Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH Kongressbericht

Band: 5 (1956)

Artikel: Effet des déformations dues au fluage dans les ponts à voûte préfabriquée

Autor: Galli, Adriano / Franciosi, Vincenzo

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-5968

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: 15.07.2025

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

Ia 4

Effet des déformations dues au fluage dans les ponts à voûte préfabriquée

Influence of creep deformation on bridges with pre-fabricated arch

Die Auswirkungen der bleibenden Formänderungen auf Brücken mit vorgebautem Gewölbe

Efeito das deformações devidas à fluência nas pontes com arco prefabricado

PROF. ING. ADRIANO GALLI PROF. VINCENZO FRANCIOSI
Université de Naples
Naples

1) *Introduction.*

La construction des arcs en béton armé par rouleaux successifs, mise en pratique depuis longtemps, permet un allègement considérable du cintre, avec lequel collaborent, lors du bétonnage d'un nouveau rouleau, les rouleaux précédents déja durcis. Une technique analogue est souvent adoptée dans la construction de certaines structures spéciales de pont, comme le type en arc-poutre (Risorgimento) et à voûte mince avec poutre raidissante (Maillart) ; on construit tout d'abord la voûte d'intrados, ou la voûte mince, et sur celle-ci, une fois le béton durci, on coule le reste de la structure, c'est à dire les tympans et le plancher d'extrados dans les ponts à arc-poutre, ou les piliers et le tablier dans les ponts Maillart. On obtient ainsi outre une économie dans la construction du cintre, d'autres avantages non moins considérables: le poids propre est entièrement supporté par la voûte, le reste de la structure étant ainsi entièrement disponible pour résister aux charges accidentelles; les effets du raccourcissement axial, du retrait et des tassements éventuels aux appuis dûs au poids propre, ne se font sentir que sur la voûte, dans laquelle, du fait de sa faible rigidité à la flexion, ils ne provoquent que des moments fléchissants peu importants. Il convient néanmoins, dans le calcul de ces structures, de ne pas négliger l'effet des déformations dûes au fluage sous charge constante. Le fluage exerce une influence favorable dans les arcs construits par couches successives; il tend, en effet, à aplatir le diagramme des tensions qui, dans une section -type, décroît initialement de la première à la dernière couche; c'est à dire, qu'il tend à ramener les

valeurs des efforts à celles que l'on obtiendrait par un calcul orthodoxe. Un phénomène analogue a lieu dans le cas des ponts à voûte préfabriquée, mais alors cette tendance est défavorable car les efforts dûs au poids propre, s'exerçant sur la structure réalisée en un seul temps, sont bien plus importants que ceux s'exerçant sur la structure réalisée en deux temps.

Il est donc nécessaire de tenir compte des déformations dues au fluage, car les coefficients de sécurité résultant du simple calcul élastique, quelquefois fort éloigné de la réalité, ne peuvent donner à l'auteur d'un projet qu'une tranquillité bien illusoire.

2) *Le fluage dans les ponts en arc avec poutre raidisseuse.*

Soient une voûte et une poutre formées par deux types de conglomérat différents, caractérisés respectivement par des modules d'élasticité E et E' et par des constantes de fluage α et α' (1).

Soient aussi t_0 l'âge de la voûte et t_0' celui de la poutre. Soit, au temps $t > t_0'$, $H_g + \Delta H$ la poussée horizontale aux naissances de la voûte, H_g étant la valeur de la poussée tirée du funiculaire du poids propre g, coïncidant avec l'axe de la voûte. Dans l'intervalle de temps dt qui succède à t, si les naissances de la voûte étaient liées aux appuis, la corde AB, sous l'effet du fluage, se retrécirait de dl. Dans le calcul de dl il convient de distinguer l'effet de la voûte de celui de la poutre.

L'effort normal, constant dans chaque section, qui prend naissance dans la voûte, est:

$$N = \frac{H_g + \Delta H}{\cos \gamma}$$

γ étant l'angle de la tangente à l'axe de la voûte avec l'horizontale.

Etant donnée la valeur trés faible de ΔH par rapport à H_g, on peut écrire:

$$N = \frac{H_g}{\cos \gamma} \tag{2}$$

Dans un premier temps, on sépare la voûte de la poutre, en coupant les piliers et en appliquant sur la surface des sections des forces égales aux efforts normaux supprimés. L'élément Δs de la voûte se raccourcit de:

$$d\Delta s = \frac{H_g \, \Delta s}{\cos \gamma \; E A} \alpha \beta e^{-\beta (t - t_0)} \, dt$$

(1) On suppose que le processus de fluage du matériau soit réglé par un noyau héréditaire du type Withney

$$\Phi = \alpha \beta e^{-\beta (\tau - t_0)} \tag{1}$$

τ ètant la date à la quelle agit la sollicitation unitaire, α une constante adimensionelle, β une constante de dimensions t^{-1} et t_0 l'âge de la coulée.

la forme que prend alors l'axe de la voûte est celle de la fig. 1, $\delta'_a l$ est le rapprochement des sections aux naissances, η' étant l'abaissement de la section type.

