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

Band: 6 (1960)

Artikel: Rapport général

Autor: Wästlund, Georg

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-6997

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: 12.07.2025

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

deformations which remain in structures that, after positioning of prefabricated elements, are connected by means of flexurally rigid or articulated joints so as to form load-bearing systems. As is generally known, creep and shrinkage cause a redistribution of shearing forces, whose practical effects are demonstrated in the report. The fundamental theoretical considerations on this subject are briefly touched upon, and a comparison is made between the results of various investigations."

Furthermore, the author has also treated at some length a construction system which has not previously been mentioned in this General Report, and which is characterised by the fact that "the structure is prefabricated in part only, in that the prefabricated elements are assembled, and are then supplemented with cast-in-situ concrete".

The fundamental theoretical considerations which the author has used as a point of departure are in the main based on *Dischinger*'s formulæ. It would be very interesting to find out whether and to what extent the knowledge gained from recent research in materials leads to results which deviate from the above-mentioned theoretical considerations.

Finally, G. HERRMANN has made in his report a theoretical study of the effect produced by creep of concrete on the instability of compressed plates. For this purpose, he has assumed that the creep (the visco-elastic deformations) under constant stress can be expressed by a function which agrees in principle with *Dischinger*'s formula. The author has come to the conclusion that if the load is lower than the value which corresponds to elastic buckling under short-time loading, but exceeds a certain definite threshold value, buckling occurs after a certain definite, longer or shorter lapse of time (critical time or life-time).

With a view to further elucidation of this problem, it would be of interest to utilise the recent knowledge derived from research in materials in order to study the increase in additional moments as a function of the time in plates and columns having certain imperfections, e. g. in the form of initial curvature or eccentric loading.

Rapport général

Des éléments préfabriqués ont été utilisés sur une grande échelle dans la construction des ponts, des bâtiments industriels et des maisons d'habitation, surtout au cours de la dernière décade.

Dans une revue des questions dont doit s'occuper ce congrès, il peut être utile de considérer les problèmes posés sous l'aspect de leurs rapports mutuels.

A cet effet, quelques-uns des problèmes qui paraissent particulièrement d'actualité au point de vue de l'usage des éléments préfabriqués sont effleurés dans ce qui suit.

Tout d'abord, il est à noter que la signification du terme «éléments préfabriqués» est discutable. En effet, faut-il stipuler qu'un élément préfabriqué, tel qu'il est au moment de sa livraison d'une fabrique au chantier de construction, doit avoir atteint la résistance qu'il est tenu à posséder comme élément fini de l'ouvrage, par ex. une résistance qui correspond à une période normale de durcissement de 28 jours? Ou faut-il prescrire seulement que l'élément préfabriqué doit avoir atteint une résistance telle qu'il puisse être transporté? Quelles que soient les réponses à ces questions, on peut affirmer, en tout cas, que le constructeur ou le fabricant est obligé à donner des renseignements sur les points suivants, à savoir: en premier lieu, quels procédés de levage et de transport doit-on utiliser pour un élément donné, et en second lieu, quelle est la résistance qui est requise afin que l'élément puisse être transporté. En outre, ces questions sont importantes également parce qu'il est nécessaire de décider qui doit être responsable quand il s'agit de garantir que la résistance de l'élément préfabriqué sera suffisante dans l'ouvrage fini.

La question de sécurité sera traitée dans le cadre du Thème IV au présent congrès. Toutefois, dans cet ordre d'idées, il y a lieu d'insister sur le fait que la sécurité au cours du transport et du levage est extrêmement importante pour les raisons suivantes. Premièrement, il a été constaté que les fers de liaison enrobés dans le béton perdent parfois leur adhérence parce que le béton n'a pas atteint une résistance suffisante. Deuxièmement, on a observé de temps en temps que les fers de liaison ou les œillets de suspension sont déformés plusieurs fois pendant le transport et qu'ils se brisent ensuite, de sorte que l'élément de construction en question peut tomber et causer des dégâts. C'est pourquoi il faut apporter le soin le plus vigilant dans le choix des matériaux pour les œillets de suspension, et dans leur manipulation au cours du transport et de l'assemblage.

