Ain Shams University
Faculty of Engineering

FATIGUE ASSESSMENT FOR OFFSHORE STRUCTURES

By

Eng. Ahmed Abdelmoneim Khalifa Mohamed Elhanafy

Post-Graduate Diploma 2004, Structural Engineering Department,

Ain Shams University

B.Sc. 2001, Civil Engineering, Structural Engineering Department,

Ain Shams University

Thesis
Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Structural Engineering

Supervisors

Prof. Dr. Mohamed Nour Eldeen Saad Fayed

Structural Engineering Department – Faculty of Engineering,
Ain Shams University

Assist. Prof. Dr. Said Yousif Aboul Haggag

Structural Engineering Department – Faculty of Engineering,
Ain Shams University

Cairo, 2011

جامعة عين شمس
كلية الهندسة

تقيم الكلال فى المنشئات البحرية

مقدمة

م. أحمد عبد المنعم خليفة محمد الحنفى
دبلوم الدراسات العليا – هندسة انشائية عام 2004
جامعة عين شمس
بكالوريوس الهندسة المدنية – قسم الانشاءات – عام 2001
جامعة عين شمس

المشرفين

أ.د. محمد نور الدين سعد فايد
قسم الهندسة الانشائية – كلية الهندسة – جامعة عين شمس

د. سعيد يوسف ابوالحجاج
قسم الهندسة الانشائية – كلية الهندسة – جامعة عين شمس

القاهرة 2011

جامعة عين شمس

كلية الهندسة

رسالة ماجستير

إسم الطالب: **أحمد عبد المنعم خليفة محمد الحنفى**

عنوان الرسالة: **تقيم الكلال فى المنشـــآت البحرية**

إسم الدرجة: **ماجستير**

لجنة الإشراف:

الأستاذ الدكتور/ محمد نور الدين سعد فايد **الامضاء:** .....

أستاذ نظرية الإنشاءات - قسم الهندسة الإنشائية - كلية الهندسة - جامعة عين شمس

د/ سعيد يوسف ابو الحجاج **الامضاء:** .....

مدرس قسم الهندسة الانشائية كلية الهندسة – جامعة عين شمس

تاريخ البحث : / /20011

الدراسات العليا:

ختم الإجازة : أجيزت الرسالة بتاريخ : / /2011

موافقة مجلس الكلية موافقة مجلس الجامعة

/ /2011 / /2011

جامعة عين شمس

كلية الهندسة

رسالة ماجستير

إسم الباحث: **أحمد عبد المنعم خليفة محمد الحنفى**

عنوان الرسالة: **تقيم الكلال فى المنشـــآت البحرية**

لجنة الحكم:

الأستاذ الدكتور/ شريف أحمد مراد **الامضاء:** .....
أستاذ الكبارى والمنشآت المعدنية بقسم الهندسة الإنشائية
كلية الهندسة جامعة القاهرة

الأستاذ الدكتورعبد الرحيم خليل دسوقى **الامضاء:** .....
أستاذ قسم الهندسة الانشائية
كلية اهندسة – جامعة عين شمس

الأستاذ الدكتور/ محمد نور الدين سعد فايد **لامضاء:** .....
أستاذ نظرية الإنشاءات بقسم الهندسة الإنشائية
كلية الهندسة جامعة عين شمس

تعريف مقدم الرسالة

الإسم : **أحمد عبد المنعم خليفة محمد الحنفى**

تاريخ الميلاد:17/**11/1978**

الدرجات العلمية السابقة :

دبلوم الدراسات العليا – هندسة انشائية – عام 2004 جامعة عين شمس

بكالوريوس الهندسة المدنية – قسم الانشاءات – عام 2001 جامعة عين شمس

سابق الخبرة العملية :

- مهندس انشائى اول منصات بحرية بشركة خدمات بترول هندسية متعددت الجنسيات المقر الرئيسى فى استراليا.

- مهندس انشائى منصات بحرية بشركة خدمات بترول هندسية متعددت الجنسيات المقر الرئيسى فى امريكا و هولندا.

- مهندس انشائى مبتدأ منصات بحرية بشركة خدمات بترول هندسية متعددت الجنسيات المقر الرئيسى فى امريكا.

التوقيع : .....

التاريخ : .....