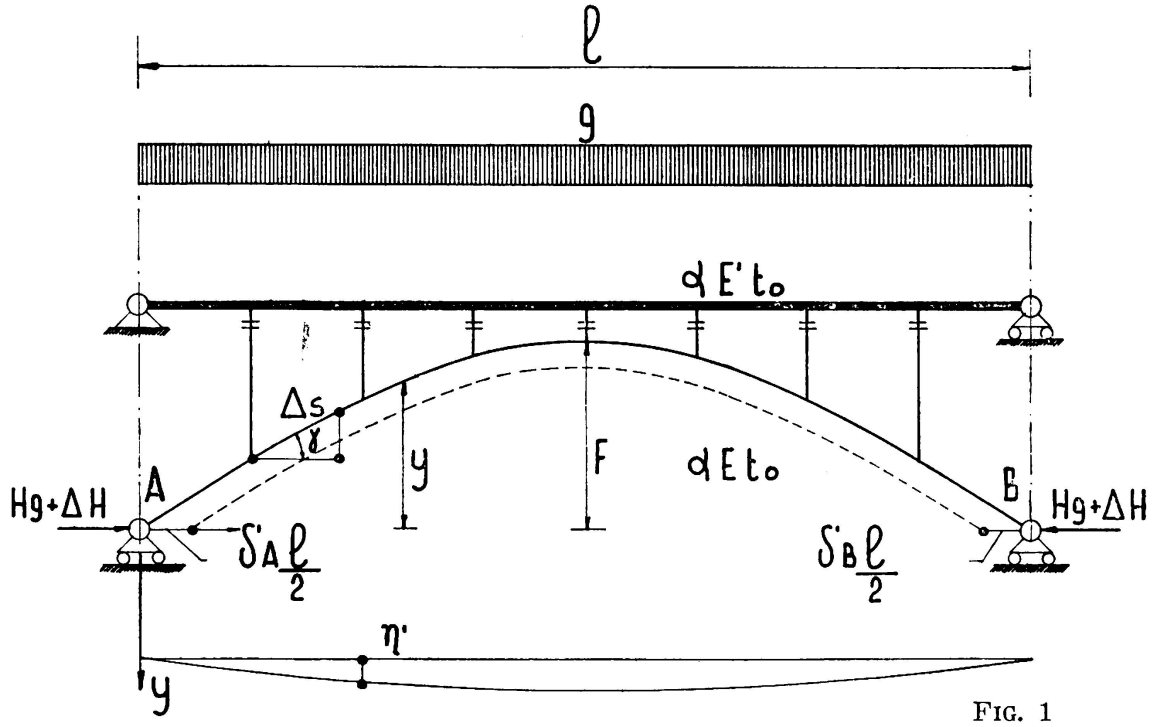

FIG. 1

Il est intéressant de connaitre l'aire du diagramme η'; en appliquant le principe des travaux virtuels aux forces et aux déplacements de la structure, l'on a:

$$H_g \, \delta'_a \, l + g \, A_\eta = \alpha \, \beta \, e^{-\beta (t - t_0)} \, dt \int_s \frac{N^2 \, \Delta s}{E \, A}$$

d'où.

$$A_\eta = \frac{l^2}{8 \, f} \left(\alpha \, \beta \, e^{-\beta (t - t_0)} \, dt \, \frac{H_g}{E} \int_s \frac{\Delta s}{A \cos^2 \gamma} - \delta'_a \, l \right) \tag{3}$$

Il faut maintenent rétablir la compatibilité, c'est à dire annuler les déplacements relatifs η' entre voûte et poutre; pour cela, il suffit de donner à la voûte une déformation rigide, en partant de l'hypothèse, commune à la théorie des ponts Maillart, que la voûte ne peut absorber aucun effort de flexion.

Les déplacements verticaux $\eta'' = -\eta'$ des sections de la voûte (fig. 2), produisent un rapprochement ultérieur $\delta''_a l$ des naissances.

En appliquant le principe des travaux virtuels au système des déplacements de la fig. 2 et au système des forces qu'on obtient en soumettant la voûte à une charge uniformément répartie on a:

$$\frac{l^2}{8 \, f} \, \delta_a'' l - A_\eta = O$$

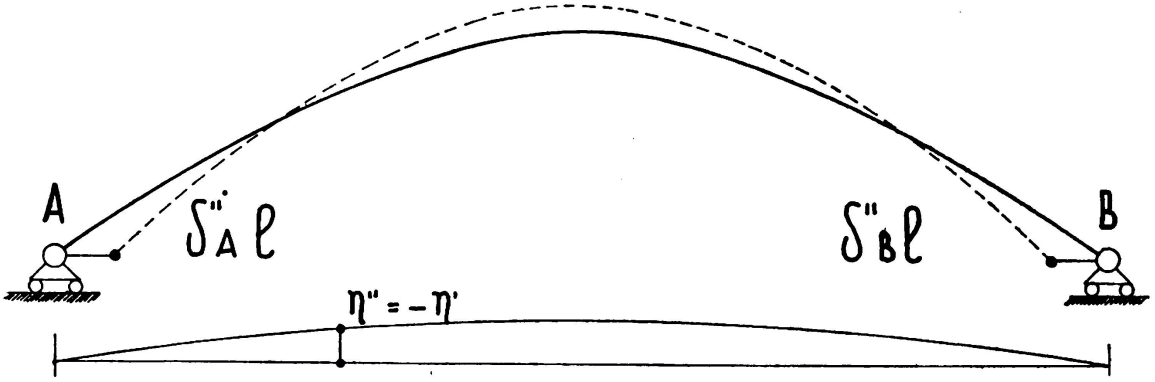

FIG. 2

où

$$\delta_a'' l = \frac{8 f}{l^2} A_\eta$$

et par la formule (3)

