Résumé :

Les sections utilisées en construction métallique sont constituées d'un assemblage d'un certain nombre de parois planes minces, dont chacune est délimitée soit par plusieurs parois qui lui sont orthogonales, soit par un bord libre. Lorsque ces parois sont sollicitées en compression ou en cisaillement (par suite de l'application de charges axiales sur la totalité de la section et/ou par suite de flexion), la ruine peut intervenir par un phénomène d'instabilité assimilable à un flambement, dans la direction normale à la paroi, appelé « voilement local ». Le chargement critique pour lequel ce phénomène apparaît dépend, entre autres, des conditions aux limites de chaque paroi. Dans les codes de calcul des structures en acier, le voilement local est pris en considération en supposant que les parois des profilés métalliques sont simplement appuyées sur les bords qui sont délimités par une autre paroi. Cette hypothèse considère, sans aucune autre condition, que les parois orthogonales à une paroi donnée sont suffisamment rigides pour constituer des appuis simples à celle-ci.

Dans ce travail, une modélisation analytique sera développée pour évaluer, pour une paroi donnée, les dimensions des parois qui lui sont orthogonales, à partir desquelles ces dernières peuvent être considérées comme des appuis simples pour cette paroi. Dans un premier temps, en considérant les semelles comme étant des appuis élastiques pour la paroi d'âme. Puis, en tenant en compte des rotations de l'âme sur ses deux bords longitudinaux. Plus tard, en simulant l'âme à un appui élastique, pour la partie en console de la semelle.

Par la suite, plusieurs modèles numériques des plaques minces et des profilés métalliques seront élaborés, sous un chargement de compression puis sous un chargement de cisaillement, afin d'estimer leurs contraintes critiques de voilement. En se basant sur des modèles de plaques, dont les résultats seront validés par confrontation avec ceux du modèle analytique, des profilés métalliques seront modélisés. Ces modèles permettent de calculer la contrainte critique de voilement des parois des profilés métalliques, sous un chargement de compression, puis sous un effort de cisaillement.

Un développement des études est proposé, pour obtenir des résultats simples à exploiter. L'approche analytique sera exploitée pour calculer les dimensions minimales des parois, qui permettent de les simuler à des appuis simples, voire des encastrements vis-à-vis de la rotation. Le modèle numérique des profilés métalliques sous compression centrée, permet de mieux évaluer la classe de résistance des profilés laminés. Des tableaux de classification des parois des profilés métalliques seront proposés, en faisant apparaitre le coefficient de voilement dans les limites des élancements des parois considérées. Pour un profilé métallique donné, le coefficient de voilement par cisaillement sera calculé numériquement, et l'effet de l'effort de cisaillement sera mieux estimé.

Abstract:

The sections used in steel construction are constituted by an assembly of a number of thin plane plates, each of which is bounded by several walls that are orthogonal to it, either by a free edge. When these plates are subjected to compressive or shearing force (as a result of the application of axial loads on the entire cross-section and/or due to bending), the collapse can occur by a phenomenon of instability called « local buckling ». The critical load for which this phenomenon occurs depends, among others, on the boundary conditions of each plate. In the steel structures codes, the local buckling is considered assuming that the walls of the steel profiles are simply supported on the edges that are delimited by another wall. This assumption considers, without any other condition, that the orthogonal walls to a given wall are sufficiently rigid to form simply supports for this one. In this study, we develop an analytical model to evaluate, for a given wall, the dimensions of the walls that are orthogonal to it, from which the latter can be considered as simple supports for this wall. First, by considering the flanges as elastic supports for the web. Then, by taking into account the rotation of the web on its two longitudinal edges. Later, by simulating the web as an elastic support for the flange.

Subsequently, we numerically modeled thin plates, and steel profiles, under a compressive load and under a shear loading, to estimate their critical buckling stresses. Based on plates models, whose results will be validated by comparison with those of the analytical model, steel profiles will be modeled. These models calculate the critical buckling stress of the steel profiles walls under a compressive loading, then under shear stress.

A development of studies is proposed, to obtain simple exploiting results. The analytical approach will be exploited to calculate the minimum dimensions of the walls to simulate them to simple supports, and even to build-in supports to the rotation. The numerical model of the steel sections under compression, allows better evaluation of the class strength of rolled sections. Classification tables of steel profiles walls will be proposed, with appearing the buckling coefficient in the slenderness limits of the considered walls. For a given steel section, the shear buckling coefficient will be numerically calculated, and the effect of the shear force will be better estimated.

ملخص :

المقاطع المستخدمة في الإنشاءات المعدنية متكونة من تجميع عدد من الصفائح المسطحة، كل واحدة منها يحدها إما عدد من الصفائح التي تعامدها، أو حافة حرة. عندما تتعرض هذه الصفائح لقوة ضاغطة أو لقوة قص (نتيجة لتطبيق أحمال محورية على المقطع العرضي بأكمله و/أو بسبب الانحناء)، يمكن أن تحدث ظاهرة إنهيار تدعى « التحنيب المحلي ». الحمل الحرج الذي يحدث هذه الظاهرة يتعلق، من بين أمور أخرى، بالشروط الحدية لكل صفيحة. في قوانين تصميم الهياكل المعدنية، يؤخذ التحنيب المحلي بعين الإعتبار على افتراض أن صفائح التشكيلات الجانبية مدعومة ببساطة على الحواف المحدودة بصفيحة أخرى. يعتبر هذا الافتراض، من دون أي شرط آخر، أن الصفائح المتعامدة مع صفيحة ما، صلبة بما يكفي لتشكيل دعامات بسيطة لها. في هذه الدراسة، طورنا نموذج تحليلي يمكننا من تقييم، لصفيحة معينة، أبعاد الصفائح التي تعامدها، مما يمكننا اعتبار هاته الأخيرة كدعامات بسيطة لهاته الصفيحة. أولا، بإعتبار دعامات الجسد على مستوى جناحات المقطع كدعامات مرنة، بعدها، بإعتبار دوران الجسد حول حوافه الطولية، أخيرا، بإعتبار الجسد كدعامة مرنة للتشكيلة الجانبية.

بعد ذلك، قمنا بتطوير نموذج رقمي للصفائح المسطحة و التشكيلات الجانبية المعدنية، تحت تحميل الضغط، وتحت تحميل القص، من أجل تقدير ضغوط التحنيب المتعلقة بهم. بناء على نماذج صفائح، سوف يتم التحقق من صحة نتائجها من خلال المقارنة مع نتائج النموذج التحليلي، سوف يتم تصميم نماذج مقاطع معدنية. هذه النماذج تمكننا من حساب الحمل الحرج للتحنيب المحلي الخاص بالتشكيلات الجانبية تحت تحميل الضغط، ومن ثم تحت إجهاد القص.

إقترحنا دراسة معمقة للحصول على نتائج بسيطة للإستغلال. سوف تستغل المقاربة التحليلية لحساب الحد الأدنى لأبعاد الصفائح التي تسمح بمحاكاتهم للدعامات البسيطة، أو حتى كدعامات في ما يخص الدوران. النموذج الرقمي للمقاطع المعدنية تحت تحميل الضغط، يمكننا من تقييم أفضل لأقسام مقاومة التشكيلات الجانبية. سيتم إقتراح جداول تصنيف صفائح التشكيلات الجانبية، مع إظهار معامل التحنيب المحلي داخل حدود مجالات مقاومة الصفيحة المعنية. لمقطع جانبي معين، سيتم احتساب معامل تحنيب القص رقميا، وسوف يقدر تأثير قوة القص على نحو أفضل.