Un autre problème spécial qui concerne la sécurité a trait à la stabilité élastique des éléments de construction. Ce problème se pose principalement pendant le levage, mais il se rencontre aussi dans les ouvrages finis. Le problème en question a été traité dans une publication récente par M. Lebelle [1]. L'auteur fait remarquer que les différentes imperfections possibles de l'exécution jouent un rôle important dans cet ordre d'idées. Pour citer quelques exemples de ces imperfections, on peut mentionner le cas où l'âme d'une poutre est légèrement fléchie dans la direction longitudinale de la poutre, ou le cas où l'âme se voile, c'est-à-dire dévie irrégulièrement du plan central théorique. La manipulation imprudente des éléments préfabriqués peut aussi occasionner leur déversement latéral.

En règle générale, les conditions prescrites pour la précision dimensionnelle des éléments utilisés pour les ouvrages composés préfabriqués doivent être

plus sévères que les conditions analogues dans le cas des constructions en béton coulé en place. Il s'ensuit que la précision, la rigidité et la durabilité des moules pour les éléments préfabriqués doivent également répondre à des conditions plus rigoureuses. De plus, la précision dimensionnelle stipulée pour la confection des éléments préfabriqués dans l'usine doit être adaptée d'une manière judicieuse à la précision requise pour la réalisation de certaines dimensions spécifiées sur le chantier.

Les *moyens d'assemblage* employés pour le montage des éléments préfabriqués dans une construction constitue un problème particulièrement important. Les conclusions relatives au Thème VI du Congrès de l'AIPC à Lisbonne contiennent le passage suivant, entre autres: «L'expérience acquise sur les ouvrages déjà réalisés montre que les joints entre éléments préfabriqués peuvent être très dangereux et même donner lieu à des effondrements. Il est souvent nécessaire de renforcer de tels joints, pour obtenir des ouvrages monolithiques.» Cette question doit être discutée d'une façon plus détaillée au Congrès de Stockholm, voir plus bas.

Une autre question importante qui doit être discutée en particulier est la *redistribution des contraintes due au fluage*. Dans les conclusions susmentionnées du Congrès de Lisbonne, on a également souligné le besoin urgent d'élucider cette question par des recherches plus avancées. Voici le texte des conclusions du Thème VI: «Dans les ouvrages en béton armé où différentes parties de la section ne sont pas bétonnées simultanément, il se produit une importante redistribution des contraintes, par suite du retrait, du fluage et de la déformation plastique du béton et, dans une certaine mesure également, du fluage que subit l'acier lui-même. Des problèmes semblables se posent dans le domaine du béton précontraint et dans celui des ouvrages mixtes. De tels effets ont été étudiés au cours des dernières années et dans de nombreux cas, il est maintenant possible de les prévoir par le calcul. Il est néanmoins nécessaire de procéder à des recherches fondamentales plus poussées sur la nature et l'importance effective du fluage et de la déformation plastique de ces deux matériaux, ainsi que de procéder à de plus larges observations sur des ouvrages terminés.» Voir plus bas.

Moyens d'assemblage

L'ouvrage terminé est caractérisé à un haut degré par la résistance et la rigidité des joints.

Le procédé d'assemblage le plus primitif consiste simplement à poser les éléments préfabriqués l'un sur l'autre. Un ouvrage construit de cette manière est plus sensible aux surcharges et aux forces latérales alternées qu'un ouvrage monolithique. En outre, dans des circonstances défavorables, un ouvrage de ce genre peut s'écrouler progressivement si un seul de ses éléments portants est gravement endommagé.

Le meilleur moyen d'assemblage est celui qui assure un comportement monolithique de l'ouvrage. En principe, on doit chercher à réaliser de tels moyens. Cependant, en règle générale, il faut modérer cette condition dans quelque mesure. Cela veut dire que les joints constituent d'ordinaire des points vulnérables de l'ouvrage.

Dans une structure composée préfabriquée dont les éléments sont reliés entre eux par des moyens d'assemblage faibles, les excentricités de toutes sortes, c'est-à-dire celles des éléments préfabriqués eux-mêmes, de leur assemblage et de l'application des forces, jouent un rôle beaucoup plus important que dans un ouvrage monolithique. Dans une construction du premier type, les contraintes additionnelles peuvent atteindre une grandeur considérable, alors que de telles contraintes dans un ouvrage monolithique sont ordinairement négligeables. De plus, des contraintes additionnelles se produisent par suite de la redistribution des contraintes qui a lieu graduellement quand l'assemblage des éléments préfabriqués s'effectue sur le chantier au moyen du béton coulé en place. Des phénomènes semblables se rencontrent aussi dans le cas des ouvrages qui sont construits entièrement en béton coulé en place. En outre, des points vulnérables peuvent se former aussi parce que le béton à l'état frais, qui est mélangé sur le chantier, se tasse par rapport aux éléments préfabriqués et pour la raison que le retrait de ce béton est retardé dans une certaine mesure. Cela peut conduire à la fissuration, et l'adhérence entre les bétons coulés antérieurement et postérieurement devient insuffisante. Puis, le durcissement du béton coulé en place peut aussi être retardé ou dérangé par des conditions météorologiques défavorables, par ex. par une basse température. Il est important de tenir compte de ces circonstances dans le calcul et l'exécution des moyens d'assemblage. Il doit être possible d'utiliser un des avantages des structures composées préfabriquées, avantage qui provient du fait que ce procédé de construction est en somme plus indépendant des conditions météorologiques que les procédés traditionnels plus anciens, puisque les travaux sont transférés, pour la plupart, du chantier dans les fabriques.

