

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

Band: 3 (1948)

Rubrik: D: Conclusions and suggestions

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: 21.02.2026

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

D

Conclusions et Suggestions

Schlussfolgerungen und Anregungen

Conclusions and Suggestions

Leere Seite
Blank page
Page vide

I

Moyens d'assemblage et détails de la construction en acier **Verbindungsmittel und konstruktive Einzelheiten im Stahlbau** **Assembling devices and structural details in steel structures**

Ia

L'état actuel de la soudure
Der heutige Stand der Schweisstechnik
The present state of welding technic

Ib

Constitution des nœuds d'assemblage
Die Ausbildung der Knotenpunkte
The design of connections

Ic

Stabilité et résistance des tôles minces
Stabilität und Festigkeit dünner Bleche
Strength and stability of thin walled structures

Id

Flexion et torsion des poutres à âme pleine
Biegung und Verdrehung vollwandiger Träger
Bending and torsion of solid web girders

Les échecs dans certains domaines de la construction soudée au cours des dix ou quinze dernières années conduisent à conclure que la soudabilité des aciers ne dépend pas seulement de facteurs d'ordre métallurgique. Etant bien entendu qu'ils sont convenablement élaborés et débarrassés de défauts physiques, la soudabilité des aciers de construction doit être définie comme l'aptitude à subir sans insécurité les effets dus au retrait dans les conditions de l'application (Campus). Partant de cette définition, la conception d'ensemble et la qualité de l'exécution qui relèvent du seul constructeur apparaissent comme facteurs essentiels de la bonne tenue des ouvrages soudés; c'est d'elles principalement que dépend le développement de ce mode de construction. Il y a de nombreux exemples de constructions

réussies en charpente soudée, mais jusqu'à ce que des connaissances supplémentaires aient été acquises, l'emploi de profils de grande épaisseur exige une prudence particulière. Il est recommandé de multiplier et de généraliser les études et les essais ayant pour objet d'analyser le phénomène du retrait et toutes ses conséquences.

Les nœuds d'assemblage restent des points très importants des ponts et charpentes tant rivés que soudés et requièrent toute l'attention du constructeur.

La question du voilement des plaques comporte trois problèmes. Dans le domaine élastique, le problème mathématique du voilement, compte tenu de petites déformations, est en principe résolu et les coefficients correspondants peuvent être calculés par des méthodes numériques, faciles à appliquer. Dans le domaine plastique, les bases d'une théorie correcte du voilement des plaques (théorie des déformations plastiques locales de P. P. Bijlaard) apparaissent aujourd'hui comme assurées. Le comportement des tôles minces après voilement joue un rôle important dans la construction légère; il semble que la solution de cette question soit maintenant proche, grâce à une interprétation convenable des résultats d'essais systématiques.

*
* *

Die Rückschläge der Schweisstechnik in einzelnen Anwendungsgebieten des Stahlbaues in den letzten zehn bis fünfzehn Jahren haben zur Erkenntnis geführt, dass die Schweissbarkeit von Stahl nicht nur von der metallurgischen Seite her bestimmt wird. Die Schweissbarkeit eines zweckentsprechend hergestellten und fehlerfreien Baustahles ist die Fähigkeit, die Schrumpfwirkungen im gegebenen Anwendungsfall mit Sicherheit zu ertragen (Definition Campus). Ausgehend von dieser Definition erscheinen Entwurf und Güte der Ausführung, die die Aufgabe des Konstrukteurs darstellen, als grundlegende Faktoren für das gute Verhalten geschweisster Bauwerke; von ihnen hängt hauptsächlich die zukünftige Entwicklung der Schweisstechnik ab. Es liegen heute zahlreiche erfolgreiche Anwendungen der Schweisstechnik im Stahlbau vor, doch sind bis zu einer vollständigen Beherrschung der Schrumpfwirkungen bei der Schweissung grosser Profilstärken besondere Vorsichtsmassnahmen notwendig. Weitere umfassende Untersuchungen und Versuche auf breiter Grundlage zur Abklärung der Schrumpfvorgänge und ihrer Auswirkungen sind erwünscht.

Die Knotenpunkte sind bei Brücken- und Hochbauten, sowohl in genietet wie in geschweisster Ausführung entscheidend wichtige Tragwerksteile, die bei ihrer Ausbildung die volle Aufmerksamkeit des Konstrukteurs erfordern.

