Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 27 (1901)
Heft: 20

Artikel: Note au sujet du calcul des ponts de chemin de fer en béton armé
Autor: Orpiszewski, J.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-22149

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: 18.07.2025

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

Si la charge considérée est répartie de a à b, nous aurons :

$$X'_{ab} = \int_a^b \frac{\eta}{r}\, p\, dx = \frac{p}{r}\int_a^b \eta\, dx.$$

L'intégrale $\int_a^b \eta\, dx$ n'est pas autre chose que la partie de la surface d'influence comprise entre les ordonnées d'abscisses a et b.

Si nous désignons respectivement par β_a et β_b les ordonnées d'abscisses a et b de la courbe intégrale $A_1 B_1$, nous aurons :

$$\int_a^b \eta\, dx = \mu\,(\beta_b - \beta_a)$$

μ étant la base d'intégration, d'où

$$X'_{ab} = \mu\, \frac{p}{r}\,(\beta_b - \beta_a).$$

Dans notre exemple, nous avons rapporté la surface $A_0\, c\, J\, B_0\, J\, c'\, A_0$ à l'axe horizontal $A_0\, B_0$ en doublant ses ordonnées pour plus d'exactitude ($A_0\, c''\, B_0$).

La ligne d'influence pour charges uniformément réparties $A_1\, B_1$ a été obtenue en intégrant la ligne $A_0\, c''\, B_0$ avec une base d'intégration égale à 20 centimètres.

Il nous reste à déterminer la courbe des efforts tranchants et celle des moments fléchissants relatives au cas de charge suivant, choisi d'une façon quelconque (voir la figure):

1) Charge uniforme de 400 kg par mètre linéaire répartie sur toute la portée $A\, D$;

2) Charge uniforme de 300 kg par mètre linéaire répartie de part et d'autre de C sur une longueur totale de 3,46 mètres ;

3) Charge isolée de 500 kg entre A et B ;

4) Charge isolée de 110 kg entre B et C.

En introduisant les valeurs numériques dans les formules relatives à X' et X'', nous obtenons :

$$X_1' = X_1'' = \mu\,.\,\frac{p}{r}\,(\beta_b - \beta_a) =$$

$$\frac{0{,}20 \text{ m} \times 400 \text{ kg} \times 4{,}95 \text{ cm}}{4{,}85 \text{ cm}} \times 20 \text{ (échelle du tracé)}$$

$$X_1' = X_1'' = 1630 \text{ kg.}$$

$$X_2'\mu\,.\,\frac{p}{r}\,(\beta_h - \beta_a) =$$

$$\frac{0{,}20 \text{ m} \times 300 \text{ kg}}{4{,}85 \text{ cm}}\,(5{,}10 \text{ cm} - 4{,}65 \text{ cm})\, 20 = 111 \text{ kg}$$

$$X_3' = \frac{P\eta}{r} = \frac{500 \text{ kg} \times 3{,}55 \text{ cm}}{4{,}85 \text{ cm}} = 366 \text{ kg.}$$

$$X_4' = \frac{P\eta}{r} = \frac{110 \times 1{,}30}{4{,}85} = 29{,}5 \text{ kg.}$$

$$X' = X_1' + X_2' + X_3' + X_4' = 2.136 \text{ kg.}$$

$$X_2'' = \frac{0{,}20 \times 300}{4{,}85}\,(4{,}65 - 0{,}90)\, 20 = 927 \text{ kg.}$$

$$X_3'' = \frac{500 \times (-0{,}6)}{4{,}85} = -62 \text{ kg.}$$

$$X_4'' = \frac{110 \times 4{,}3}{4{,}85} = 97{,}5 \text{ kg.}$$

$$X'' = X_1'' + X_2'' + X_3'' + X_4'' = 2.592 \text{ kg.}$$

Nous sommes ramenés au calcul d'une poutre simple reposant librement sur ses 2 extrémités. Comme nous n'avons que des charges isolées et des charges uniformément réparties, la ligne des efforts tranchants se composera uniquement de droites.

Dans notre exemple, nous l'avons tracée à l'échelle de 3 cm par 1000 kg ($T_0\, T'$).

Il nous reste à déterminer l'axe des abscisses $O\, O'$ de cette dernière ligne ou ce qui revient au même, les réactions des appuis A et D.

Pour cela, nous traçons la courbe intégrale $T_0\, T''$ de $T_0\, T'$ et, à partir de T'', la ligne intégrale de l'horizontale passant par T'. Le point d'intersection L de cette dernière ligne intégrale avec la droite $T_0\, T$ est, d'après ce que nous avons vu précédemment au sujet des centres de gravité, un point de la résultante des forces agissant sur la poutre $A\, D$.