$$\delta_a'' l = \alpha \beta e^{-\beta (t - t_0)} dt \frac{H_g}{E} \int_s \frac{\Delta s}{A \cos^2 \gamma} - \delta_a' l \quad .$$

On a ainsi: (2)

$$\delta_a l = \delta_a' l + \delta_a'' l = \alpha \beta e^{-\beta (t - t_0)} dt \frac{H_g}{E} \int_s \frac{\Delta s}{A \cos^2 \gamma} \quad . \tag{4}$$

En admettant A constant et égal à la moyenne A_m des valeurs aux naissances et à la clé, on a:

$$\delta_a l = \alpha \beta e^{-\beta (t - t_0)} dt \frac{H_g}{E A_m} \int_s \frac{\Delta x}{\cos^3 \gamma}$$

L'intégrale précédente est donnée par:

$$\int_s \frac{\Delta x}{\cos^3 \gamma} = l + \frac{8 f^2}{l} = L_s$$

où:

$$\delta_a l = \frac{H_g L_s}{E A_m} \alpha \beta e^{-\beta (t - t_0)} dt \tag{5}$$

En considérant maintenant l'effet du fluage de la poutre, les moments auxquels elle est soumise sont:

$$M = - y \Delta H$$

(2) En toute rigueur, les raccourcissements des piliers devraient être ajoutés aux η'; ces raccourcissements sont néanmoins négligeables par rapport η', en raison de la faible valeur de la sollicitation unitaire.

Si H_1 (fig. 3) est la force horizontale qui, appliquée aux naissances A et B, donnerait lieu à un rapprochement unitaire de celles-ci, ΔH provoquerait en régime élastique un rapprochement $\frac{\Delta H}{H_1}$; par le 2ème théorème rélatif à la viscosité linéaire, on peut dire que ΔH produit,

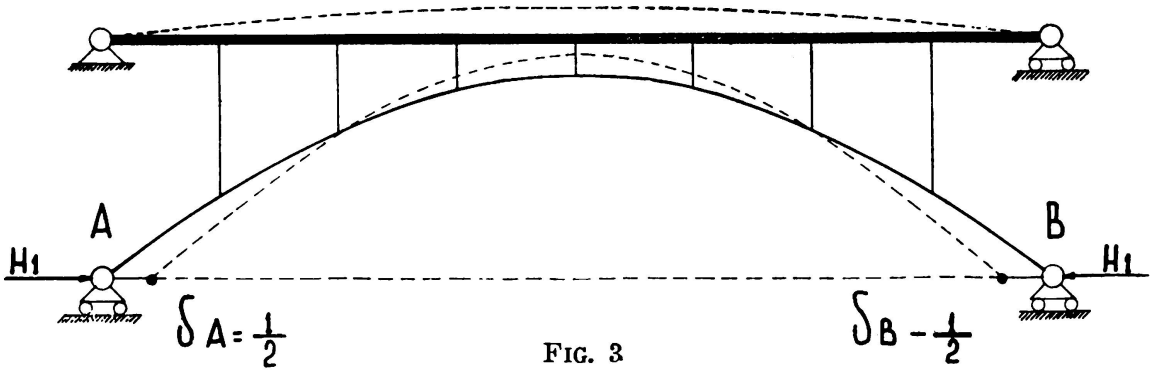

FIG. 3

dans le temps dt, par l'effet du fluage un rapprochement $d_t l$ des naissances: (3)

$$d_t\, l = \frac{\Delta H}{H_1}\, \alpha' \beta\, e^{-\beta (t - t'_0)}\, dt \tag{6}$$

Si l'axe de la voûte peut être assimilé à une parabole, (4) l'expression suivante donne alors H_1

$$H_1 = \frac{15}{8}\, \frac{E' I_t + E I_a \cos \gamma}{f^2\, l} \tag{7}$$

Les deux naissances A et B ne se déplaçant pas, on aura alors pendant le temps dt une force horizontale $d\,\Delta H$ (dirigée vers l'extérieur) qui provoquera un éloignement des deux naissances égal à $dl = d_a l + d_t l$.

