CONCEPT

تحليل العناصر المحدودة FEA: التحليل الخطي الساكن واللاخطي والنمطي والانبعاج للمكونات الإنشائية والميكانيكية

20 – 24 سبتمبر 2027

برشلونة - فندق أربع نجوم في حي إيكسامبلا



تحليل العناصر المحدودة FEA: التحليل الخطي الساكن واللاخطي والنمطي والانبعاج للمكونات الإنشائية والميكانيكية

المرجع: 546_17254 **التاريخ:** 20 – 24 سبتمبر 2027 **المكان:** برشلونة - فندق أربع نجوم في حي إيكسامبلا **الرسوم:** SAR 23500

مقدمة:

بات تحليل العناصر المحدودة FEA الأداة التي تعتمد بها الحوامل وأجزاء الضغط والإطارات ومكونات الآلات، غير أن كثيرا من النماذج تصل إلى الموافقة بمساند مثالية تزيد جساءة الجزء، وبإجهادات قصوى تقرأ عند زوايا التفرد، ودون حساب يدوي يؤكد مسار الحمل. تدرب هذه الدورة من كور كونسبت مهندسي التصميم الميكانيكي والإنشائي على بناء دراسات العناصر المحدودة الإنشائية وفحصها ومساءلتها في برامج حل من نوع Nastran وANSYS وAbaqus، بدءا باختيار العناصر وبناء الشبكة، مرورا بالتحليل الخطي واللاخطي والنمطي وتحليل الانبعاج، وصولا إلى المقارنة بالقيم المسموح بها. ويعد كل مشارك تقرير دراسة FEA مع سجل التحقق لمكون حالة دراسية.

أهداف الدورة:

- تبسيط المكون إلى عناصر عارضة أو قشرية أو مصمتة وتبرير كل تبسيط بما يحتاجه القرار التصميمي من قيم الجساءة والإجهاد
- بناء شبكات تجتاز فحوص نسبة جاكوبيان والتشوه ونسبة الأبعاد وإثبات تقارب الإجهاد بدراسات تنعيم h أو ترفيع رتبة p
- تطبيق المساند والتلامس وشد البراغي المسبق والأحمال الموزعة بما يعيد إنتاج مسار الحمل الحقيقي دون تقييد مصطنع أو أخطاء في قوى الرد
- تفسير نتائج التحليل الخطي الساكن بالتمييز بين الإجهاد الأقصى الحقيقي ونقاط التفرد وآثار متوسطات العقد، ثم مقارنة الإجهادات المخططة بالقيم المسموح بها في كود التصميم
- تشغيل التحليل النمطي وتحليل الانبعاج الخطي ولمحة عن التحليل اللاخطي والحراري الميكانيكي، والحكم متى يفقد الحل الخطي مصداقيته
- التحقق من النماذج بالحسابات اليدوية واعتمادها ببيانات مقاييس الانفعال أو اختبارات التحميل، ومراجعة تقرير FEA أعده مهندس آخر بقائمة فحص منظمة

الفئة المستهدفة:

- وظائف التصميم الميكانيكي التي تحدد أبعاد الحوامل والأغلفة والأعمدة الدوارة والإطارات وأجزاء حبس الضغط بالمحاكاة
- وظائف الهندسة الإنشائية التي تقيم تفاصيل الصلب والصفائح والوصلات التي تتجاوز قدرة برامج تحليل الإطارات
- وظائف تطوير المنتجات والتحليل الهندسي التي تستخدم المحاكاة لاستبدال اختبارات النماذج الأولية المادية أو تقليلها
- وظائف المراجعة الهندسية والضمان الفني التي تعتمد دراسات FEA المقدمة من الاستشاريين والمصنعين وموردي المعدات
- وظائف سلامة الأصول والموثوقية التي تقيم المكونات المتشققة أو المتآكلة أو المعدلة لاستمرار تشغيلها

محاور الدورة:

اليوم 1: نظرية العناصر المحدودة وعائلات العناصر وتبسيط النموذج

- طريقة الجساءة المباشرة: العقد ودرجات الحرية وتجميع مصفوفة الجساءة العامة
- دوال الشكل ونقاط التكامل والعناصر الخطية مقابل العناصر التربيعية
- عائلات العناصر العارضية واللوحية والقشرية والمصمتة ومعايير الاختيار بينها
- تبسيط الشكل الهندسي: استخراج السطح الأوسط وإزالة التدويرات الصغيرة واستغلال مستويات التماثل
- مواصفات دراسة FEA: سؤال القرار وحالات التحميل وكميات النتائج وحدود القبول

