Zeitschrift: IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen

Band: 14 (1973)

Artikel: Cumul de déformations plastiques par charges répétées

Autor: Lorin, P.A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-14465

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

I

Cumul de déformations plastiques par charges répétées

Inkrementale plastische Deformationen infolge wiederholter Lasten

Incremental Plastic Deformations by Repeated Loads

P.A. LORIN
Ingénieur-Conseil
Paris, France

Dans les exposés qui ont été présentés, on a vu l'action de charges répétées alternatives provoquant dans certaines sections des plastifications alternées, qui donnent lieu à des cycles dont chacun correspond à une énergie dissipée.

Le caractère principal est que dans chaque section les déformations de plastification sont alternativement dans un sens ou dans le sens opposé : allongement plastique suivi d'un accourcissement plastique, courbure plastique dans un sens suivie d'une courbure plastique dans le sens opposé.

Nous nous référons ici à des *actions toujours de même sens*. Mais ce sont des actions répétées successivement, soit que l'on ait des actions indépendamment variables, soit que ces actions correspondent à des charges mobiles.

On peut voir apparaître alors des déformations plastiques cumulatives. Mais, contrairement au cas précédent : *les déformations plastiques ont lieu dans des sections différentes et dans chaque section les déformations plastiques sont toujours de même sens et cumulatives.*

Nous allons donner deux exemples : l'un se référant à deux forces indépendamment variables, l'autre à une charge mobile.

I - ACTIONS DE DEUX FORCES INDEPENDAMMENT VARIABLES

Un portique ABB'A', biarticulé en A et A', est soumis alternativement à une action verticale $\lambda_1 P$ au milieu C de BB' et à une action horizontale $\lambda_2 H$ en B.

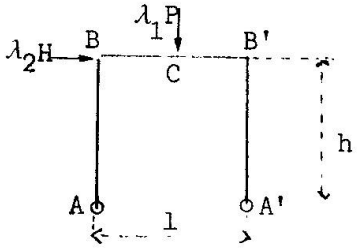


Fig. 1

On prend l = h = 1. Les inerties de toutes les barres ABA'B' sont égales à l'unité. Il y a une inconnue hyperstatique : la poussée Q.

I.1 - Action de $\lambda_1 P$ seule

Dans le domaine élastique :

$$Q = \frac{3}{40}\lambda_1 \qquad M_B = M_{B'} = -\frac{3}{40}\lambda_1 \qquad M_C = +\frac{7}{40}\lambda_1$$

Toutes les barres ont même section. Soit M_o le moment de rotule plastique.

Les conditions de plasticité s'écrivent :

$$-M_o \leqslant -\frac{3}{40}\lambda_1 - \mu \leqslant +M_o$$

$$-M_o \leqslant \frac{7}{40}\lambda_1 - \mu \leqslant +M_o$$

μ étant le scalaire qui, appliqué à la force unité, donne *la poussée Q d'autocontrainte.*

En se bornant au domaine $\lambda_1 \geqslant 0$, on a le diagramme de Rjanitsyn.

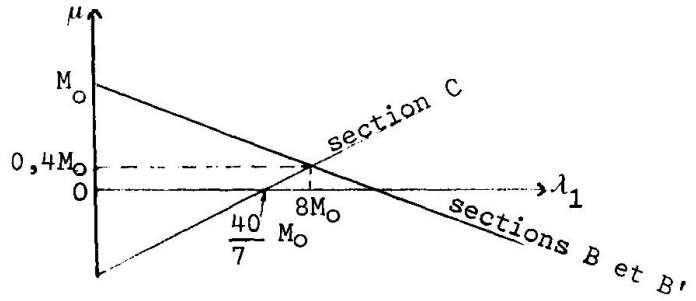


Fig. 2

Charge limite élastique : $\lambda_{1e} = \frac{40}{7} M_o$.

Par dépassement, il y a plastification en C.

Charge ultime : $\lambda_{1u} = 8\ M_o$.

(M_o est un scalaire moyennant les conventions d'unité).

L'application de $\lambda_{1u}\overrightarrow{P}$ donne plastification en C - autocontrainte $Q = 0{,}4\ M_o$.