جامعة عين شمس

كلية الهندسة

قسم الهندسة الإنشائية

ملخص رسالة الماجستير المقدمة من

المهندس/ **أحمد عبد المنعم خليفة محمد الحنفى**

عنوان الرسالة

تقيم الكلال فى المنشـــآت البحرية

أسماء السادة المشرفين

أ.د. محمد نور الدين سعد فايد

أستاذ التحليل الإنشائي- قسم الهندسة الإنشائية كلية الهندسة – جامعة عين شمس

د. سعيد يوسف ابوالحجاج

مدرس قسم الهندسة الانشائية كلية الهندسة – جامعة عين شمس

تاريخ التسجيل:..... تاريخ المناقشة:.....

مقدمة

يعرض البحث نتائج تقييم الكلال على وصلات انشائية من القطاعات المعدنية المفرغة الدائرية (انبوبية القطاع) لمنصتين بحريتين مثبتتين فى قاع البحر بواسطة اربعة اعمدة بإستخدام خوازيق تخترق الأعمدة ثم قاع البحر، و ذلك بموقع فى الجزء الشرقى من خليج السويس فى عمق يبلغ ثلاثة وثلاثون متراً, وموقع اخر فى الجزء الجنوبى من خليج السويس فى عمق يبلغ خمسة وثمانون متراً .

تم استخدام الطريقة التحليلية لتقييم الكلال و العمر الافتراضى للوصلات الانشائية من القطاعات المعدنية المفرغة الدائرية (انبوبية القطاع) المبنية على اساس منحنى (S-N) لكل من مواصفات معهد البترول الأمريكى (API-RP-2A-WSD) و كذلك المواصفات النرويجية (DNV-RP-C203).

كما تم استخدام كل من الطريقة البسيطة (Simplified Method) وطريقة الطيف (Spectral Method) لتقييم الكلال على اساس حساب مدى (Range) الإجهادات الاستيتاتيكية (Static Stresses) و الديناميكية (Dynamic Stresses) التى تم استخراجها من برنامج (SACS) و هو برنامج متخصص للتحليل الإنشائى الغير خطى (non-Linear) الإستاتيكى و الديناميكى للمنشآت البحرية البعيدة عن الشاطئ و يستخدم هذا البرنامج ايضا للحصول على تأثير مكونات البيئة البحرية (الرياح، الأمواج و التيارات البحرية) على المنشآت المقامة فى البحر.

و قد تم دراسة تقييم التيارات البحرية (Current) والتردد الطبيعى (Natural Period) للمنشأ الناتج عن زيادة تأثير الكتلة (Mass) وليس زيادة الاحمال (Load) و دراسة اتزان (Stability) المنصة البحرية فى اساس الشكل الهندسى (ميل احد اوجه المنصه Jacket Row Batter) على العمر الافتراضى للمنشا نتيجة الكلال و حدد اقل معامل امان لكل وصلة من وصلات المنشأ (Jacket Joints) على اساس القيم المسموح (Allowable Limits) بها فى مواصفات معهد البترول الأمريكى (API-RP-2A-WSD).

بالاضافة الى دراسة ومقارنة معامل تركز الاجهادات (SCF) كماهو مذكور فى المعادلات (Efthymiou and Lloyd's) فى الوصلات الانشائية من القطاعات المعدنية المفرغة الدائرية (انبوبية القطاع) فى حدود المسموح به فى الشكل الهندسى فى الوصلات من النوع البسيط (T-Y, X & K).

ملخص الرسالة

الرسالة المقدمة تحتوي علي سبعة ابواب بالاضافة الي الملحقات (Appendices & References).

الباب الاول:

يحتوى الباب الاول على مقدمة وتعريف بنقطة البحث تقيم الكلال فى المنشأت البحرية على اساس منحنى (S-N) واسباب ظهور ظاهرة الكلال فى الوصلات الانشائية المرنة (Ductile) و تحويلها الى وصلات قصفة (Brittle) و خصوصا اللحامات كاملة التغلغل من ناحية واحدة فقط (Full Penetration Single Side Welding).

و كذلك شرح واف لعيوب اللحامات الانشائية والتى تعتبر نقطة مركز(Origin) بدأ انتشارالشروخ بالاضافة الى انواع الاجهادات المختلفة سواء كانت قصيرة او طويلة التردد (Low & High Amplitude Ranges).