اليوم 2: توليد الشبكة وفحص جودة العناصر ودراسات التقارب

- شبكات العناصر المصمتة الرباعية الأوجه مقابل سداسية الأوجه وشبكات القشريات ذات العناصر الرباعية
- تشخيص جودة العناصر: نسبة جاكوبيان والتشوه والاستدقاق ونسبة الأبعاد
- منحنيات التقارب بتنعيم h وترفيع رتبة p للإزاحات والإجهادات
- التنعيم الموضعي عند الحزوز والثقوب وحواف اللحام مع مناطق الانتقال
- الوصلات بين أبعاد مختلفة: الوصلات الصلدة والقيود متعددة النقاط وربط القشريات بالعناصر المصمتة

اليوم 3: الشروط الحدية وتطبيق الأحمال وتفسير إجهادات التحليل الخطي الساكن

- نمذجة المساند: التثبيت الكامل والمفصلي والنوابض المرنة وخيارات الإزاحة البعيدة
- أحمال الضغط والارتكاز وشد البراغي المسبق والجاذبية مع فحص توازن قوى الرد
- لمحة عن التلامس: الواجهات الملتحمة وعديمة الاحتكاك وذات الاحتكاك
- تفرد الإجهاد عند الزوايا الداخلية الحادة والأحمال النقطية مقابل تركيز الإجهاد الحقيقي
- إجهاد فون ميزس والإجهادات الرئيسية وإجهادات الغشاء والانحناء المخططة مع آثار متوسطات العقد

اليوم 4: التحليل اللاخطي والنمطي وتحليل الانبعاج والتحليل الحراري الميكانيكي

- لمحة عن لاخطية المادة: منحنيات الإجهاد والانفعال المرنة اللدنة وحدود الانفعال اللدن
- لمحة عن اللاخطية الهندسية: الانحرافات الكبيرة وتصليب الإجهاد وتكرارات نيوتن رافسون
- التحليل النمطي: الترددات الطبيعية وأشكال الأنماط ومشاركة الكتلة الفعالة
- معاملات حمل الانبعاج بالقيم الذاتية الخطية مقابل الانهيار اللاخطي مع العيوب الأولية
- التحليل الحراري المستقر ونقل الإجهادات الحرارية إلى النموذج الإنشائي

اليوم 5: التحقق والاعتماد ودراسة FEA الختامية

- التحقق بالحسابات اليدوية: نظرية العوارض وصيغ من نوع Roark ومخططات الجسم الحر
- الاعتماد بمقارنة النتائج بقراءات مقاييس الانفعال ونتائج اختبارات التحميل المادية
- فحص القيم المسموح بها في كود التصميم وجداول نسب الاستغلال لمكون الحالة
- قائمة فحص لمراجعة تقارير FEA تطبق على دراسة مقدمة من استشاري
- المشروع الختامي: عرض تقرير دراسة FEA وسجل التحقق ومناقشتهما أمام لجنة

المهارات التي ستكتسبها:

- تبسيط النماذج الإنشائية
- اختيار أنواع العناصر
- تقييم تقارب الشبكة
- نمذجة مسار الحمل والقيود
- تشخيص نقاط تفرد الإجهاد
- تقييم الأنماط الاهتزازية والانبعاج
- التحقق من المحاكاة واعتمادها
- المراجعة الفنية لتقارير FEA

لماذا تحضر هذه الدورة:

- العودة بتقرير دراسة FEA وسجل تحقق مبنيين على مكون حالة دراسية خلال المشروع الختامي
- التوقف عن قراءة الألوان القصوى عند الزوايا الحادة على أنها انهيار، وشرح الإجهادات التي تدخل في فحص القيم المسموح بها للمراجع
- مساءلة دراسات FEA المقدمة من الاستشاريين والموردين بقائمة فحص تكشف أخطاء القيود والشبكة والأحمال قبل الاعتماد
- مقارنة ممارسات المحاكاة مع مهندسين ميكانيكيين وإنشائيين ومهندسي سلامة أصول من قطاعات التصنيع والطاقة والإنشاءات والمعدات

الخاتمة:

لا تزيد مصداقية نتيجة تحليل العناصر المحدودة على مصداقية تبسيط النموذج وقيوده، وعلى الدليل على ثبات الحل مع تنعيم الشبكة وموافقته للفحوص المستقلة. تنتقل أيام الدورة من نظرية طريقة الجساءة وعائلات العناصر، إلى بناء الشبكة ودراسات التقارب، ثم الشروط الحدية وتفسير إجهادات التحليل الخطي الساكن، ومنها إلى التحليل اللاخطي والنمطي والانبعاج والتحليل الحراري. ويخصص اليوم الأخير للتحقق من نموذج الحالة واعتماده ومقارنته بالقيم المسموح بها، ويخرج بتقرير دراسة FEA وسجل تحقق جاهزين للمناقشة أمام لجنة.