C'est à dire:

$$d\,\Delta H = -H_1\, d\,l$$

---

(3) Dans la relation (6), l'âge et le coefficient de fluage de la poutre sont t'_0 et α'; en toute rigueur, le $d_t l$ devrait être calculé de la manière suivante: on sépare la poutre de la voûte, en supprimant les piliers de raccordement, on applique à la poutre les moments M'_t et à la voûte les moments M'_a provoquées par ΔH en regime élastique et on calcule les rotations rélatives $d\varphi_{rt}$ et $d\varphi_{ra}$ provoquées par le fluage dans le temps dt. Il est nécessaire donc d'appliquer les forces r à la poutre et -r à la voûte pour rétablir la compatibilité. La regidité à la flexion de la poutre étant bien supérieure à celle de la voûte, les forces r n'affectent presque pas les déplacements de la poutre par rapport à ceux de la voûte. Il peut arriver alors que le déplacement relatif $d_t l$ aux naissances provoqué par les moments agissant pendant le temps dt soit celui causé par les rotations dues au fluage, dans la poutre; puisque, en regime élastique, le déplacement entre A et B dû au moment M'_t est donné par $\frac{\Delta H}{H_1}$, il en resulte alors la relation (6). La relation (6) est valable, en toute rigueur, dans l'hypothèse, dejà adoptée pour le calcul de $d_a l$, que la voûte ne supporte pas d'efforts de flexion.

(4) Cette condition n'est vérifiée qu'avec approximation, l'axe de la voûte étant tracé comme le funiculaire du poids propre qui n'est pas uniformément réparti.

ou encore:

$$d\Delta H = -\left(\frac{H_g H_1 L_s}{E A_m}\alpha\beta e^{-\beta(t-t_0)} + \Delta H \alpha'\beta e^{-\beta(t-t'_0)}\right) dt \tag{8}$$

l'expression (8) peut également s'écrire:

$$d\Delta H = -\left(\frac{\alpha}{\alpha'}\frac{H_g H_1 L_s}{E A_m} e^{-\beta(t'_0-t_0)} + \Delta H\right)\alpha'\beta e^{-\beta(t-t'_0)} dt \tag{9}$$

En séparant les variables et en intégrant on a:

$$\frac{\alpha}{\alpha'}\frac{H_g H_1 L_s}{E A_m} e^{-\beta(t_0'-t_0)} + \Delta H = C e^{\alpha' e^{-\beta(t-t'_0)}} \tag{10}$$

Pour $t = t_0'$, ΔH est égal à la diminution de la poussée dûe au poids propre dans la voûte, qui pourrait se calculer en régime élastique:

$$\Delta H_{t=t'_0} = -\frac{H_g H_1^* L_s}{E A_m} = \Delta H_0^* \tag{11}$$

H_1^* étant la valeur des deux forces horizontales qui, appliquées aux extrémités A et B de la voûte en l'absence de la poutre raidissante, provoqueraient un déplacement relatif unitaire:

$$H_1^* = \frac{15}{8}\frac{E I_a \cos\gamma}{f^2 l} \tag{12}$$

La condition (11) permet de déterminer C:

$$C = \left(\frac{\alpha}{\alpha'}\frac{H_g H_1 L_s}{E A_m} e^{-\beta(t_0'-t_0)} - \frac{H_g H_1^* L_s}{E A_m}\right) e^{-\alpha'}$$

L'expression (10) devient donc:

$$\frac{\alpha}{\alpha'}\frac{H_g H_1 L_s}{E A_m} e^{-\beta(t'_0-t_0)} + \Delta H = \left(\frac{\alpha}{\alpha'}\frac{H_g H_1 L_s}{E A_m} e^{-\beta(t_0'-t_0)} - \right.$$

$$\left. - \frac{H_g H_1^* L_s}{E A_m}\right) e^{\alpha'}\left(e^{-\beta(t-t_0')} - 1\right) \tag{13}$$

En considérant H_1^* négligeable par rapport à H_1, la relation (13) donne pour ΔH:

$$\Delta H = -\frac{H_g H_1 L_s}{E A_m}\frac{\alpha}{\alpha'} e^{-\beta(t_0'-t_0)}\left[1 - e^{\alpha'(e^{-\beta(t-t'_0)} - 1)}\right].$$

Pour $t = \infty$ on obtient la valeur asymptotique de ΔH

$$\Delta H_\infty = - \frac{H\ H_1\ L_s}{E\ A_m} \frac{\alpha}{\alpha'} e^{-\beta (t_0' - t_0)} \left(1 - e^{-\alpha'} \right) . \qquad (14)$$

Dans cette expression le facteur $- \frac{H_g\ H_1\ L_s}{E\ A_m}$ représente la valeur de la chute de poussée correspondant au raccourcissement axial ΔH_o, qui se vérifierait en régime élastique si la voûte et la poutre étaient exécutées en même temps. Le rapport

$$\frac{\Delta H_\infty}{\Delta H_o} = e^{-\beta (t_0' - t_0)} \frac{\alpha}{\alpha'} \left(1 - e^{-\alpha'} \right) \qquad (15)$$

augmente quant $t'_o - t_o$ diminue, ou quand augmentent α' et le rapport $\frac{\alpha}{\alpha'}$ des coefficients de fluage de la voûte et de la poutre. Cette dernière circonstance démontre que le fluage de la poutre réduit l'effet du raccourcissement de la voûte dû au fluage.

