Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 74 (1948)

Heft: 16

Artikel: Les pylônes en tubes d'acier remplis de béton de Motor-Columbus S.A., Baden

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-56030

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: 09.07.2025

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

exact que dans la mesure où les hypothèses mises à sa base le sont aussi ».

Ce jugement date désormais, et l'on admet aujourd'hui plutôt une collaboration des deux moyens d'investigation, qu'un choix à faire entre eux. C'est pourquoi la présence à l'Ecole polytechnique d'un laboratoire de statique et sa fréquentation par les élèves est considérée actuellement comme nécessaire à la formation des futurs ingénieurs civils, qui auront l'occasion plus tard de faire appel à ses lumières, capables de faire apparaître l'effet des contingences inaccessibles au calcul de la structure générale ; le modèle confirme, dans le cas habituel, la validité de l'étude théorique et l'influence des contours ; il signale, à l'occasion, des effets contradictoires aux attentes du calculateur, qu'il pousse ainsi à vérifier les bases de sa méthode ; ce qui n'est pas toujours facile. Par exemple, l'effet des nœuds est essentiellement différent selon qu'on examine le croisement des axes ou la masse compacte formée par la rencontre des barres pleines des cadres et des poutres ajourées en béton armé.

Le calcul le plus soigneux ne résoud donc les inconnues du problème, que dans la mesure où ses bases sont conformes aux constantes de l'ouvrage ; c'est à cette condition qu'il peut, comme l'a dit M. *Brice*, « définir un domaine dans lequel se trouve l'exacte vérité. La précision du calcul ne peut dépasser l'exactitude de nos connaissances. »

Le choix du système principal, que l'ingénieur prendra comme base du départ de son étude par l'élasticité, peut jouer un rôle essentiel dans l'exactitude des résultats finals. Les grandeurs hyperstatiques, qu'il introduit ensuite, étant des corrections que l'élasticité apporte aux résultats de l'équilibre du système simplifié, c'est dans leur évaluation que se glissent facilement des erreurs. Dans le calcul par approximations successives auquel conduisent les liaisons surabondantes, l'idéal serait que la nature du système principal réduise au minimum les corrections à lui apporter, et que ces corrections soient elles-mêmes en nombre aussi petit que possible ; l'emploi des cas de charge symétriques et antimétriques de la poutre ajourée Vierendeel en est un exemple typique.

Les conditions hyperstatiques s'expriment en général par des déformations élastiques ; les inconnues sont alors des moments. Il arrive toutefois que la rapidité de la résolution se trouve dans le choix comme inconnues des rotations aux nœuds, s'ils sont complexes ; les conditions sont alors les moments de flexion, qui les produisent et qui réalisent entre eux un équilibre élémentaire. L'avantage de cette méthode, antithèse du calcul habituel par les élastiques, ressort du fait que le point de croisement de deux barres continues supporte quatre moments inconnus, dont l'effet se traduit par une rotation unique. Eviter le travail inutile permet à l'ingénieur de se consacrer à des études plus fructueuses, celles de variantes en particulier ; il suffit alors d'une idée heureuse pour le mettre en tête du concours.

Le progrès de la forme se subordonne ainsi toujours plus intimement à celui de la science des constructions.

Ces formes se développent au fur et à mesure des besoins ; elles entraînent à leur tour le calcul théorique, qui peut de moins en moins se contenter d'approximations ; l'ingénieur doit approfondir les problèmes autant que le permet l'état actuel de la science. Il doit pour cela disposer des moyens matériels indispensables : la connaissance, la liberté et le temps nécessaire à la réflexion ; c'est ainsi qu'il pourra porter l'entière responsabilité de ses ouvrages.

Etabli maître d'un domaine limité du vaste champ de travail, qu'est un ouvrage du génie civil ou du bâtiment, l'ingénieur y rencontrera les volontés complémentaires, ou quelquefois contradictoires, de l'architecte, de l'ingénieur mécanicien ou d'autres intéressés. Il devra entrer dans l'équipe pour y résoudre en commun, de la manière le plus harmonieuse possible, les problèmes multiples de la construction ; chacun des collaborateurs doit agir selon son point de vue professionnel en respectant celui de ses confrères, en vue d'utiliser au mieux le matériau monolithe, qui doit devenir partie intégrante de l'ensemble de l'ouvrage.

Les problèmes posés sont en effet multiples, et deviennent souvent difficiles à résoudre. L'approche des limites du possible, telles que les conditionnent les matériaux dont nous disposons et notre manière de les employer, force à déchiffrer profondément le faisceau complexe des solidarités intérieures, dont la résultante doit profiter à l'harmonie du système, donc à son économie prise dans la plus haute acception du terme.

