱۱۵
شکل (۵-۱٤) تغییرمکان عرشه برای مدل و بارگذاری *CLC2* درحالت بدون اندرکنش خاک . ۱۱٦
شکل (۵-۱۵) تغییرمکان عرشه برای مدل و بارگذاری *CLC2* درحالت با اندرکنش خاک ۱۱٦
شکل (۵-۱٦) تغییرمکان عرشه برای مدل و بارگذاری *ALC3* درحالت بدون اندرکنش خاک .. ۱۱۷
شکل (۵-۱۷) تغییرمکان عرشه برای مدل و بارگذاری *ALC3* درحالت با اندرکنش خاک ۱۱۷
شکل (۵-۱۸) تغییرمکان عرشه برای مدل و بارگذاری *BLC3* درحالت بدون اندرکنش خاک .. ۱۱۸
شکل (۵-۱۹) تغییرمکان عرشه برای مدل و بارگذاری *BLC3* درحالت با اندرکنش خاک ۱۱۸
شکل (۵-۲۰) تغییرمکان عرشه برای مدل و بارگذاری *CLC3* درحالت بدون اندرکنش خاک . ۱۱۹
شکل (۵-۲۱) تغییرمکان عرشه برای مدل و بارگذاری *CLC3* درحالت با اندرکنش خاک ۱۱۹

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۲-۱) نمایش نتایج تئوری موج استوکس مرتبه پنجم ۳۳

جدول (۲-۲) ضرایب مورد نیاز جهت تئوری موج استوکس مرتبه پنجم ۳٤

جدول(۵-۱): معرفی موج های مشخصه اعمال شده به سکو ها با دوره های

بازگشت متفاوت ۹۲

جدول (۵-۲) : مشخصات سکوها، شامل قطروضخامت اعضای استوانه ای

برحسبmm وجرم قسمتهای مختلف آنها..... ۹۲

جدول (۵-۳) :مشخصات جریان برای سکوها (تغییرات سرعت نسبت به عمق) ۹۳

جدول (۵-٤) :مشخصات رستنیهای سکوها ۹۳

جدول (۵-۵) : ماکزیمم پاسخ دینامیکی، عضو پایه ۵۰ ، از سکوی A درمقابل

بارگذاری LC1 (ALC1) ۹٤

جدول (۵-٦) : ماکزیمم پاسخ دینامیکی، عضو افقی۱٦۲، از سکوی A درمقابل

بارگذاری LC1 (ALC1) ۹٤

جدول (۵-۷) : ماکزیمم پاسخ دینامیکی، عضو مهاربندی ۳۵۰، از سکوی A در

مقابل بارگذاری LC1 (ALC1) ۹۵

جدول (۵-۸) : ماکزیمم پاسخ دینامیکی، عضو پایه۵۰، از سکوی A درمقابل

بارگذاری LC2 (ALC2) ۹۵

جدول (۵-۹) : ماکزیمم پاسخ دینامیکی، عضو افقی ۱٦۲، از سکوی A درمقابل

بارگذاری LC2 (ALC2) ۹٦

جدول (۵-۱۰) : ماکزیمم پاسخ دینامیکی، عضو مهاربندی ۳۵۰، از سکوی A در

مقابل بارگذاری LC2 (ALC2) ۹٦

جدول (۵-۱۱) : ماکزیمم پاسخ دینامیکی، عضو پایه ۵۰ ، از سکوی A درمقابل

بارگذاری LC3 (ALC3) ۹۷

جدول (۵-۱۲) : ماکزیمم پاسخ دینامیکی، عضو افقی ۱٦۲، از سکوی A درمقابل

بارگذاری LC3 (ALC3) ۹۷