Das Beulproblem enthält drei Teilfragen: im elastischen Bereich darf das mathematische Problem des Ausbeulens für ausgesteifte und nicht ausgesteifte, ursprünglich ebene Bleche unter Voraussetzung kleiner Verformungen als gelöst gelten; es liegen heute dafür auch übersichtliche und numerisch leicht anwendbare Methoden vor. Die Grundlagen einer zutreffenden Theorie des plastischen Ausbeulens (Theorie der örtlichen, plastischen Formänderungen von P. P. Bijlaard) erscheinen heute gesichert. Das Verhalten dünner Bleche nach dem Ausbeulen, das für den Leichtbau

wichtig ist, ist durch Auswertung systematischer Versuche ebenfalls einer Abklärung näher geführt worden.

*
* *

Setbacks in welding technic in certain fields of application of steel construction during the last ten or fifteen years suggest that the weldability of a steel is not solely dependent on its metallurgical properties. Provided that the steel is well manufactured and free from physical defects, its weldability may be defined as its ability to withstand shrinkage effects without danger under working conditions (Campus's definition).

Starting from this definition the general conception of the design and the quality of the execution of the work, which are the responsibility of the constructor, are seen to be the essentials in good welded construction, and its further development depends on these factors. There are in existence many successful examples of welded steel constructions, but until further knowledge on the subject of shrinkage effects has been gained, particular precautions have to be taken in welding sections exceeding small or normal thickness.

It is recommended that the problem of shrinkage and its consequential effects should be the subject of an extensive programme of analytical and experimental investigation.

It should be realised that the joints are the most critical points in both riveted and welded bridges and structures. They require the full attention of the designer and fabricator.

There are three interrelated problems in the buckling of slabs. In the elastic region, the mathematical problem of buckling, assuming small deflections, may be regarded as having been solved and the critical loads can be calculated fairly easily. In the plastic region the basis for a correct buckling theory now appears to be established (P. P. Bijlaard's theory of local plastic deformations). Finally the behaviour of thin plates after buckling which is very important in light construction is on the point of being elucidated from the interpretation of the results of systematic investigations.

Leere Seite
Blank page
Page vide

II

Nouveaux modes de constructions en béton, béton armé et béton précontraint

Neuere Bauweisen des Massivbaues

Developments in building structures in concrete and masonry

IIa

Progrès réalisés dans la qualité du béton

Fortschritte in der Beschaffenheit des Betons

Progress realized in the quality of concrete

IIb

Le béton précontraint

Der vorgespannte Beton

Pre-stressed concrete

IIc

Nouveaux types d'armatures métalliques

Neue Armierungstypen

New types of reinforcement

IId

Ouvrages remarquables exécutés depuis 1936

Bemerkenswerte Ausführungen seit 1936

Notable structures executed since 1936

Fabrication des bétons

Les rapports très précis au sujet de la fabrication des bétons permettent de tirer des conclusions générales relatives aux données qui président à la qualité de ces matériaux.

Granulométrie, dosage de l'eau, serrage par vibration, finesse et régularité chimique des liants, permettent aujourd'hui de prévoir avec une bonne précision les caractéristiques d'un béton en œuvre. Dans la granulométrie, le dosage des fins, qui constituent ce que la plupart des auteurs appellent le mortier, est d'une importance primordiale. Tout ce qui est de la grosseur des grains actifs du ciment paraît nuisible, tandis que les grains compris entre 0,25 et 2 mm. jouent un rôle essentiel. Leur proportion doit être réglée avec précision dans toute fabrication.

Il n'est plus besoin de signaler l'importance de la valeur indicatrice du dosage en eau déterminée par les méthodes de mise en place et les vides de la granulométrie, cette question est actuellement bien connue et introduite dans les cahiers des charges.

Par contre, les effets réels de la vibration étaient encore mal déterminés dans beaucoup de cas. Les belles études communiquées à ce congrès éclairent les bases physiques et les résultats. La définition du rayon d'action d'un appareil, du temps d'application, variable suivant la plasticité, la densité d'armatures et la pression dans la zone envisagée montrent la nécessité du juste choix de la fréquence, de la puissance et du nombre des appareils, répartis dans la masse du béton en coulage.

Enfin, au point de vue de la fidélité des résultats et surtout de la résistance aux intempéries, il faut utiliser des ciments homogènes ne comportant que des éléments actifs, à l'exclusion de tout produit inerte introduit au broyage.

La qualité des matériaux étant indispensable à toute réalisation, la fabrication des bétons, les moyens mécaniques de mise en place et l'évolution des caractéristiques des liants doit rester à l'ordre du jour des prochains Congrès.

Béton précontraint

Le béton précontraint est entré dans la pratique de l'art de l'ingénieur. Ce procédé de construction a permis de réaliser dans divers pays un grand nombre d'ouvrages d'importance diverse allant jusqu'à des poutres de bâtiments et de ponts de 50 mètres de portée et plus.