3) ***Quelques cas limites.***

L'expression (15) devient indéterminée pour $\alpha' \to o$; la règle de l'Hôpital permet d'affirmer que la limite de la relation (15) pour $\alpha' \to o$ est donnée par:

$$\frac{\Delta H_\infty}{\Delta H_o} = \alpha\, e^{-\beta (t'_o - t_o)} \qquad (16)$$

Pour $\alpha' \to o$, $e^{-\beta (t'_o - t_o)}$ étant approximativement égal à l'unité, ΔH_∞ a donc une valeur à peu près α fois plus grande que ΔH_o, α étant le coefficient de fluage de la voûte. Cette circonstance se vérifierait si la la poutre était réalisée avec un matériau pratiquement exempt de viscosité.

Pour $\alpha' = \alpha$ l'expression (15) devient:

$$\frac{\Delta H_\infty}{\Delta H_o} = e^{-\beta (t'_o - t_o)} \left(1 - e^{-\alpha} \right) \qquad (17)$$

Pour $\alpha = 3$ et t'_o suffisamment raproché de t_o, l'expression (17) donne:

$$\Delta H_\infty \simeq \Delta H_o \qquad (18)$$

Si la poutre et la voûte sont coulées simultanément et sont constitutées du même matériau, c'est à dire quand $\alpha' = \alpha$, $t'_o = t_o$, l'expression (10) devient au temps $t = t_o$:

$$- \Delta H_o + \Delta H_o = C\, e^{\alpha'} = O$$

d'où

$$C = O \quad ; \quad \Delta H = \Delta H_o \ . \qquad (19)$$

Les relations (19) confirment que le régime de tensions d'une structure à noyau héréditaire constant et soumise uniquement aux charges extérieures, reste invariable par rapport au fluage, à condition que l'on reste dans la domaine des petites déformations.

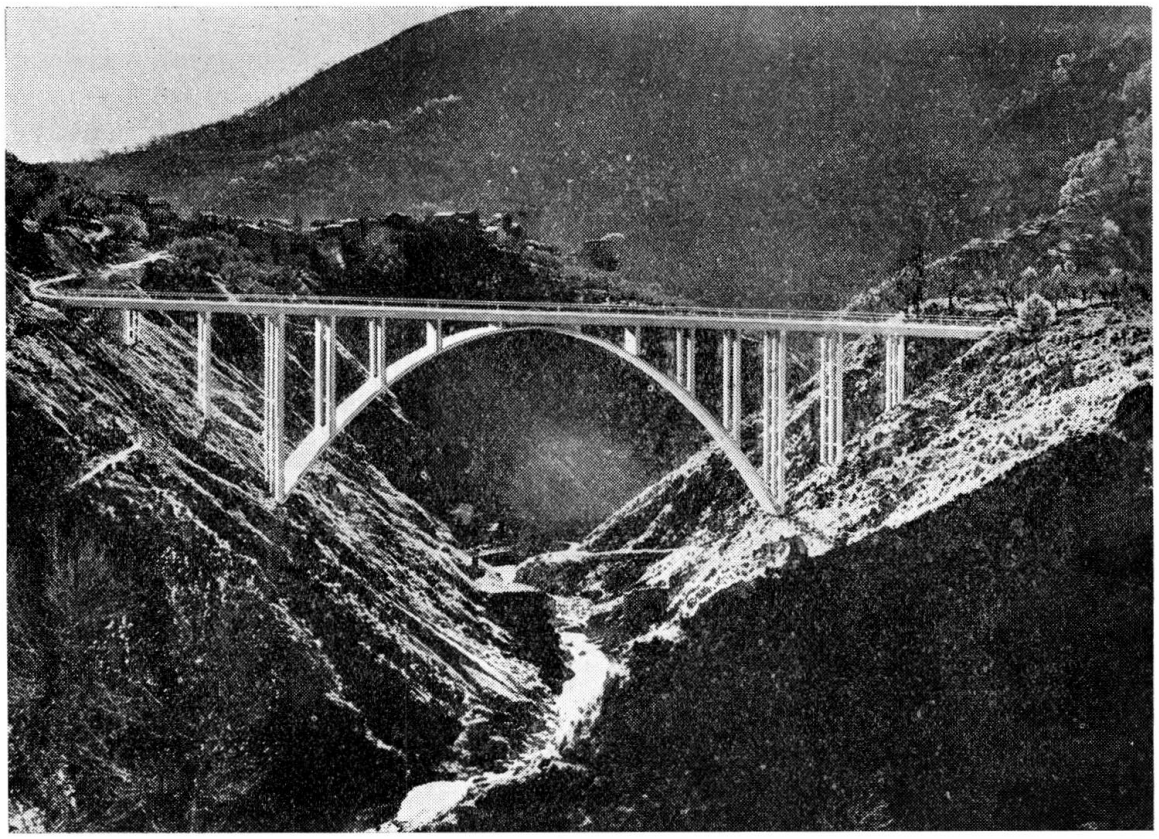

FIG. 4

4) *Un exemple concret.*

Examinons le cas d'un pont à voûte mince et poutre raidissante projeté par les AA. (fig. 4) et exécuté sur le torrent Corace, dans la province de Catanzaro. Les caractéristiques de la structure sont les suivantes:

