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

Band: 1 (1932)

Artikel: Platten und Schalen in Eisenbetonbau: Einleitendes Referat

Autor: Ritter, M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-445

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

II 1

PLATTEN UND SCHALEN IM EISENBETONBAU

DALLES ET CONSTRUCTIONS A PAROIS MINCES EN BÉTON ARMÉ

SLABS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

EINLEITENDES REFERAT

RAPPORT D'INTRODUCTION

INTRODUCTORY REPORT

Dr. M. RITTER,
Professor an der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich.

Die zunehmende Bedeutung der Platten und Schalen im Eisenbetonbau rechtfertigt es, am ersten Kongress der Internationalen Vereinigung für Brückenbau und Hochbau in besonderer Arbeitssitzung die aktuellen theoretischen und konstruktiven Probleme dieses Gebietes zu diskutieren und zur Mitarbeit an den dringenden Aufgaben der Zukunft anzuregen. Platten und Schalen gehören zu den ältesten Konstruktionselementen des Eisenbetonbaues; sie finden sich schon in den Patentzeichnungen von MONIER, traten jedoch an Bedeutung zurück, als HENNEBIQUE mit grossem Erfolge den biegungsfesten Balken in die Praxis einführte. Erst die neueste Zeit brachte in der Anwendung der Platten und Schalen wesentliche Fortschritte, so die Einführung der trägerlosen Decken (Pilzdecken) und die Ueberdeckung weiter Räume durch biegungslose Schalen. Der Ausbau der Theorie unter Berücksichtigung der Bedürfnisse der Praxis ist neuerdings in erfreulicher Entwicklung begriffen und lässt im Verein mit dem konstruktiven Geschick der Ingenieure in naher Zukunft weitere Fortschritte erwarten.

Um die Diskussionen erfolgreich zu gestalten, wurde das Programm der zweiten Arbeitssitzung auf wenige, scharf umrissene Themen begrenzt und durch besondere Referate zur Diskussion vorbereitet. Das erste Thema behandelt die rechteckige kreuzweise armierte, auf räumliche Biegung beanspruchte Eisenbetonplatte, deren statisches Verhalten heute noch nicht abgeklärt ist. Die quadratische, auf allen Seiten frei aufliegende Platte eignet sich besonders gut zur Prüfung der zahlreichen Fragen, die das Plattenproblem dem Theoretiker und dem praktisch tätigen Ingenieur stellt. Der Referent dieses Themas ist in der glücklichen Lage, neue ausgedehnte Plattenversuche vorzulegen, die als Grundlage der Diskussion wertvolle Dienste leisten werden. Auch eine Aussprache über die Berechnungsmethoden der Praxis für teilweise eingespannte und durchlaufende Platten wird von aktuellem Interesse sein.

Das zweite Thema betrifft die trägerlosen Decken (Pilzdecken), ein Konstruktionssystem, das seit 1904 in den Vereinigten Staaten in Nordamerika, seit 1910 auch in Europa (von der Schweiz ausgehend) in steigendem Masse besonders für Lagerhäuser und Fabrikbauten angewendet wird. Die Theorie der Pilzdecken ist heute noch nicht endgültig ausgebaut; auch die Konstruktive Gestaltung erfolgt in den einzelnen Ländern nach abweichenden Grundsätzen. Das Referat enthält in knapper Fassung die Grundlagen und den heutigen Stand der Theorie der Pilzdecken, nebst einer Zusammenstellung der einschlägigen, reichhaltigen Literatur. In der Diskussion sollen auch konstruktive Fragen zur Besprechung gelangen.

Das dritte Thema bezieht sich auf die Scheiben und Schalen im Eisenbetonbau. Der Referent bietet eine Uebersicht über die neuesten Fortschritte in der Berechnung und Konstruktion der Flächentragwerke mit ebenen Flächen (Scheiben), wie auch mit gekrümmten Flächen (Schalen). Zahlreiche Beispiele von ausgeführten Bauwerken führen die Vorzüge der Schalenbauweise, der eine starke Entwicklung bevorsteht, eindringlich vor Augen; die eingehende Diskussion der zahlreichen statischen und konstruktiven Probleme wird zu den Aufgaben späterer Kongresse gehören.

Der im April 1932 erschienene 1. Band der Abhandlungen der Internationalen Vereinigung für Brückenbau und Hochbau enthält u. a. 7 wissenschaftliche Arbeiten aus dem Gebiete der Platten, Schalen und Scheiben, verfasst von C. S. Chettoe, F. Dischinger, U. Finsterwalder, P. Frandsen, E. Gruber, K. W. Johansen und A. Mesnager. Es möge genügen, an dieser Stelle auf diese Abhandlungen hinzuweisen.

Im Folgenden werden die am ersten Kongress im Vordergrund stehenden Probleme und Aufgaben aus dem Gebiete der Platten und Schalen kurz näher besprochen.