Jusqu'ici, ce procédé n'a donné lieu à aucun mécompte.

Un système matériel est dit précontraint élastiquement, quand on y a créé, avant chargement, dans une, deux ou trois directions, des contraintes permanentes telles que les divers chargements prévus donnent des effets quasi totalement réversibles.

Tout système élastique peut être précontraint; mais la mise sous précontrainte est particulièrement intéressante et indiquée pour les systèmes non ou insuffisamment cohérents.

Le béton est un des matériaux qui peuvent être utilement précontraints. On réalise généralement cette précontrainte en maintenant la tension des armatures à l'aide d'ancrages aux extrémités ou par adhérence.

Une poutre en béton munie d'armatures de section réduite tendues préalablement, soumise à des charges croissant jusqu'à une certaine limite, fonctionne comme poutre homogène. Au delà de cette limite, le béton de la zone tendue se fissure et la poutre travaille comme une poutre armée ordinaire, mais avec une flexibilité accrue en fonction de la réduction de la section des armatures. Si la charge diminue au-dessous de la limite mentionnée, la poutre redevient homogène.

Les déformations locales et générales mesurées sur des poutres en béton précontraint correspondent beaucoup mieux que dans le béton armé classique aux résultats du calcul.

L'attention du Congrès a été particulièrement attirée sur les avantages de l'emploi du béton précontraint dans les reprises en sous-œuvre.

Le Congrès rend hommage à M. Freyssinet qui, en définissant la précontrainte et en lui donnant des moyens de réalisation, a rendu possibles ses développements actuels dans le domaine des Ponts et Charpentes.

*
* *

Herstellung des Betons

Die ausführlichen Berichte über die Herstellung des Betons ermöglichen einige allgemeine Schlussfolgerungen über die Voraussetzungen, die den Eigenschaften und der Qualität dieses Baustoffes zu Grunde liegen.

Die Kornzusammensetzung, der Wassergehalt, die Verdichtung mittels Vibration, die Mahlfineinheit und chemische Gleichmässigkeit der Bindemittel erlauben es heute, die charakteristischen Eigenschaften des Betons mit bemerkenswerter Präzision vorauszusagen.

Vom Standpunkte der Granulometrie aus ist der Gehalt an feinen Bestandteilen von hervorragender Bedeutung. Das Vorhandensein von Zuschlagstoffen von derselben Grössenordnung wie die Zementkörner ist schädlich. Korngrössen zwischen 0,25 und 2 mm Durchmesser spielen eine wesentliche Rolle, und ihre Kornabstufung muss bei der Herstellung des Betons auf das Genaueste geregelt werden.

Auf die Bedeutung des Wassergehaltes braucht nicht mehr besonders hingewiesen zu werden; dieser ist im wesentlichen von der Verarbeitungsart und von den Hohlräumen der Kornzusammensetzung abhängig. Diese Frage ist heute geregelt und in die Vorschriften aufgenommen.

Bis jetzt war der Einfluss der Vibration in vielen Fällen nicht genügend bekannt. Dank der bemerkenswerten Untersuchungen, die an diesem Kongress bekannt wurden, konnten die physikalischen Grundlagen abgeklärt und wichtige Ergebnisse erzielt werden.

Von hervorragender Bedeutung erweisen sich der Wirkungsradius und die Vibrationszeit der mechanischen Vorrichtungen in Abhängigkeit von der Plastizität der Betonmasse. Daraus ergibt sich, zusammen mit der Armierungsdichte und dem Vibrationsdruck der behandelten Zone, die sachgemässe Wahl der Frequenz, der Kapazität sowie der Anzahl der Vibrationsvorrichtungen, die über die Betonmasse zu verteilen sind.

Es sollen nur homogene Zemente aus aktiven Elementen, unter Ausschluss jeder nicht aktiven Beimengung, verwendet werden. Dadurch wird die Regelmässigkeit der Ergebnisse gesichert und die Widerstandsfähigkeit des Betons gegenüber den Witterungseinflüssen erhöht.

Die Qualität der Baustoffe bildet die Grundlage für die Verwirklichung der Bauwerke. Aus diesem Grunde gehören Untersuchungen über die Herstellung des Betons, seine mechanische Verarbeitung und die Entwicklung der Zementcharakteristiken zur Tagesordnung der zukünftigen Kongresse.

Vorgespannter Beton

Der vorgespannte Beton hat in die Praxis des Ingenieurbaus Eingang gefunden. Mit Hilfe dieser Bauweise ist es gelungen, in mehreren Ländern eine grosse Anzahl verschiedenartigster Bauwerke auszuführen, und zwar bis zu Balken mit 50 m und mehr Spannweite, sowohl im Hoch- wie im Brückenbau.