Le béton armé peut réaliser tout ce qu'on demandera raisonnablement de lui ; mais il a un caractère propre, qui s'affirme désormais et qu'il convient de respecter. La simplicité des lignes de la construction moderne y parvient sans peine, car elle souligne l'unité de structure du matériau homogène ; c'est un élément de beauté, que l'expérience de la vie fait apprécier à mesure que s'affirme la personnalité des auteurs de l'œuvre commune.

Les pylônes en tubes d'acier remplis de béton

de Motor-Columbus S. A., Baden

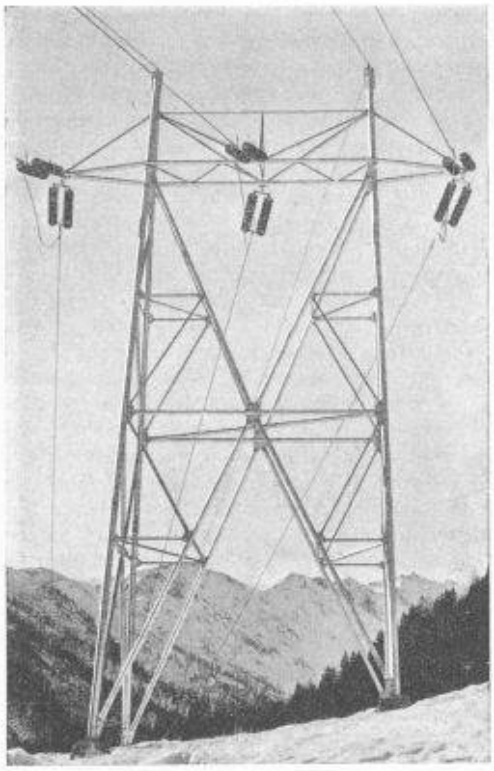
La S. A. d'Entreprises électriques Motor-Columbus qui, depuis plus de cinquante ans a projeté, financé, et dirigé la construction de nombre de centrales et réseaux électriques, a voué depuis 1913 une attention particulière à l'établissement de lignes de transmission d'énergie à haute et très haute tension et a acquis dans ce domaine une large expérience. On sait que cette société a créé, par exemple, avec le concours de l'industrie céramique, un isolateur à fût massif connu sous le nom d'isolateur Motor.

Soucieuse de réduire le coût des lignes à haute tension et frappée par le fait que l'acier nécessaire à la construction des pylônes en treillis de profilés était le plus souvent fort mal utilisé, travaillant parfois seulement au quart ou au cinquième de la sollicitation maximum admissible, Motor-Columbus a développé un nouveau genre de construction pour les pylônes en utilisant des *tubes d'acier remplis de béton*.

On sait que, contrairement au profil des cornières, le profil circulaire des tubes est celui qui est le mieux adapté à la résistance au flambage. C'est pourquoi l'on avait déjà réalisé des pylônes en tubes d'acier vides, mais leur coût était élevé. L'idée originale d'un des ingénieurs de Motor-Columbus a été d'employer des tubes remplis de béton dont la résistance au flambage est bien plus élevée. On peut dès lors calculer à la traction seule les sections métalliques, tandis que pour les efforts de compression et de flambage, on tient compte de la résistance de l'ensemble acier-béton. Ainsi, les longueurs de flambage peuvent être choisies beaucoup plus grandes que pour les fers cornières ou les tubes vides, ce qui a pour effet de réduire considérablement le nombre des éléments de construction, et, partant, le poids d'acier des pylônes [1].

[1] L'essai au flambage décrit ci-après donne une idée frappante de l'importance des économies possibles.

Un tube soudé de 4 m de longueur, 200 mm de diamètre et 3,5 mm



Pylône d'amarrage
de la ligne 150 kV du col de Nufenen[2] (Suisse).

Des calculs comparatifs établis pour divers types de lignes ont montré que, pour les conditions actuelles en Suisse, l'économie sur les pylônes seuls est de 30 à 40 % ; pour l'ensemble de la ligne, elle est de 15 à 20 %.

Désireuse de faire connaître au dehors ce nouveau mode de construction, Motor-Columbus avait invité une centaine d'ingénieurs étrangers, de quatorze nations différentes, à venir assister, les 5 et 6 juillet, à des essais de résistance et des démonstrations de montage, puis à visiter, le 7 juillet, quelques lignes terminées. Ces journées faisaient immédiatement suite à la session de 1948 de la Conférence internationale des Grands Réseaux électriques (C. I. G. R. E.) à Paris, où fut présenté par M. Vögeli, ingénieur en chef chez Motor-Columbus, un rapport sur le nouveau procédé de construction des pylônes, procédé dont il est le promoteur.