Il peut souvent être difficile de *contrôler* l'exécution effective des moyens d'assemblage. Cela est dû à la construction de ces moyens et au fait qu'ils sont concentrés dans les espaces les plus étroits. Pourtant, il devrait être possible de surmonter cette difficulté si l'on peut exercer les ouvriers à l'exécution de la construction suivant certains procédés spécifiés.

Dans chaque cas individuel, il faut examiner attentivement les limites jusqu'auxquelles il est nécessaire, au point de vue de la sécurité, de pousser les conditions auxquelles doivent satisfaire les joints monolithiques. A mesure que ces conditions deviennent plus sévères, l'exécution des joints devient plus compliquée, les dépenses augmentent et la durée de construction devient plus longue.

L'expérience accumulée et les résultats d'essais peuvent servir de base à l'établissement d'une série de recommandations et de prescriptions *détaillées*

pour le calcul et l'exécution des moyens d'assemblage. Ces questions ont été traitées par plusieurs auteurs dans les deux volumes publiés par les deux congrès internationaux qui se sont réunis à Dresde en 1954 et en 1957 pour discuter les ouvrages composés préfabriqués («Die Montagebauweise mit Stahlbetonfertigteilen und ihre aktuellen Fragen»). En particulier, on peut signaler la revue compréhensive et la discussion de telles prescriptions par M. W. HERRMANN [2].

M. E. LEWICKI [3] a résumé quelques conditions *générales* auxquelles doivent répondre les moyens d'assemblage. En outre, il a dressé une classification schématique des divers moyens d'assemblage. Une traduction française du passage correspondant de sa publication est reproduite dans ce qui suit.

«Les moyens d'assemblage doivent satisfaire aux conditions suivantes:

1. Faculté d'absorber correctement les sollicitations.
2. Préfabrication économique des éléments.
3. Transport et empilage simples des éléments préfabriqués.
4. Montage simple, notamment élimination des supports provisoires.
5. Stabilité, également au stade du montage.
6. Possibilité rapide de transmettre des sollicitations, afin d'augmenter la disponibilité de l'équipement mécanique utilisé pour le montage.

Les différents moyens d'assemblage qui s'emploient dans le monde entier peuvent être classifiés comme suit:

I. Moyens d'assemblage qui ne peuvent pas absorber de moments fléchissants.

1. Frottement.
2. Goujons.
3. Assemblages à boulons utilisant des boulons filetés en acier.

II. Moyens d'assemblage qui peuvent absorber des moments fléchissants.

4. Boulonnage au moyen de boulons en béton armé.
5. Boucles en saillie des armatures.
6. Recouvrement des barres d'armatures en saillie et enrobage subséquent de ces barres dans le béton.
7. Assemblages soudés des pièces saillantes en acier, à savoir:
   7.1. Barres d'armatures.
   7.2. Profilés ou pièces en tôle d'acier soudées aux armatures.
8. Assemblages à boulons servant à relier entre elles les pièces saillantes en acier qui sont soudées aux armatures.
9. Assemblages à clavettes.
10. Précontrainte.»

On pourrait établir une différence entre les moyens d'assemblage énumérés ci-dessus et les *jonctions* qui se présentent dans l'assemblage des dalles et des murs composés d'éléments préfabriqués. On peut prescrire, par exemple, que ces jonctions doivent être capables de transmettre des sollicitations qui agissent perpendiculairement sur la jonction ou parallèlement à sa direction longitudinale. De plus, on peut stipuler que ces jonctions doivent être imperméables à l'air et aux gaz (isolant aux sons aériens) et qu'elles ne doivent pas former de fissures préjudiciables.