Bis jetzt hat diese Bauweise noch zu keinen Rückschlägen geführt.

Ein materielles System heisst elastisch vorgespannt, wenn vor dem Aufbringen der Belastung in einer, zwei oder drei Richtungen solche

bleibende Spannungen erzeugt werden, dass die verschiedenen vorgesehen Belastungen beinahe vollständig umkehrbare Wirkungen hervorrufen.

Jedes elastische System kann vorgespannt werden; jedoch ist die Vorspannung vor allem aussichtsreich und zweckmässig für nicht- oder nur ungenügend kohärente Systeme.

Der Beton ist ein Baustoff, der sich besonders gut zur Vorspannung eignet. Die Vorspannung wird im allgemeinen dadurch verwirklicht, dass die Zugspannung in der Bewehrung mit Hilfe von Verankerungen an den Enden oder durch Haftung aufrecht erhalten wird.

Ein Balken mit vorgespannter, schwacher Armierung, der einer bis zu einem gewissen Grenzwert wachsenden Belastung unterworfen wird, verhält sich wie ein Balken aus homogenem Baustoff. Bei Ueberschreitung dieses Grenzwertes reisst der Beton der Zugzone und der Balken arbeitet wie ein gewöhnlicher Eisenbetonbalken, jedoch mit einer Biegsamkeit, die in dem Masse grösser ausfällt, als der Armierungsgehalt kleiner bemessen ist. Wenn die Belastung unter den erwähnten Grenzwert sinkt, verhält sich der Balken erneut wie ein solcher aus homogenem Baustoff.

Die an Balken aus vorgespanntem Beton gemessenen örtlichen und allgemeinen Formänderungen stimmen viel besser mit den Ergebnissen der Berechnungen überein als diejenigen gewöhnlicher Eisenbetonbalken.

Die Aufmerksamkeit des Kongresses wurde ganz besonders auf die Vorzüge gelenkt, die sich bei der Anwendung des vorgespannten Betons auf Unterfangungsarbeiten ergeben.

Der Kongress spricht Herrn Freyssinet seine besondere Anerkennung aus. Dadurch, dass Herr Freyssinet den Begriff der Vorspannung genau definiert und Mittel zu ihrer Verwirklichung geschaffen hat, wurde die heutige Entwicklung der Vorspannung im Gebiete des Hoch- und Brückenbaues ermöglicht.

*
**

Concrete making

The very precise reports made on the subject of concrete making enable general conclusions to be drawn concerning the factors which determine the quality of this material.

Granulometry, water content, consolidation by vibration, fineness and chemical regularity of the binding elements, enable the properties of the ensuing concrete to be forecast with considerable exactitude. For the granulometry, the proportion of fines is of capital importance. Everything which is of the size of the active cement grains appears to be unusable, while those grains which lie between 0.25 and 2 mm play an essential role. The proportions of the latter must be controlled with precision in all concrete mixing operations.

There is no longer need to emphasize the importance of the water content, determined by placing methods and granulometry; this question is now well understood and figures in specifications.

On the other hand, the actual effects of vibration were in many cases not known with exactitude. The excellent research work communicated to this Congress throw much light on both the physical bases of vibration

and the results obtained. The definition of the range of action of an apparatus, its time of application, both variable according to the plasticity of the concrete, the density of reinforcement and the pressure in the zone considered, indicate the necessity of an exact choice of the frequency, the power and the number of vibrators to be distributed amongst the mass of concrete being cast.

Finally from the point of view of fidelity of results and above all of resistance to weather, only homogeneous cements must be used containing nothing but active elements to the exclusion of all inert products from the mix.

The high quality of materials remaining indispensable, concrete making, the mechanical means of placing concrete and the development of the characteristics of cement must remain on the agenda of the next Congress.

Pre-stressed concrete

Pre-stressed concrete has now become part of the practical work of the engineer. This method of construction has made it possible to construct in various countries a large number of important works including beams in buildings and bridges of 160 feet span and upwards.

Up to now this method has not produced a failure.

A material is said to be elastically pre-stressed when there has been produced, before loading, in one, two or three directions, permanent stresses such that the different loads anticipated produce results partly reversible.

Every elastic system can be pre-stressed but the construction under pre-stress is particularly interesting and clear for systems with insufficient bond.

Concrete is a material which lends itself to pre-stressing. This pre-stressing is usually affected by maintaining the tension in the reinforcement by end anchorage or by bond.