Nous aurons donc :

$$T\,T' \times L\,T = T\,O' \times T_0\,T = T_0\,O \times T_0\,T$$

d'où

$$T_0\,O = T\,O' = \frac{T\,T' \times L\,T}{T_0\,T}.$$

Enfin, la courbe des moments fléchissants a été obtenue en intégrant la courbe des efforts tranchants avec une base d'appareil égale à 2,5 cm.

Une ordonnée de 1 centimètre de la courbe des moments fléchissants représente donc :

$$1 \text{ cm ordonnée} = \frac{2{,}5 \text{ cm} \times 20}{3 \text{ (cm p. 1 t)}} = \frac{50}{3}\, \text{t} \times \text{cm.}$$

Le problème est ainsi complètement résolu.

Je termine ici cette première publication dont le seul but était, comme je l'ai dit au début, de faire connaître l'intégraphe Abdank Abakanowicz et quelques unes de ses applications à la statique ; j'aurai l'occasion de revenir dans la suite sur la résolution de quelques problèmes spéciaux.

Qu'il me soit permis, en terminant, de remercier ici Monsieur le professeur W. Ritter, pour les conseils éclairés qu'il m'a prodigués au cours de cette première étude.

Note au sujet du calcul des ponts de chemin de fer en béton armé

Dans l'ordonnance fédérale concernant le calcul, l'inspection et l'épreuve des ponts et des charpentes métalliques, du 19 août 1892, le Conseil fédéral prescrit que pour le calcul des petits ponts, jusqu'à 1500 m d'ouverture, la surcharge sera majorée de :

$$2\,(15 - l)\,\%$$

l étant la portée de l'ouvrage exprimée en mètres.

Cette prescription a pour but, en augmentant la surcharge pour laquelle se calculent les petits ouvrages, d'augmenter leur masse afin de mieux amortir les vibrations et les chocs produits par le passage des trains ; c'est parfaitement juste. En effet, sous l'influence de la charge roulante, les traverses de la voie courante s'enfoncent toujours quelque peu dans le ballast, tandis que celles placées sur les tabliers métalliques, et surtout celles des extrémités qui reposent sur les culées, ne changent presque pas de niveau ; au passage de la charge des unes aux autres il y aura donc toujours une légère dénivellation, quelque bien entretenus que soient les abords de l'ouvrage, et par conséquent un choc. Ce choc est d'autant plus nuisible à l'ouvrage que ce dernier est plus petit et partant plus léger ; il est donc très logique, du moment où l'on est obligé de construire des ponceaux métalliques de faible portée, d'en augmenter autant que possible la masse et la résistance.

Mais les choses se présentent différemment lorsqu'il s'agit d'ouvrages en béton armé. Là le choc est supprimé, puisqu'on pose la voie sur une couche de ballast qui recouvre la dalle comme sur les ouvrages maçonnés. En outre la masse d'un tablier en béton armé est toujours bien supérieure, même en ne le calculant pas avec une surcharge majorée, que ne serait celle d'un tablier métallique de même portée. La majoration de la surcharge ne nous paraît donc pas plus justifiée ici que pour un ouvrage en maçonnerie (1).

Si l'expérience ne nous a pas renseignés encore de quelle manière les poutres en béton armé sont appelées à périr un jour, et qu'au fond la théorie n'ait pas encore réussi non plus à expliquer complètement leur résistance, nous pouvons cependant supposer d'après leur constitution, et sans crainte de nous tromper beaucoup, quel est surtout le danger qui les menace.

Les poutres et les dalles en béton armé étant composées de barres de fer ou d'acier qui supportent la majeure partie des efforts de tension auxquels est soumis tout solide résistant à la flexion, et de béton qui supporte les efforts de compression, forment néanmoins un tout ; ce tout doit travailler comme une seule pièce dont la partie inférieure aurait seulement un coefficient de résistance différent de celui de la partie supérieure. Ce qu'il faut donc éviter dans ces ouvrages c'est la dissociation de ces deux parties, que tous les inventeurs des nombreux systèmes de béton armé, ont cherché à rendre aussi solidaires que possible. Or, il est clair qu'une des principales causes qui peuvent amener cette dissociation, ce sont les oscillations et les mouvements. Sous l'influence d'une charge statique ou constante, le solide en béton armé, soumis à la flexion, prendra une certaine flèche qui paraît devoir rester constante au bout d'un certain temps, comme le montrent les expériences. Mais avec les charges variables ou momentanées, il est évident que, même sans dépasser la limite d'élasticité des matériaux qui le composent, ce même solide, sous l'influence des charges et des décharges successives, prendra et perdra alternativement une certaine flèche aussi ; or, cette flèche ne peut se produire sans que le mouvement même ne tende à rompre l'adhérence du fer avec le béton et à faire glisser les barres et les étriers dans leur gaine.