$l =$	80	m	$E = E' = 3 \cdot 10^6$	$t\ m^{-2}$
$f =$	26,10	m	$A_m = 3{,}39$	m^2
$I^t =$	1,55	m^4	$H_g = 700$	t
$I_a \cos\gamma =$	0,07	m^4		

Il en résults:

$K_t = 4{,}65 \cdot 10^6\ t\,m^2$ $\qquad$ $K = 4{,}86 \cdot 10^6\ t\,m^2$

$K_a = 0{,}21 \cdot 10^6\ t\,m^2$ $\qquad$ $L_s = 148$ m .

Les poussées H_1 et H_1^* sont données par les expressions (7) et (12)

$$H_1 = 168 \text{ tm}^{-1}$$
$$H_1^* = 7{,}2 \text{ tm}^{-1} \quad .$$

Les chutes de poussée sont (13) et (11) :

$$\Delta H_o = -1{,}730 \text{ t}$$
$$\Delta H_o^* = -0{,}074 \text{ t} \quad .$$

Pour $t_o' - t_o = 2$ mois $= 0{,}167$ années, $\beta = 1^{-1}$ années et $\alpha = 3$, la relation (17) donne:

$$\Delta H_\infty = \Delta H_o \ . \ 0{,}8462 \ . \ 0{,}95 = 0{,}8 \ \Delta H_o \ .$$

C'est à dire que la chute de poussée atteint presque la valeur ΔH_o que l'on vérifierait en regime élastique, si la voûte et la poutre etaient exécutées en même temps.

Dans le cas que l'on examine, sa valeur est $\Delta H_\infty = -1{,}39$ t. A la clé le moment positif maximum dû aux charges accidentelles est: $M_{max} = + 300$ tm., auquel on doit ajouter le moment

$$M_v = 1{,}39 \ . \ 26{,}1 = + 36 \text{ tm.}$$

5) ***Le fluage dans les ponts en arc-poutre (Risorgimento).***

L'axe de la voûte d'intrados est le funiculaire de son poids propre total g; pour cette raison, jusqu'au durcissement des tympans et du plancher d'extrados, autrement dit, de toute la superstructure, les efforts normaux dans la voûte sont:

$$N = \frac{H_g}{\cos \gamma}$$

Il n'y a aucune autre sollicitation dans tout le reste de la structure.

Soient t_o et t_o' les dates de durcissement du conglomérat de la voûte et de la superstructure. Pendant le temps élémentaire qui suit immédiatement t_o', il se produit dans la voûte des déformations de fluage ε_v incompatibles avec l'ensemble de la structure; il vient pour la section-type:

$$\varepsilon_v = \frac{\sigma}{E} \alpha \beta \, e^{-\beta (t'_o - t_o)} dt = \frac{H_g}{E A \cos \gamma} \alpha \beta \, e^{-\beta (t'_o - t_o)} dt \quad . \quad (20)$$

Pour la compatibilité, il faut que pendant le même temps dt, prennent naissance entre la voûte et la superstructure, des actions réciproques de caractère élastique; ces actions apparaissent en même temps que les déformations dûes au fluage, mais il est plus commode pour le dévelop-

pement du raisonnement de séparer les deux phénomènes, en partant du principe de superposition.

Pour cela on effectue d'abord (fig. 5) un coupe qui détache la voûte de la superstructure; les ε_v de la voûte sont ainsi libres de se produire. On introduit ensuit dans la structure des appuis empêchant tout déplacement; les actions réciproques, qui se développent entre la voûte et la superstructure pour rétablir la compatibilité, sont alors proportionnelles au poids propre g, car elles doivent provoquer dans la voûte des déformations élastiques égales et opposées aux ε_v (20) qui, à leur tour sont proportionnelles aux déformations élastiques provoquées par g. Des forces — gdk sur la voûte et + gdk sur l'appui rigide de la superstructure prennent ainsi naissance. On supprime ensuite les appuis que l'on avait introduit, ce qui équivaut à faire agir les forces + gdk sur la structure tout entière. Enfin, au temps $t_0' + dt$, la voûte (fig. 5c) supporte toute seule la part (1 — dk) g du poids propre g, tandis que la charge gdk est supportée par la structure entière.