A concrete beam provided with reinforcement of small section previously stressed resists loads up to a certain limit in a manner similar to a homogeneous beam. Beyond this limit the concrete in the tension area cracks and the beam acts as an ordinary reinforced concrete beam but with increased flexibility according to the reduction in the area of the reinforcement. If the load comes below this limit the beam reverts to the homogeneous condition.

The local and general strains measured on pre-stressed concrete beams correspond almost exactly with those calculated for normal reinforced concrete.

The attention of the Congress was drawn to the advantages of using pre-stressed concrete for underpinning and reconstruction work.

The Congress pays homage to M. Freyssinet who — in conceiving the idea of pre-stressing and working out methods of carrying it out — has made possible its application to structural engineering.

Leere Seite
Blank page
Page vide

III

Ponts métalliques à grande portée **Weitgespannte Stahlbrücken** **Developments in long-span steel bridges**

IIIa

Considérations techniques et économiques
devant intervenir dans le choix du type de pont

Technische und wirtschaftliche Grundlagen der Systemwahl
Technical and economical considerations in the selection of type

IIIb

Ponts suspendus
Hängebrücken
Suspension bridges

IIIc

Ponts en arc
Bogenbrücken
Long-span arch bridges

Le poids propre des poutres principales des ponts augmentant au delà de la proportionnalité avec la portée, il importe au plus haut point, dans le cas des ponts de grande portée, de constituer ces éléments porteurs dans des conditions aussi économiques que possible. Il faut chercher l'économie dans le projet, dans les conditions d'exécution et dans l'entretien, par un choix particulièrement minutieux du système porteur à adopter, de la nature des matériaux, des charges, des contraintes admissibles, ainsi que des dispositions pratiques de construction. Les caractéristiques dominantes de la construction des ponts métalliques modernes sont la simplicité et la netteté de la conception.

Pour les portées atteignant 500 à 600 mètres, avec l'emploi d'acier de haute qualité, les poutres réticulées à travées solidaires continues, à travées solidaires semi-continues (comportant des articulations) et les arcs, sont des solutions bien adaptées et économiques, le choix entre ces systèmes devant être fait en tenant compte en particulier de la nature du sol de fondation. Pour des portées encore plus grandes, c'est le pont suspendu avec câbles en fils d'acier à haute résistance qui domine sans conteste. Il permet d'atteindre aujourd'hui des portées allant jusqu'à 1.500 mètres moyennant une conception adéquate de l'ensemble de l'ouvrage.

La détermination aussi exacte que possible des efforts dans les différents éléments des fermes principales des ponts prend une importance croissante à mesure que la portée et les possibilités d'utilisation des matériaux croissent elles-mêmes. Les méthodes de calcul doivent permettre de tenir compte de cette exigence et doivent être facilement utilisables par le constructeur.

Le problème de l'instabilité aérodynamique des ponts suspendus, devenu actuel par l'effondrement du pont de Tacoma, a fait entre temps l'objet d'éclaircissements nouveaux. Le danger correspondant peut être évité à l'heure actuelle si l'on réalise, pour une portée donnée, des relations convenables entre la charge permanente, la raideur des poutres de rigidité, la largeur et une forme convenable de la section du pont. Naturellement toutes les dispositions constructives doivent être prises pour réduire dans toute la mesure du possible l'effort que le vent peut exercer sur l'ouvrage.

*
* *

Da das Eigengewicht der Brückenhauptträger mit wachsender Spannweite überproportional wächst, ist bei weitgespannten Brücken eine möglichst wirtschaftliche Formgebung und Ausbildung der Tragkonstruktion von grundlegender Bedeutung. Die Wirtschaftlichkeit in Entwurf, Ausführung und Unterhalt muss durch eine besonders sorgfältige Abklärung der Systemwahl, der Materialart, der Belastungen, der zulässigen Beanspruchungen sowie der konstruktiven Ausbildung gesucht werden. Einfachheit und Klarheit der baulichen Durchbildung sind wesentliche Entwicklungsmerkmale des heutigen Stahlbrückenbaues.

Bis zu Spannweiten von etwa 500 bis 600 m können der durchlaufende Balken mit oder ohne Zwischengelenke, beide fachwerkförmig und aus hochwertigem Baustahl, je nach der Art des Baugrundes zweckmässige und wirtschaftliche Lösungen darstellen. Bei noch grösseren Spannweiten dominiert eindeutig die verankerte Hängebrücke mit Tragkabeln aus hochwertigen Stahldrähten, die heute bis zu Spannweiten von 1.500 m rationell gebaut werden kann.

