جامعة الفيوم
كلية الهندسة
قسم الرياضيات والفيزيقا الهندسية

تطبيق طريقة التربيع التفاضلي علي بعض مسائل المرونة

مقدم من:

م. باسم مختار عبد العظيم عبد الباقي

ضمن متطلبات الحصول على درجة

الماجستير في العلوم الهندسية

قسم الرياضيات والفيزيقا الهندسية

(الميكانيكا الهندسية)

كليـــــة الهندســـــة

جامعـــة الفيـــوم

الفيـــــوم

2021

الملخص العربي

تطبيق طريقة التربيع التفاضلي على بعض مسائل المرونة

1. مقدمـــــــــــة

في الوقت الحاضر، استحوذت دراسة الخصائص الثابتة والديناميكية لمسائل المرونة على انتباه العلماء حيث يمكن استخدامها في تطبيقات واسعة مثل العناصر الإنشائية والخزانات وصناعة الطيران والمركبات الفضائية والبلاطات المستخدمة في مركبات الإطلاق والمحطات الفضائية نظرً ا لأن البلاطات الدائرية تعتبر واحدة من أكثر التطبيقات لمسائل المرونة التي يمكننا من خلالها استعراض نظريات المرونة المختلفة وتطبيق مبادئ الطاقة والتغير. في هذا العمل، يتم تسليط الضوء على تحليل البلاطات الدائرية.

يعد إنتاج مكونات هيكلية ذات صلابة عالية ووزن منخفض في ظل ظروف استثنائية أحد أهم مجالات البحث الصناعي والاقتصادي ولذلك، نشأت فكرة المواد المركبة لتحقيق هذا الغرض. وقد ظهرت في الآونة الأخيرة فئة جديدة من المواد المركبة تسمى المواد المتدرجة وظيفيًا (FGM)، وهو مركب غير متجانس يصنع عادة من خليط من السيراميك وأحد أنواع المعادن عن طريق تغيير خصائص المواد تدريجيًا خلال اتجاه سمك البلاطة. علاوة على ذلك، يوجد عوامل يمكن أن تؤثر على سلوك البلاطة، على سبيل المثال، التغير في خواص سمك البلاطة، تأثير وجود أساس مرن للبلاطة ونوع الدعامات الجانبية.

ينعكس التعامل مع مثل هذه المسائل المعقدة التي تتضمن معاملات مختلفة على تيار النموذج الرياضي. حيث إن استخدام الأساليب التحليلية التقليدية في هذه الحالة ليس عمليًا لأنه قد يكون من الصعب للغاية تقديم حل تحليلي. بدلاً من ذلك، تعد طرق التحليل العددية هي البديل الأفضل لحل مثل هذه المسائل. أحد الأساليب الأكثر شيوعًا هي طريقة التربيع التفاضلي (DQM)، حيث يتم تقسيم المعادلة التفاضلية للبلاطة عند نقاط الشبكة وينتج عنها مجموعة من المعادلات الجبرية الخطية التي يمكن حلها معاً لإيجاد حل المعادلة. تتميز هذه الطريقة بالدقة العالية بالإضافة الي توفير الوقت والجهد مقارنة بطرق التحليل العددي الأخرى.

2. وصف المسألة

تركز معظم الأعمال البحثية التي تهتم بتحليل الانحناء والاهتزاز الحر للبلاطات الدائرية على الأنواع البسيطة فقط من البلاطات، على سبيل المثال، البلاطات المتجانسة ذات السماكة المنتظمة، والبلاطات الدائرية التي ترتكز على أساس مرن ذو معامل رد فعل واحد والبلاطات الدائرية المستندة بالكامل على أساس مرن. لكن قليل هم من درسوا تأثير المعاملات المختلفة مثل المواد ذات الخصائص المتدرجة، والسمك المتغير، والأساس المرن ذو معاملين رد فعل، وتباين معامل رد فعل التربة. ومع ذلك، لم يتم إجراء أي عمل بحثي عميق لدراسة كل هذه المعاملات معًا، إلى جانب التحقق من السلوك الحقيقي للتربة تحت الأساس المرن لتقديم صيغة تصف التباين في معامل التربة.