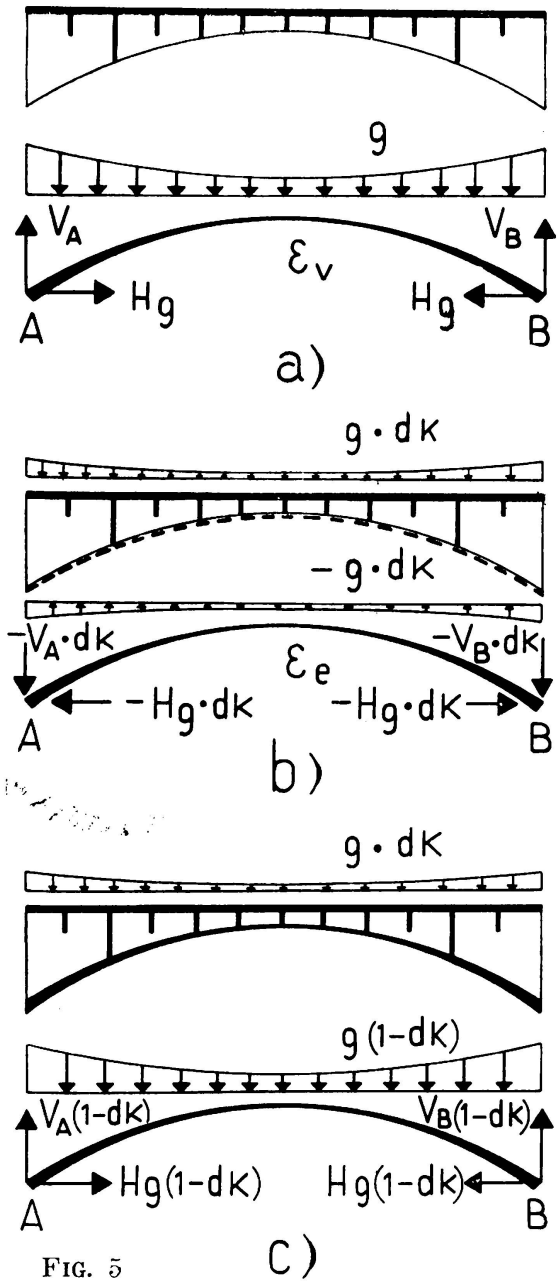

FIG. 5

Dans une deuxième période élémentaire de temps dt, succédant au temps $t_0' + dt = t''$ le phénomène ne peut plus se réduire à un simple schéma comme dans le premier cas; en effet, dans la voûte, aux tensions

$$\sigma_n = \frac{H_g\ (1 - dk)}{A \cos \gamma} \qquad (21)$$

proportionnelles à celles causées par g en régime élastique, vont venir s'ajouter les tensions σ_f, produites par les forces gdk agissant sur la structure entière (fig. 6).

Dans la section - type S, la période de temps dt qui succède à t'', on a donc les déformation de fluage indiquées dans la fig. 6b, c'est à dire, pour la voûte

$$\varepsilon_v = \left(\frac{H_g\,(1 - dk)}{EA \cos \gamma} + \frac{\sigma_f}{E} \right) \alpha \beta\, e^{-\beta\,(t'' - t_0)}\, dt \qquad (22)$$

et pour la superstructure

$$\varepsilon_v = \frac{\sigma_f}{E} \alpha' \beta \, e^{-\beta (t'' - t'_o)} \, dt \, . \tag{22}$$

Les discontinuités entre la voûte et la superstructure sont données par

$$d\,\varepsilon_v = \frac{H_g (1 - dk)}{E A \cos \gamma} \alpha \beta \, e^{-\beta (t'' - t_o)} \, dt \; +$$

$$+ \frac{\sigma_f}{E} \left(\alpha \beta \, e^{\beta t_o} - \alpha' \beta \, e^{\beta t'_o} \right) e^{-\beta t''} \, dt = d\,\varepsilon_{vn} + d\varepsilon_{vf} \, .$$

Tandis que les $d\varepsilon_{vn}$ sont proportionelles aux déformations élastiques provoquées par g sur la voûte, les $d\varepsilon_{vf}$ ne suivent pas cette règle; les actions intérieures capables de provoquer des déformations élastiques égales et opposées aux ε_v (22) ne sont plus proportionelles à g.

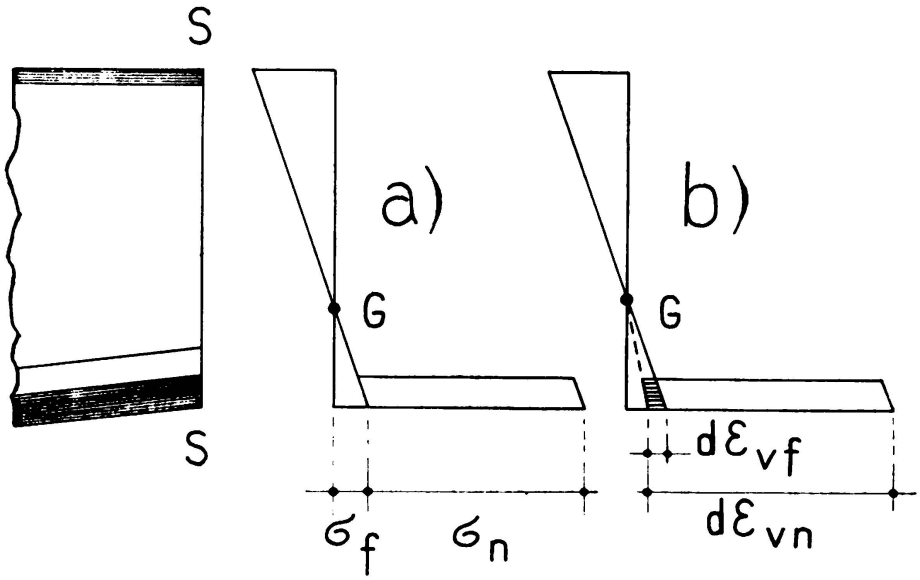

FIG. 6

Pourtant, en général α et α' sont peu différents, et le temps t_o' est très proche de t_o; on peut donc négliger $d\,\varepsilon_{vf}$ rélativement à $d\,\varepsilon_{vn}$.