I.2 - Action de $\lambda_2 H$ seule

Les conditions de plasticité s'écrivent :

$$-M_o \leqslant \frac{\lambda_2}{2} - \mu \leqslant +M_o$$

$$-M_o \leqslant -\frac{\lambda_2}{2} - \mu \leqslant +M_o$$

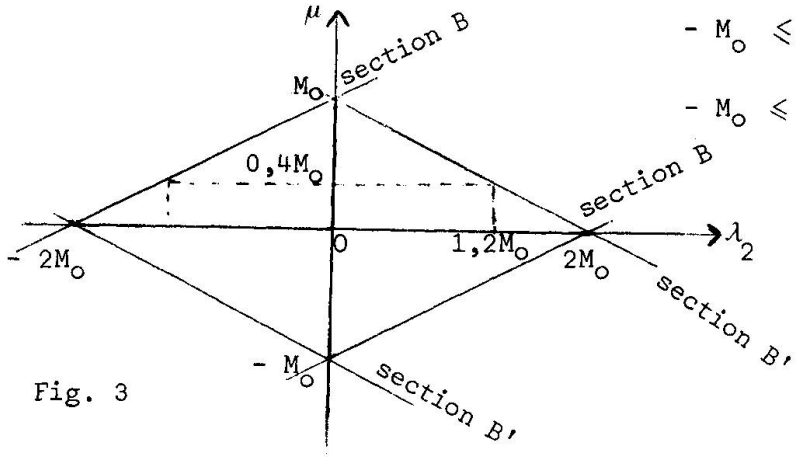
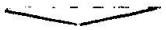


Fig. 3

La charge ultime $\lambda_{2u} = 2\ M_o$ correspond à une autocontrainte nulle.

Une autocontrainte $0{,}4\ M_o$ provoque une plastification en B' lorsque λ_2 dépasse la valeur de $1{,}2\ M_o$.

I.3 - Actions alternées de $\lambda_{1u}P$ et $\lambda_{2u}H$

	$\lambda_1 P$	$\lambda_2 H$	Plastification en C	Plastification en B'	Autocontrainte Q
1	$\lambda_1 = \lambda_{1u}$	$\lambda_2 = 0$			$0{,}4\ M_o$
2	$\lambda_1 = 0$	$\lambda_2 = \lambda_{2u}$			0
3	$\lambda_1 = \lambda_{1u}$	$\lambda_2 = 0$			$0{,}4\ M_o$
4	$\lambda_1 = 0$	$\lambda_2 = \lambda_{2u}$			0

Plastifications toujours de même sens, tantôt en C, tantôt en B'.

Après chaque action $\lambda_{1u}P$: autocontrainte $0{,}4\ M_o$.

Après chaque action $\lambda_{1u}H$: autocontrainte nulle.

II - CHARGE MOBILE

Nous renvoyons à l'étude que nous avons présentée au Congrès de New-York en 1968 : "Optimisation des structures par la considération des états limites plastiques".

Une charge mobile sur une poutre continue à deux travées égales et de section constante provoque des plastifications, tantôt en travée (courbures en concavité vers le haut), tantôt sur l'appui central (courbure à concavité vers le bas).

Il y a plastifications cumulées toujours de même sens dans des sections différentes, avec variation à chaque fois de l'autocontrainte.

III - CONTROLE DU NON-CUMUL DE DEFORMATIONS PLASTIQUES SOUS CHARGES ULTIMES

La structure est soumise à p systèmes d'actions indépendamment variables

$$\lambda_1 \vec{A_1} \qquad \lambda_2 \vec{A_2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \lambda_p \vec{A_p}$$

(on peut également traiter ainsi les charges mobiles, avec un nombre suffisant p de positions possibles).

On aura des charges ultimes : $\lambda_{1u} \qquad \lambda_{2u} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \lambda_{pu}$, qui ne provoquent pas de cumul s'il est possible de trouver au moins un système $\vec{Q}$ d'autocontraintes, tel que : $F(\lambda_i \vec{A_i}) + \vec{Q}$ respectent en tous points les conditions de plasticité, $F(\lambda_i \vec{A_i})$ étant toutes les sommes $\sum_i \lambda_i \vec{A_i}$, où λ_i prend pour chaque valeur de i de 1 à p les valeurs 0 ou λ_{iu}.

RESUME

On traite ici le cas de charges toujours de même sens mais répétées, soit qu'elles soient indépendamment variables, soit qu'elles soient mobiles. Les plastifications toujours de même sens se produisent successivement dans des sections différentes, engendrant par répétition cumul de déformations plastiques. On vérifie que l'on n'a pas cumul de déformations plastiques s'il existe au moins un système d'autocontrainte compatible avec toutes les charges ultimes.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Aufsatz behandelt den Fall gleichgerichteter, wiederholter Lasten, die entweder unabhängig veränderlich, oder beweglich sein können. Die stets gleichgerichteten Plastifizierungen stellen sich nacheinander in verschiedenen Abschnitten ein, woraus durch Wiederholung inkrementale Deformationen entstehen. Es wird nachgewiesen, dass sich keine plastischen Deformationen bilden, wenn ein System von "Selbstbeanspruchung" existiert, das mit allen Lastfällen verträglich ist.

SUMMARY

This paper deals with the case of repeated loadings acting always in the same direction. The applied loads are either independently variable or movable. Plastification occurs always in the same sense in different sections, which creates incremental deformations. We verify that we don't have incremental deformations if we have a system of "auto-stress" compatible with all loading cases.