3. الهـدف من البحث

في هذه الأطروحة، تم تقديم حل عددي لتحليل الانحناء والاهتزاز الحر للبلاطات الدائرية المستندة على أساس مرن من النوع Winkler-Pasternak باستخدام طريقة التربيع التفاضلي. تشمل الدراسة التحقق من تأثير معاملات مختلفة على قيم الترخيم والاجهاد القطري والترددات الطبيعية والأشكال النمطية للبلاطات الدائرية. علاوة على ذلك، تم دراسة سلوك التربة لتكوين معادلة تصف التباين في معامل التربة تحت الأساسات المرنة. بعد ذلك تم عمل دراسة بارامترية حول سلوك البلاطات الدائرية المستندة على أساس مرن.

4. عملية تحليل البلاطات الدائرية

4-1 استنتاج معادلة البلاطات الدائرية

استنتاج معادلة البلاطات الدائرية يعتمد على النظرية الكلاسيكية للبلاطات كما يلي:

1. تحديد مجال الإزاحات (u,v,w).
2. إيجاد علاقات الانفعال مع الازاحة وعلاقات الاجهاد.
3. تطبيق مبدأ Hamilton.

4-2 تطبيق طريقة التربيع التفاضلي

سيتم إيجاد الحل العددي لمعادلة البلاطات الدائرية باستخدام طريقة التربيع التفاضلي كما يلي:

1. حساب معاملات الترجيح weighting coefficients.
2. تقسيم معادلة البلاطات الدائرية والدعامات الخارجية باستخدام طريقة التربيع التفاضلي.
3. حل المعادلات الجبرية لإيجاد حل معادلة تصف سلوك البلاطات الدائرية.

4-3 الدراسة البارامترية

سيتم تحليل قيم الترخيم العرضي والاجهاد القطري والتردد الطبيعي وشكل أنماط الاهتزاز بناء على دراسة تأثير بعض العوامل المختلفة مثل

1. معامل تدرج خصائص المادة.
2. تغير سمك البلاطة.
3. وجود أساس مرن ذو معاملي رد فعل متغيري القيمة.
4. الارتكاز الكلي والجزئي للبلاطات الدائرية على الأساسات المرنة.
5. استخدام أنواع مختلفة من القيود الخارجية.

5. تنظيم الرسالـــــة

تحتوي الرسالة على ثمانية أبواب على النحو التالي

الباب الأول: المقدمة

يحتوي هذا الباب على المقدمة وتوصيف المشكلة وتوضيح الهدف من البحث.

الباب الثاني: مراجعة الأبحاث المنشورة سابقا

يستعرض هذا الباب العمل البحثي المنشور في مجال موضوع البحث والجهود المبذولة لتحليل مسائل المرونة باستخدام طرق تحليلية وعددية مختلفة.

الباب الثالث: النظرية الكلاسيكية للبلاطات

يتم في هذا الباب استنتاج المعادلة التفاضلية للبلاطات الدائريةبناءً على النظرية الكلاسيكية للبلاطات باستخدام مبدأ Hamilton.

الباب الرابع: طريقة التربيع التفاضلي

يستعرض هذا الباب طريقة التربيع التفاضلي، وحساب معاملات الترجيح، واختيار نقاط الشبكة والاساليب المستخدمة في تطبيق القيود الخارجية.

الباب الخامس: الانحناء المحوري للبلاطات الدائرية

يدرس هذا الباب التحليل الاستاتيكي للبلاطات الدائرية ذات السماكة المتغيرة المرتكزة كليا او جزئيا على أساس مرن غير منتظم من النوع Winkler-Pasternak باستخدام طريقة التربيع التفاضلي.

الباب السادس: الاهتزاز المحوري الحر للبلاطات الدائرية

يبحث هذا الباب في التحليل الديناميكي للبلاطات ذات السماكة المتغيرة على أساس ثنائي المعامل Winkler-Pasternak غير المنتظم باستخدام طريقة التربيع التفاضلي.

الباب السابع: توزيع معامل رد فعل التربة

يقدم هذا الباب معادلة تصف التباين في معامل التربة تحت البلاطات الدائرية بناءً على تحليل الانحدار لعدد من نماذج الاساسات المرنة.

الباب الثامن: الاستنتاج والعمل المستقبلي

يلخص هذا الباب النتائج الرئيسية التي تم الحصول عليها ويقدم مقترحات للعمل البحثي المستقبلي.

المراجع العلمية

تحتوي هذه الاطروحة على عدد 117 من المراجع العلمية

الملحق

يوثق كود MATLAB لتحليل الانحناء والاهتزاز الحر للبلاطات الدائرية ذات السماكة المتغيرة وتستند على أساس مرن غير منتظم ذو معاملين رد فعل.

الملخص العربي

يقدم ملخص للعمل البحثي باللغة العربية.