Die möglichst genaue Erfassung des Kräftespiels in Brückentragwerken nimmt mit wachsender Spannweite und mit wachsender Materialausnutzung an Bedeutung zu. Die Berechnungsmethoden haben diesen Anforderungen Rechnung zu tragen und sie müssen für den Konstrukteur übersichtlich anwendbar sein.

Das durch den Einsturz der Tacoma-Bridge aktuell gewordene Problem der aerodynamischen Unstabilität ist in der Zwischenzeit einer weiteren Abklärung zugeführt worden. Die Gefahr dieser Unstabilität kann bei gegebener Spannweite heute durch entsprechende Abstimmung von ständiger Last, Steifigkeit und Brückenbreite und durch zweckmässige Formgebung vermieden werden. Dabei sind selbstverständlich möglichst alle konstruktiven Massnahmen zur Verminderung der Windwirkung auf das Bauwerk auszunützen.

*
* *

The dead load of main carrying systems increases in rising proportion to the span length. In the case of long span bridges it is therefore of basic importance that such systems be of a form and character most economical in the use of materials. Economy of design, construction and maintenance is secured by careful selection of type, materials, loads, admissible stresses and suitable structural details. Simplicity and clarity of general plan, as well as of details, characterize the best practice in steel bridge design today.

For spans up to about 500 to 600 m continuous or cantilever trusses, or truss arches, built of high-strength steels, with due consideration to foundation conditions, offer economical solutions. For longer spans anchored suspension bridges with cables of high-strength steel wire become increasingly more economical and aesthetically suitable than other types. Today such structures are feasible for spans up to at least 1 500 m.

The most accurate analysis of forces is of increasing importance, especially in view of the trend of increasing ratio of allowable stresses to ultimate strength.

The problem of aerodynamic stability, dramatically brought to attention by the collapse of the Tacoma Bridge, has since been widely studied. For any given span length the danger of aerodynamical instability can now be avoided by proper selection of dead loads, stiffness, width, and suitable form of the section of the bridge. Structural possibilities to diminish the effect of wind on long span bridges deserve further careful study.

Leere Seite
Blank page
Page vide

IV

Dalles, voûtes et parois en béton armé

Flächentragwerke des Eisenbetons

Slabs and various curved structures of reinforced concrete

IVa

Dalles champignons

Pilzdecken

Flat slabs or girderless floors

IVb

Dalles continues

Durchlaufende Platten

Continuous slabs

IVc

Résistance et stabilité des parois et voiles minces et des toits plissés

Festigkeit und Stabilität der Scheiben, Schalen und Faltwerke

Strength and stability of discs and shells in curved or cord form in concrete

IVd

Théorie et exécution des barrages arqués

Theorie und Ausführung von Bogenstaumauern

Theory and construction of arched dams

Dans le calcul des dalles, parois minces et voiles minces, la rapidité de la convergence de la solution rigoureuse est essentielle à la bonne conduite des opérations numériques. La forme même de la solution en dépend directement.

Les méthodes approchées doivent être développées systématiquement parallèlement aux solutions rigoureuses. Elles seront caractérisées par leur simplicité et leur rapidité et devront permettre une estimation de leur domaine de validité et de l'ordre de grandeur de l'erreur commise.

Les nombreux progrès de la théorie des voiles minces ont mis en évidence l'importance de la prise en compte de la flexion. Pour certaines classes de voiles minces, dont les surfaces gauches, le problème reste entier.

Le développement futur des voiles minces, en rapport avec les portées

croissantes, exige la mise au point des questions se rattachant aux problèmes de leur stabilité.

Le principe de précontrainte permet d'influencer favorablement les conditions aux limites et d'alléger certains éléments de bord; il peut être appliqué à l'ensemble de la surface du voile mince.

Les mesures sur ouvrages terminés et sur modèles sont à développer par des méthodes de précision.

Le calcul des barrages arqués exige que les conditions aux limites tiennent compte de la déformation de la roche ainsi que de tous les phénomènes susceptibles d'influencer considérablement le comportement de l'ouvrage.

*
* *

Für die numerische Berechnung der Flächentragwerke ist es von wesentlicher Bedeutung, die strengen Lösungen in gut konvergierender Form aufzustellen. Der Lösungsansatz selbst ist diesem Grundsatz anzupassen.

Es sollen, zusammen mit den strengen Lösungen, Näherungsmethoden auf systematischer Grundlage weiter entwickelt werden. Sie sollen durch grosse Einfachheit in der Anwendung sowie durch die Möglichkeit der Abschätzung des Anwendungsbereiches sowie der Genauigkeit ausgezeichnet sein.