Il semble que l'élaboration détaillée des recommandations pour les moyens d'assemblage des éléments préfabriqués et des conditions auxquelles doivent satisfaire ces moyens d'assemblage soit une question qui devrait être mise à l'étude par une Commission de Travail de l'AIPC.

Redistribution des contraintes due au fluage

La redistribution des contraintes dont il est question dans le passage tiré des conclusions susmentionnées du Congrès de Lisbonne est celle qui se produit dans une section en béton armé, qui se compose de bétons dont les âges et les propriétés sont différents.

D'autre part, le titre du présent chapitre, «Redistribution des contraintes due au fluage», a un sens quelque peu plus étendu. En premier lieu, ce titre se rapporte encore à la redistribution des contraintes dans une section qui se compose d'un élément préfabriqué et du béton coulé en place, et qui est soumise ou n'est pas soumise à l'action d'une charge extérieure ou d'une déformation forcée (Cas 1). En second lieu, ce titre se rapporte à la redistribution des contraintes qui se produit dans un ouvrage au cours du temps et qui résulte en un changement du comportement de la construction. Pour ce qui concerne les changements de ce dernier genre, on peut établir une différence entre deux cas. Premièrement, il y a le cas où un ouvrage est soumis à une charge donnée de longue durée (Cas 2). Deuxièmement, il y a le cas où un ouvrage est soumis à une déformation forcée donnée (Cas 3).

Sans aucun doute, une redistribution considérable des contraintes a lieu dans les cas 1 et 3. Cette redistribution des contraintes est due à une propriété rhéologique des matériaux béton et acier, propriété qui est connue sous le nom de relaxation des contraintes.

Par contre, on peut se demander, si le cas 2 est applicable d'une manière quelconque à une construction hyperstatique, par exemple, c'est-à-dire si une redistribution appréciable des contraintes se produit au cours du temps dans une telle construction sous l'action d'une charge constante. Dans les constructions élancées qui sont sollicitées à la compression excentrée, par exemple dans les colonnes et les plaques, les moments additionnels qui sont causés par la flèche peuvent être augmentés par suite des déformations de longue durée.

Les problèmes qui se posent dans cet ordre d'idées sont très difficiles. En principe, leur domaine d'application s'étend bien au-delà de la sphère des seules structures composées préfabriquées. Ainsi, les mêmes problèmes se rencontrent dans le traitement de toutes sortes d'ouvrages en béton précontraint et d'ouvrages mixtes. Si l'on veut élucider ces problèmes, il est nécessaire de prendre les propriétés rhéologiques des matériaux comme point de départ.

Les propriétés rhéologiques du béton ont été discutées au Symposium de la RILEM à Munich en novembre 1958. Les contributions apportées à ce Symposium sont publiées dans les bulletins courants de la RILEM de 1959. Les propriétés rhéologiques du béton peuvent être classifiées schématiquement dans les trois groupes suivants, à savoir: a) les déformations visco-élastiques sous l'action d'une contrainte constante ou variable, b) les déformations plastiques sous l'action d'une contrainte constante dépassant une certaine valeur de seuil, qui sont causées par les fissures microscopiques qui se forment dans le matériau, et c) la relaxation des contraintes sous l'action d'une déformation forcée.

Les propriétés rhéologiques dépendent dans une large mesure de la composition et de l'âge du béton ainsi que de l'instant où la contrainte ou la déformation est appliquée au béton. De plus, ces propriétés sont influencées par l'état d'humidité à l'intérieur du corps en béton et dans l'air ambiant. En outre, les fonctions de temps dépendent aussi des dimensions du corps en béton.

Les propriétés qui caractérisent la relaxation de l'acier constituent également un facteur relativement important dans cet ordre d'idées. Ces propriétés ont été traitées, en partie, au cours d'un autre Symposium de la RILEM à Liège en juillet 1958. («RILEM Symposium on Special Reinforcements for Reinforced Concrete and on Prestressing Reinforcements».) Le compte-rendu de ce Symposium a été publié dans un tome séparé.

Enfin, on peut s'attendre à ce que l'*adhérence* elle-même entre le béton et l'acier possède des propriétés rhéologiques semblables. Il paraît, cependant, que ces propriétés soient encore entièrement inconnues à présent.

Par conséquent, il semble qu'il y aurait un gros intérêt à établir un contact plus étroit entre les spécialistes en recherches sur les matériaux et en statique. C'est pourquoi on pourrait suggérer qu'une Commission de Travail se composant d'experts en recherches sur les matériaux et en statique soit créée dans le but important de coordonner les connaissances, les expériences et les résultats des calculs statiques, afin qu'il soit possible de tirer certaines conclusions qui seraient applicables aux ouvrages de différents types.