La journée du 5 juillet fut consacrée à des essais de torsion sur un pylône 380 kV à 2 ternes (6 conducteurs), du type de pylône terminal d'arrêt de la ligne Amsteg-Mettlen. Ces essais eurent lieu à Gösgen, devant le bâtiment de la centrale hydro-électrique, dont le pont roulant fournissait l'effort de traction nécessaire. Le pylône d'essai, en tubes d'acier remplis de béton, de 22,36 m de hauteur, portait deux consoles, l'une à 10,90 de haut, de 15 m de saillie depuis l'axe du pylône, et l'autre à 19,80 m, de 10 m de saillie. A l'extrémité de chacune de ces consoles était appliquée la même force de traction horizontale. Au premier essai, le pylone supporta 14 t sur chaque bras, sans montrer de déformation permanente appréciable. Au deuxième essai, la console inférieure se rompit au moment où la force appliquée sur chacune des extrémités des consoles dépassait 17 t.

Le lendemain, les invités furent conduits sur différents chantiers de construction de la ligne Amsteg-Mettlen, notamment aux environs de Sisikon, d'Attinghausen, et d'Erstfeld, où ils purent étudier tout à leur aise, grâce aux explications fournies par les ingénieurs de Motor-Columbus, les détails de construction et de montage des pylônes.

Les différents éléments de ce nouveau système ont été longuement étudiés, puis soumis à des essais de laboratoire. Citons, entre autres, les manchons terminaux des tubes, avec bride d'attache double ; les goussets ; les manchons de raccord des tubes, qui ne sont ni vissés, ni soudés, mais emboîtés puis rendus parfaitement rigides par un joint en métal coulé par des orifices spéciaux. Les tubes de grosse section formant les montants sont remplis de béton une fois montés, par le haut. Le béton, dont la granulométrie et la consistance sont soigneusement déterminées, tombe en chute libre dans le tube, puis est tassé par vibration, produite par un vibrateur fixé sur le montant. Les tubes plus courts et de section plus faible, comme les diagonales et les entretoises, sont remplis de béton à l'avance en atelier. Le montage est plus simple et rapide que celui des pylônes à treillis en cornières, même dans des endroits difficiles d'accès.

Les participants à ces démonstrations ont remporté l'impression que ce nouveau mode de construction de pylônes est appelé à connaître un développement très intéressant. Félicitons les dirigeants de Motor-Columbus pour l'excellente organisation de ces journées, où les constructeurs de lignes de transport d'énergie de diverses nations, s'ils n'ont remporté de la Suisse qu'une image brouillée par une pluie incessante, ont pu au moins nouer des relations précieuses et enrichir leur expérience technique[3]. Sw.

d'épaisseur pèse au mètre 17 kg ; s'il est vide, sa résistance au flambage est de 52 t. Une fois le tube rempli de béton, la résistance au flambage s'élève à 140 t. Pour résister à cette même charge de 140 t avec la même longueur de flambage de 4 m, il faudrait un fer cornière de 200 × 200 × 20 mm, dont le poids au mètre est 60 kg. Dans ce cas, l'économie d'acier est donc de 43 kg au mètre, c'est-à-dire 72 % du poids de la cornière.

Des économies de cet ordre de grandeur ont pu être réalisées aussi lors de la construction de lignes. Un tronçon de 12 km de la ligne alpine à 150 kV du col du Nufenen, construite en 1946, est équipée de pylônes en tubes d'acier remplis de béton. Le poids moyen d'acier par km de ligne est d'environ 7,5 t, alors qu'il aurait été d'environ 21,5 t si la ligne avait été équipée de supports en fers cornières. Ceci représente une économie de 65 %. Ces chiffres montrent que l'économie d'acier est de conséquence.

(Extrait de la brochure : « Les pylônes en tubes d'acier remplis de béton », éditée par Motor-Columbus S. A., à Baden).

[2] Un pylône d'alignement est représenté à la fig. 7 de l'article paru dans nos colonnes, N° 10 du 8 mai 1948 (« La ligne Mörel-Airolo à 150 kV de la Rhonewerke A. G.).

[3] La place nous étant limitée, nous n'avons pu nous étendre sur certaines particularités de construction et sur le détail des essais. Les lecteurs que cela intéresse pourront les trouver dans un des prochains numéros du « Bulletin de l'Association suisse des Electriciens ».

DIVERS

Institut Suisse de Rome — Academia Helvetica

Les Suisses intéressés aux lettres et aux arts, ceux qui vivaient à Rome et ceux qui y passaient, ont très souvent regretté que leur pays, à l'instar du plus grand nombre des pays de l'Europe, n'ait pas à Rome un centre d'études à l'usage des universitaires et des artistes suisses. Bien que nos compatriotes aient bénéficié toujours d'une hospitalité très large dans les écoles étrangères, en particulier dans les écoles françaises en Europe et en Orient, le fait que leur pays était un des seuls à ne posséder aucun Institut des Sciences morales et des Beaux-Arts en dehors de ses frontières, apparaissait en désaccord avec l'activité et les ressources intellectuelles de la Suisse.

Cette lacune vient enfin d'être comblée. La Contessa Maraini vient de faire don à la Confédération de sa magnifique villa, située au centre de Rome et qui va devenir, sur