Die theoretischen Fortschritte im Gebiet der Schalentragerwerke haben erwiesen, wie wichtig die Berücksichtigung der Biegung ist. Für die Regelschalen insbesondere harrt das Problem seiner Lösung.

Die Entwicklung der Schalen, insbesondere die Zunahme der Spannweiten, erfordert die Abklärung der Stabilitätsverhältnisse.

Die Anwendung der Vorspannung erlaubt eine günstige Beeinflussung der Randbedingungen und die Reduktion der Dimensionen bei den Randelementen. Die Vorspannung der Fläche als Ganzes ist heute verwirklicht.

Die Messungen an ausgeführten Bauwerken sowie an Modellen sind auf Grund von Präzisionsmethoden weiter auszubauen.

Die Berechnung von Bogenstaumauern erfordert eine eingehende Berücksichtigung der Randbedingungen, wobei den Verformungen des Felsens sowie ähnlichen Einflüssen eine hervorragende Bedeutung für das Verhalten dieser Bauwerke beizumessen ist.

*
* *

It is essential, in the analysis of slabs, walls and thin shells, that the rigorous solution should consist of a function which is rapidly convergent. The nature of the solution depends on it directly.

Approximate methods must be developed systematically at the same time as the rigorous solutions. They must be simple and quick with the field of application clearly determined and it must be possible to estimate the error involved by the approximation.

The considerable advances made in the analysis of thin shells has

brought out the importance of taking bending effects into account in the computations.

Information is still required for certain types of thin shells, such as skew surfaces. Future development of thin shell construction, particularly with regard to increasing spans, will require consideration of the problem of stability.

The principle of pre-stressing can be used to modify usefully the boundary conditions and to lighten the edge beams, and can be applied to the whole of the shell.

Measurements of deformations, using precision instruments, should be introduced on completed structures as well as on models.

In the analysis of arched dams, the assumed boundary conditions should take into account the deformation of the abutments as well as all other similar effects which may considerably influence the support to the structure.

Leere Seite
Blank page
Page vide

V

Analyse de la notion de sécurité et sollicitations dynamiques des constructions

Begriff der Sicherheit und dynamische Beanspruchung von Bauwerken

Analysis of safety and effect of dynamic forces

Va

La sécurité des constructions

Die Sicherheit der Bauwerke

Safety of structures

Vb

Sollicitations dynamiques des constructions

Dynamische Beanspruchung von Bauwerken

Effect of dynamic forces on structures

La sécurité d'un ouvrage correspond à un faible risque de ruine qui s'exprime, en principe, par une probabilité.

Cette probabilité est, évidemment, difficile à calculer dans un grand nombre de cas offerts par la pratique.

Il apparaît cependant souhaitable qu'on aborde ce calcul en multipliant les observations et les expériences.

Dans les cas où cette probabilité pourrait être appréciée avec une précision suffisante, elle serait susceptible d'être prise en compte dans les discussions économiques.

En particulier les caractéristiques des matériaux doivent être définies non seulement par leur valeur moyenne, mais par leur dispersion.

Cette connaissance de la dispersion des résultats sera susceptible d'orienter un contrôle efficace de la fabrication, une recherche des causes de cette dispersion et des moyens propres à la réduire.

Il est évidemment recommandable de conduire les essais avec discernement et, notamment, de ne pas appliquer sans précautions les résultats d'essais mécaniques obtenus avec une certaine sollicitation (traction par exemple) à d'autres systèmes de sollicitation (flexion par exemple).

La valeur moyenne d'une caractéristique et surtout de la dispersion semble dépendre de la dimension des éprouvettes pour une même forme. Des études susceptibles de préparer la normalisation de dimensions échelonnées seraient souhaitables.

La sollicitation d'un ouvrage constitue elle-même une variable aléatoire dont chaque valeur est affectée d'un coefficient de probabilité qu'il serait également souhaitable de pouvoir apprécier.

Il serait notamment désirable que des observations statistiques soient faites dans les différents pays, sur les caractéristiques du vent.

L'interprétation des expériences permettra de mieux adapter les méthodes de calcul aux réalités physiques, en particulier pour les éléments de détails (assemblages, goussets, raidisseurs, contreventements, etc.). Dès lors et si les conditions initiales sont définies de façon suffisante, les systèmes hyperstatiques présentent généralement une sécurité supérieure à celle des systèmes isostatiques.

La connaissance du mode d'action des forces mobiles ou intermittentes et de leurs effets dynamiques paraît encore affectée d'une grande incertitude qu'il serait souhaitable de réduire progressivement. Quelques études récentes, théoriques et expérimentales, répondant aux conclusions du Congrès de Paris (1932), montrent qu'il est possible de réaliser des progrès à cet égard. Il convient de les poursuivre.