بالاضافة الى خطوات تصميم و تقيم الكلال و اهداف البحث و مخطط عام للرسالة.

الباب الثانى:

هذا الباب من الرسالة يسرد نبذة تاريخية عن الابحاث و المراجع العلمية والتجارب المعملية والاختبارات بالاضافة الى الطرق التحليلية للعناصر والمكونات الاساسية التى يجب اخذها فى الاعتبار و دراستها فى تقيم الكلال.

هذة العناصر تشمل الاتى:

- الوصلات الانشائية من القطاعات المعدنية المفرغة الدائرية (انبوبية القطاع)
- اسباب ظهور الشروخ فى الوصلات الانشائية الملحومة سواء كانت ناتجة عن شكل اللحام الهندسى او عيوب فى المادة او عيوب فى تنفيذ اللحام.

- معامل تركز الاجهادات (Stress Concentration Factor) المعتمد على اساس الشكل الهندسى للوصلة الانشائية الناتج عن التجارب المعملية او المعدلات او التحليل باستخدام طريقة العناصر المحددة. بالاضافة الى مقارنة وافية للمعادلات المختلفة لحساب معامل تركز الاجهادات.

كذلك يحتوى هذا الباب على الطرق الست المستخدمة فى حساب، تقيم وتصميم الكلال بالاضافة الى مقارنة وافية بين هذة الطرق على اساس خواص التفاعل الانشائي بين المنشأ البحرى والقوى البيئية البحرية (الرياح، الأمواج و التيارات البحرية). مع اسباب عدم استخدام بعض الطرق و ظهور طرق جديدة اكثر دقة.

الباب الثالث:

يحتوى هذا الباب على المكونات و التعاريف الاساسية لدراسة الكلال فى الوصلات الانشائية من القطاعات المعدنية المفرغة الدائرية (انبوبية القطاع) على اساس الشكل الهندسى (قطر القطاع زاوية الميل طول الوصلة)، طريقة تصنيف الوصلات (Tubular Joint Classification) على اساس اتزان القوى المحورية (Axial Load) بالاضافة الى مقارنة بين اكثر المعادلات شيوعا فى الاستخدام لحساب معامل تركز الاجهادات (Stress Concentration Factor).

يشمل هذا الباب ايضا على مثال توضيحى للمقارنة بين معادلات (Efthymiou &LLOYD's) فى حساب معامل تركز الاجهادات (SCF) الناتج عن القوى المحورية (Axial Load) و العزوم (In-Plane & Out of Plane Bending Moments) كما هو موضح فى الاكواد المختلفة بالاضافة الى حدود الخبرات التنفيذية (Common Practice).

الباب الرابع:

يشمل هذا الباب على شرح واف و رسم توضيحى للطريقة البسيطة (Simplified Method) لتقيم الكلال فى المنشآت البحرية التى تعتمد على الاجهادات الاستاتيكية (Static Stresses) و

شروط استخدام هذة الطريقة كما هو موضح فى مواصفات معهد البترول الأمريكى (API-RP-2A-WSD) و كذلك المواصفات النرويجية (DNV-RP-C203) بالاضافة الى مميزات وعيوب هذة الطريقة.

كذلك يحتوى على شرح واف ورسم توضيحى لطريقة الطيف (Spectral Method) لتقيم الكلال فى المنشأت البحرية التى تعتمد على الاجهادات الديناميكية (Dynamic Stresses) والتردد الطبيعى (Natural Period) للمنشأ بالاضافة الى حدود تطبيقات هذة الطريقة و الافتراضات الحسابية فى تطبيق هذة الطريقة كما هو موضح فى مواصفات معهد البترول الأمريكى (API-RP-2A-WSD).