Dans cet ordre d'approximation, le raisonnement développé par rapport à la première période de temps est également valable pour la deuxième et pour les suivantes.

Au temps t, la part de poids propre supportée par la voûte seule est (1 — k) g, et kg est celle supportée par la structure entière.

Dans la période de temps dt qui succède à t, on a

$$d\,\varepsilon_v = \frac{H_g (1 - k)}{E A \cos \gamma} \alpha \beta \, e^{-\beta (t - t_o)} \, dt \, ;$$

la charge supportée par la voûte diminue donc pendant le temps dt d'une quantité g . dk telle que

$$\frac{H_g\, dk}{E\, A \cos\gamma} = -\frac{H_g\,(1-k)}{E\, A \cos\gamma}\, \alpha\, \beta\, e^{-\beta\,(t-t_0)}\, dt\ . \tag{23}$$

d'où l'on tire:

$$d\,k = -\,(1-k)\,\alpha\,\beta\, e^{-\beta\,(t-t_0)}\, d\,t$$

$$\frac{d\,k}{k-1} = \alpha\,\beta\, e^{-\beta\,(t-t_0)}\, dt\ ;\ k = 1 + C\, e^{\alpha\,\beta\, e^{-\beta\,(t-t_0)}}\ .$$

Pour $t = t_0'$, $k = 0$; on en déduit

$$k = 1 - e^{\alpha\,\beta\left[e^{-\beta\,(t-t_0)} - e^{-\beta\,(t_0'-t_0)}\right]}\ .$$

Pour $t = \infty$,

$$k_\infty = 1 - e^{-\alpha\,\beta\, e^{-\beta\,(t_0'-t_0)}}$$

Dans le tableau suivant l'on a calculé les valeurs de k_∞ pour plusieurs valeurs de α et de la différence $t_0' - t_0$; β est égal à 1 année^{-1}

$t_0' - t_0$ \ α	3	2	1
0,2	0,915	0,804	0,560
0,3	0,892	0,772	0,523
0,4	0,866	0,738	0,488
0,5	0,838	0,702	0,457
0,7	0,775	0,613	0,394
1	0,667	0,518	0,310

On remarque que, sous l'effet des déformations dûes au fluage, une grande partie du poids propre initialement supportée par la voûte d'intrados seule, va se répartir sur la structure entière; pour de grandes valeurs de fluage ($\alpha = 3$) et des petites différences entre les dates de

durcissement de la voûte et des superstructures ($t_0' - t_0 = 0{,}2$ années), plus de 90 % du poids g vient solliciter asymptotiquement (en pratique après 3 à 4 années) la structure entière. On ne peut donc pas compter sur la voûte seule pour supporter de poids propre; il devient donc nécessaire de calculer la structure comme un arc-poutre, non seulement pour les charges accidentelles et les variations thermiques, mais aussi pour une fraction du poids propre, qui peut se déduire du tableau relatif au fluage du conglomérat et aux dates de durcissement des bétonnages.

RÉSUMÉ

Les auteurs considèrent les ponts du même genre que le pont «Risorgimento» à voûte préfabriquée et les ponts «Maillart» à poutre raidissante, et montrent que le fluage y modifie l'état de tension initial qui tend alors asymptotiquement vers l'état que l'on aurait dans les ponts construits en une seule opération.

Les auteurs donnent également les valeurs numériques se rapportant à des applications pratiques.

SUMMARY

The authors consider bridges of the same type as the «Risorgimento» bridge with pre-fabricated arch and «Maillart» bridges with stiffening-beam, and show that, in this case, creep modifies the initial stress conditions which, then, tend towards those of continuously-built bridges.

The authors also mention numerical values referring to practical applications.

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchungen an Brücken vom Typ «Risorgimento» mit vorgebautem Gewölbe und vom Typ «Maillart» mit Versteifungsträgern ergab eine Veränderung der ursprünglichen Spannungsverteilung durch die Viskosität. Diese Spannungsverteilung nähert sich asymptotisch derjenigen, welche bei gleichzeitiger Ausschalung des ganzen Bauwerkes eintreten würde.

Die Arbeit wird durch einige numerische Beispiele ergänzt.

RESUMO

Os autores consideram pontes do mesmo tipo que a ponte «Risorgimento», com arco prefabricado e pontes «Maillart» com viga de reforço, e mostram que, nestes casos, a fluência do betão modifica o estado de tensão inicial, aproximando-o então, assimptòticamente, do estado de tensão das pontes de construção contínua.

Os autores citam igualmente valores numéricos referentes a aplicações práticas.

Leere Seite
Blank page
Page vide