Il va de soi que dans le calcul, il faudra tenir compte de cette adhérence ; elle a été mesurée, et M. Elskes, ingénieur, a donné des détails à ce sujet dans son intéressant mémoire sur les expériences faites récemment en Italie par le professeur Guidi (voir *Bulletin technique* n°s 16, 17 et suivants). Mais il résulte néanmoins, que pour ces ouvrages soumis à la flexion, il faut surtout chercher à diminuer la flèche en augmentant la raideur.

Pour les petits ouvrages la hauteur des poutres étant toujours assez grande proportionnellement à leur portée pour des raisons de construction (il faut en effet que les étriers, hélices, etc., aient une certaine dimension et soient noyés entièrement dans le béton) la flèche est généralement presque imperceptible ; ce n'est donc pas pour ceux-ci qu'il nous paraît nécessaire de majorer la surcharge, mais plutôt si l'on veut la majorer, pour les portées d'une certaine dimension soumises aux charges roulantes ou variables, car c'est à celles-là qu'on ne donne pas toujours une raideur suffisante.

Si nous remarquons qu'au delà de 14 à 15 mètres de portée, les poutres en béton armé ne présentent plus guère d'économie sur les constructions purement métalliques, et qu'au-dessous de 2 à 3 m de portée, la flèche devient pour ainsi dire nulle, il nous paraît qu'il serait plus logique, au lieu d'appliquer la formule de majoration de la surcharge imposée pour le calcul des ouvrages métalliques, de prescrire plutôt pour le cas de poutres ou de dalles en béton armé, soumises à des surcharges mobiles ou variables, une majoration donnée par :

$$a\,(l - 2)\,\%$$

l étant aussi ici la portée exprimée en mètres et a un coefficient numérique à fixer par quelques expériences ; ou toute autre formule analogue mais qui oblige à augmenter le moment d'inertie et à diminuer le plus possible la flèche.

J. Orpiszewski, ingénieur.

(1) L'ordonnance fédérale parle aussi des longerons des grands ponts ; il est clair que si l'on voulait faire des dalles en béton armé recouvertes de ballast et supportées par un tablier métallique, le même raisonnement serait applicable mais à notre avis, ce serait une fâcheuse combinaison ; nous croyons qu'il faut faire des ouvrages entièrement métalliques ou entièrement en béton armé, et sommes opposés aux systèmes mixtes, quoiqu'ils aient été parfois proposés par des personnes très compétentes en matière de construction.

Tunnel du Simplon

Etat des travaux au mois de septembre 1901

Galerie d'avancement		Côté Nord Brigue	Côté Sud Iselle	Total
1. Longueur à fin août 1901 . .	m.	5554	4228	9782
2. Progrès mensuel.	»	179	169	348
3. Total à fin septembre 1901 . .	»	5733	4397	10130
Ouvriers				
Hors du Tunnel				
4. Total des journées.	n.	15241	14525	29786
5. Moyenne journalière.	»	565	517	1082
Dans le Tunnel				
6. Total des journées.	»	32955	28102	61057
7. Moyenne journalière.	»	1202	993	2195
8. Effectif maximal travaillant simultanément	»	480	400	880
Ensemble des chantiers				
9. Total des journées.	»	48196	42627	90823
10. Moyenne journalière.	»	1767	1510	3277
Animaux de trait				
11. Moyenne journalière.	»	19	21	40

Renseignements divers

Côté nord. — La galerie d'avancement a traversé les schistes cristallins. Le progrès moyen de la perforation mécanique a été de 5,97 m par jour de travail. Les eaux provenant du tunnel comportent 109 l à la seconde.

Côté sud. — La galerie d'avancement a quitté le gneiss d'Antigorio au km 4,325 pour entrer dans le calcaire sacharoïde et les micaschistes calcaires. Le progrès moyen de la perforation mécanique a été de 5,63 m par jour de travail. On a rencontré, au km 4,396, une forte source de 90 l à la seconde. Les eaux provenant du tunnel comportent 290 l à la seconde.

IMPRIMERIE SUISSE, RUE DU COMMERCE, 6, GENÈVE