Rapports présentés au Congrès

M. C. Fernandez Casado décrit, dans son rapport, la construction de quelques bâtiments industriels très grands à un seul étage. En particulier, il s'occupe des détails d'exécution des moyens d'assemblage des éléments préfabriqués.

L'auteur souligne surtout la nécessité d'assurer la stabilité de la construction portante contre les forces latérales au stade de montage ainsi qu'à l'état fini. Il montre, entre autres choses, comment on peut étudier la stabilité au cours des différentes phases du montage sur des modèles réduits des bâtiments en question.

M. T. Koncz effleure schématiquement, dans son rapport, les différents systèmes de constructions portantes qui peuvent être utilisés pour les bâtiments industriels composés préfabriqués en béton à plusieurs étages. En outre, l'auteur présente plusieurs propositions détaillées relatives à l'exécution des moyens d'assemblage. De plus, il cherche à préciser les conditions dans lesquelles on peut employer tel ou tel moyen d'assemblage.

M. H. Rühle présente, dans son rapport, une revue détaillée du problème des contraintes («Zwängungsspannungen») dues au fluage et au retrait des structures composées préfabriquées en béton armé et insiste sur l'importance pratique de ce problème.

Une traduction française d'un passage tiré d'un résumé fait par l'auteur est reproduite dans ce qui suit:

«Ce rapport étudie, en premier lieu, les contraintes et les déformations permanentes restant dans les constructions qui, après la mise en place des éléments préfabriqués, sont reliées à l'aide de joints rigides à la flexion ou articulés de manière à former des systèmes portants. C'est un fait bien connu que le fluage et le retrait causent une redistribution des efforts internes dont les effets pratiques sont démontrés dans le rapport. L'auteur effleure brièvement les considérations théoriques fondamentales sur ce problème et compare les résultats de diverses études.»

En outre, l'auteur traite d'une manière assez détaillée un système de construction qui n'a pas été mentionné précédemment dans ce Rapport Général. Ce système est caractérisé par le fait que «l'ouvrage n'est préfabriqué qu'en partie, les éléments préfabriqués étant assemblés et puis complétés au moyen du béton coulé en place».

Les considérations théoriques fondamentales que l'auteur utilise comme point de départ se basent principalement sur les formules de Dischinger. Il serait très intéressant de savoir si et dans quelle mesure les renseignements déduits des recherches récentes sur les matériaux conduisent à des résultats qui ne sont pas en concordance avec les considérations théoriques susmentionnées.

Enfin, M. G. Herrmann fait, dans son rapport, une étude théorique de l'effet produit par le fluage du béton sur l'instabilité des plaques sollicitées à la compression. A cet effet, il suppose que le fluage (les déformations visco-élastiques) sous l'action d'une contrainte constante peut être exprimé par une fonction qui s'accorde en principe avec la formule de Dischinger. Suivant la conclusion de l'auteur, si la charge est inférieure à la valeur qui correspond au flambement élastique sous l'action d'une charge de courte durée, tandis

qu'elle dépasse une certaine valeur de seuil, le flambement aura lieu après un certain laps de temps plus ou moins long («temps critique» ou «durée de vie»).

Afin qu'il soit possible de procéder à une étude approfondie de ce problème, il serait intéressant d'utiliser les résultats récents des recherches sur les matériaux pour étudier l'accroissement des moments additionnels en fonction du temps dans les plaques et dans les colonnes caractérisées par certaines imperfections, par ex. sous la forme d'une courbure initiale ou d'une charge excentrée.

Literatur - Bibliography - Bibliographie

1. Lebelle, P., «Stabilité élastique des poutres en béton précontraint à l'égard du déversement latéral». Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics, No 141, 780, Paris (1959).
2. Herrmann, W., «Verbindung von Stahlbetonfertigteilen». Die Montagebauweise mit Stahlbetonfertigteilen und ihre aktuellen Probleme. Int. Kongreß, Dresden 1954, 53 (1956).
3. Lewicki, E., «Verbindungen von Stahlbetonfertigteilen in der Montagebauweise». Rapport Final, 5e Congrès, AIPC, 637, Lisbon (1957).
4. Aroutiounian, N. Kh., «Applications de la théorie du fluage». Traduit du russe. Paris (1957).

Leere Seite
Blank page
Page vide