*
* *

Die Sicherheit eines Bauwerkes entspricht einem geringen Einsturzrisiko, das grundsätzlich durch eine Wahrscheinlichkeit ausgedrückt wird.

Diese Wahrscheinlichkeit ist offensichtlich in vielen praktischen Fällen schwierig zu berechnen.

Weitere Beobachtungen und Versuche sind deshalb als Grundlage solcher Berechnungen erwünscht.

Falls diese Wahrscheinlichkeit mit genügender Genauigkeit beurteilt werden könnte, wäre es möglich, sie bei Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zu berücksichtigen.

Die Materialeigenschaften im Besonderen sollen nicht nur durch Mittelwerte, sondern auch durch Angabe ihrer Streuungen bestimmt werden.

Durch die Kenntnis dieser Streuung wird eine wirksame Kontrolle der Herstellung, einer Untersuchung der Streuungsursachen und der Mittel zu ihrer Behebung möglich.

Es ist offensichtlich empfehlenswert, die Versuche unter sorgfältiger Beachtung der Besonderheiten des Einzelfalles durchzuführen und die Versuchsergebnisse einer bestimmten Beanspruchungsart (z.B. Zug) nur mit Vorsicht auf andere Beanspruchungsarten (z.B. Biegung) zu übertragen.

Der Mittelwert einer Kenngrösse und besonders ihre Streuung scheinen bei gegebener Form von der Grösse der Versuchskörper abhängig zu sein. Es sind deshalb Versuche zur Vorbereitung einer Normalisierung der Versuchskörper mit abgestufter Grösse erwünscht.

Die Beanspruchung eines Bauwerkes hängt von verschiedenen Faktoren ab, die ihrerseits mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit behaftet sind. Es wäre ebenfalls erwünscht, auch diese Wahrscheinlichkeiten beurteilen zu können.

Statistische Beobachtungen über die Windwirkungen in den verschiedenen Ländern sind ebenfalls erwünscht.

Die Auswertung von entsprechenden Versuchen wird eine bessere Anpassung der Berechnungsmethoden an das wirkliche Kräftespiel in einzelnen Bauteilen (Anschlüsse, Knotenbleche, Aussteifungen, Verbände usw.) erlauben. Bei genügend festgelegten Ausgangsbedingungen besitzen statisch unbestimmte Tragwerke im Allgemeinen eine grössere Sicherheit als statisch bestimmte.

Die Wirkungsweise bewegter und wiederholter Belastungen und ihre dynamischen Wirkungen erscheinen noch ungenügend abgeklärt; es ist erwünscht, diese Unsicherheit mehr und mehr zu vermindern. Einige theoretische und versuchstechnische Untersuchungen entsprechen den Schlussfolgerungen des Pariser Kongresses 1932 und zeigen die Möglichkeit von Fortschritten in dieser Richtung. Ihre Fortsetzung ist erwünscht.

*
* *

The safety of a structure involves a slight risk of failure, expressed in principle by a probability.

This probability is obviously difficult to compute in many cases in actual practice.

It appears desirable that this problem should be approached by increasing the number of observations and tests.

In cases where the probability of failure can be assessed with sufficient precision the economical aspects should be given consideration.

The characteristics of the materials should especially be defined not only by the average values but also by an index of the spread.

This knowledge of the spread of the results may help to adjust effectively the methods of manufacture and encourage investigation on the reasons for this spread, and taking proper means for reducing it.

It is obviously recommendable to conduct the test with discrimination and especially not to apply without precaution results of mechanical tests obtained for a certain kind of stress (f.i. in pure tension) to other kinds of stresses (f.i. in flexion).

The average value of one characteristic of the spread seems to depend on the size of the specimens in the same shape of test. Studies of standardising specimen dimensions are desirable.

The loading and the effect of it in a structure forms in itself an uncertainty of which each component is subject to a coefficient of probability which should be properly apprehended.

It is for instance desirable that wind studies should be made in each country.

The interpretation of the experiences should adapt the methods of computing to the physical realities, especially with regard to détails (connections, gussets, wind-bracings, stiffeners). If the initial conditions are sufficiently fixed, statically indeterminate systems generally present a greater safety than statically determinate systems.

The knowledge of how moving or intermittent loads work and what their dynamic effects are, is still uncertain. It would be desirable to reduce progressively this uncertainty. Recent research, theoretical and experimental, which corresponds to the conclusions of the Paris Congress 1932, shows that it is possible to make progress in this respect. This research should be pursued.

Leere Seite
Blank page
Page vide