الباب الخامس:

يبرز هذا الباب نتائج دراسة (اثنى عشر) وصلة انشائية (انبوبية القطاع قطر 42 بوصة) باستخدام الطريقة البسيطة (Simplified Method) وطريقة الطيف (Spectral Method) لتقييم الكلال لمنصة بحرية فى الجزء الشرقى من خليج السويس فى عمق يبلغ ثلاثة وثلاثون مترا. بالاضافة الى استخدام طريقة الطيف (Spectral Method) لتقييم الكلال (عشرون) وصلة انشائية (انبوبية القطاع قطر 47 بوصة) لمنصة بحرية فى الجزء الجنوبى من خليج السويس فى عمق يبلغ خمسة وثمانون

تم استخدام الطريقة التحليلية (Analytical Method) لتقييم الكلال للوصلات الانشائية (انبوبية القطاع) المبنية على اساس منحنى (S-N) لكل من مواصفات معهد البترول الأمريكى (API-RP-2A-WSD) و كذلك المواصفات النرويجية (DNV-RP-C203) باستخدام كل من الطريقة البسيطة (Simplified Method) و طريقة الطيف (Spectral Method) لتقييم الكلال على اساس حساب مدى (Range) الإجهادات الاستيتاتيكية (Static Stresses) والديناميكية (Dynamic Stresses) على التوالى التى تم استخراجها من برنامج (SACS) و هو برنامج متخصص للتحليل الإنشائى الغير خطى (non-Linear) الإستاتيكى و الديناميكى للمنشآت البحرية البعيدة عن الشاطئ و يستخدم هذا البرنامج ايضا للحصول على تأثير القوى البيئية البحرية (الرياح، الأمواج و التيارات البحرية) على المنشآت المقامة فى البحر.

توضح نتائج الطريقة البسيطة مقارنة بين حدود المسموح (Allowable Limits) فى مواصفات معهد البترول الأمريكى و المواصفات النرويجية مع توضيح تأثير التيارات البحرية (Currents) على اساس حساب مدى (Range) الإجهادات الاستيتاتيكية (Static Stresses).

توضح نتائج طريقة الطيف تأثيرالتردد الطبيعى (Natural Period) للمنشأ وذلك من خلال عمل دراسة على قيم تردد طبيعى من 2.5 ثانية الى 3.5 ثانية بواقع خطوات ثابتة 0.2 ثانية ناتجة عن زيادة تأثير الكتلة (Mass) وليس زيادة الاحمال (Load) و دراسة اتزان (Stability) المنصة البحرية فى اساس الشكل الهندسى (درجة ميل احد اوجه المنصه Jacket Row Batter) على العمر الافتراضى للوصلات الانشائية للمنشا نتيجة الكلال فى حالة زيادة التردد الطبيعى للمنشا عن ثلاثة ثوانى على اساس القيم المسموح (Allowable Limits) بها فى مواصفات معهد البترول الأمريكى.

الباب السادس:

يحتوى هذا الباب على عوامل زيادة العمر الافتراض للوصلات الانشائية فى مرحلة الانشاء و الصناعة كما هو موضح فى المواصفات النرويجية (DNV-RP-C203) بالاضافة الى الاعتبارات التى يجب مراعتها فى تنفيذ الوصلات الانشائية.

الباب السابع:

يحتوى هذا الباب على النتائج، التوصيات و الابحاث العلمية المستقبلية.

To My Mother, My Father's Soul & My Brother

ACKNOWLEDGMENT

It is probably impossible to thank all the people who have contributed in one way or another to the preparation, presentation and conclusion of this thesis. To start with, I would like to deeply thank my mother who has been very patient, supportive and encouraging. After all, it took me six challenging years of studying to prepare this thesis with the supervision of Dr. Said Yossef Adoul Haggag, who was very co-operative, patient and supportive with his creative ideas and valuable data, I would like to express the deepest and most sincere gratitude to him.

I'm grateful to Prof. Dr. Mohamed Nour Eldeen Fayed for his continuous advice, support and belief, which helped me push through the last stage of this thesis.

I appreciate my teachers and professors who taught me through my education since, my school up to university.

The friendly environment and encouraging atmosphere at my employers, that was stimulating and at the same time offered me a lot of freedom for the pursuit of my scientific research.

Furthermore, I would like to thank the examiners' committee for their time and fruitful discussions.

STATEMENT

This dissertation is submitted to the Department of Structural Engineering, Faculty of Engineering, Ain Shams University, Egypt, for the degree of Master of Science in Structural Engineering.

The work included in this thesis is carried-out by the author in the University, Egypt from 2004 to 2011.

No part of this thesis is submitted to any other university or institute for the award of academic degree of qualification.

Author's Name : Ahmed Abdelmoneim Khalifa Mohamed Elhanafy

Author's Signature : ……

Date : ……