1. Die Theorie der isotropen Platte.

Zur statischen Untersuchung von kreuzweise armierten Eisenbetonplatten steht vor allem die klassische Elastizitätstheorie zur Verfügung, in der Form, wie sie vor mehr als 100 Jahren durch Lagrange und Navier begründet und später durch zahlreiche Forscher weiter ausgebaut wurde. Die klassische Plattentheorie beruht auf einer Reihe von Voraussetzungen, die nachstehend kurz erwähnt seien. Analog der Behandlung des prismatischen Stabes in der Baustatik werden auch bei der Platte die sogenannten Navier'schen Annahmen eingeführt. Die Platte wird als dünn betrachtet im Verhältnis zu den Grundrissabmessungen. Die Einsenkungen sind wiederum klein im Verhältnis zur Plattenstärke, sodass die sogenannte Membran- oder Gewölbewirkung in den Hintergrund tritt (dehnungslose Deformation der Mittelfläche). Für die Anwendung im Eisenbeton erscheinen diese Voraussetzungen zulässig; immerhin ist zu betonen, dass eine Gewölbewirkung, resp. die Wirkung von Normalspannungen in der elastischen Fläche im Bruchzustand eine gewisse Rolle spielen wird, insbesondere bei eingespannten Platten mit Vouten.

Unter den genannten Voraussetzungen hat bereits 1816 Lagrange die Differentialgleichung der elastischen Fläche aufgestellt, und Navier hat 1821 den einfachsten Fall der rechteckigen freiaufliegenden Platte behandelt. Die Lite-

ratur, diesen Fall betreffend, ist heute sehr reichhaltig; besonders verwiesen sei an dieser Stelle auf die ausführlichen Darstellungen von G. Pigeaud, A. Mesnager und A. Nadai, sowie auf die Spezialschriften von H. Henky, H. Leitz u. a. Für die Anwendung im Eisenbetonbau werden besonders die graphischen Tabellen von G. Pigeaud in den Annales des Ponts et Chaussées 1929, und die Zusammenstellungen von A. Mesnager in seinem Buche « Cours de béton armé » wertvolle Dienste leisten.

Der Ausbau der klassischen Plattentheorie ist heute noch nicht vollzogen; es fehlen die Lösungen einer Anzahl von Aufgaben, die besonders im Eisenbetonbau von Bedeutung sind. Eine Aufgabe dieser Art bildet die Berechnung einer rechteckigen Platte, die an den Rändern derart frei aufliegt, dass sie sich an den Ecken abheben kann. Durch Versuche kann man sich leicht davon überzeugen, dass das Fehlen der sogenannten Eckkräfte an einer allseitig frei aufliegenden Platte eine messbare Aenderung des Deformationszustandes der Platte zur Folge hat. Eine theoretische Lösung dieser Aufgabe fehlt zur Zeit. In der Literatur findet sich mehrfach die Vermutung, dass eine Platte ohne Eckkräfte sich identisch verhalte wie ein Balkenrost, was aber nach den Versuchen keineswegs zutrifft. Eine zweite, praktisch wichtige Aufgabe betrifft die rechteckige Platte, die an den Rändern nicht frei aufliegt, sondern teilweise eingespannt ist. Die exakte Lösung dieses Problems bietet wesentliche Schwierigkeiten, weil die Integrationsmethode von Navier in diesem Falle versagt. Von mehreren Forschern, so von H. Henky und H. Leitz, wurde der Fall der vollständig eingespannten Platte behandelt; für die Anwendung erscheint es aber besonders wichtig, allgemeine Lösungen für beliebige Einspannungsgrade der Ränder in brauchbarer Form zu entwickeln, um die Grundlagen zur Berechnung durchlaufender Platten zu gewinnen. Von grossem Wert ist auch der weitere Ausbau in der Differenzenrechnung, an dem in neuerer Zeit mehrere Ingenieure (N. Nielsen, H. Markus, P. Frandsen, H. M. Westergaard) erfolgreich gearbeitet haben. Die Differenzenrechnung erlaubt auch die Untersuchung von Platten mit veränderlicher Stärke, für welche die Differentialgleichung von Lagrange keine Gültigkeit mehr besitzt. Prof. M. Huber in Warschau hat in einer Reihe von wichtigen Arbeiten die orthotrope Platte behandelt, d. i. eine Platte mit verschiedenen Biegungssteifigkeiten nach den beiden Tragrichtungen. Diese wertvolle Erweiterung der Theorie gestattet zahlreiche, interessante Anwendungen, die von praktischer Bedeutung sind.

2. Die Anwendung der Plattentheorie auf den Eisenbeton.

Das Problem der Berechnung kreuzweise armierter, rechteckiger Eisenbetonplatten soll an der zweiten Arbeitssitzung eingehend diskutiert werden. Vor allem ist die grundlegende Frage abzuklären, ob und in wie weit die klassische Theorie der isotropen Platte zur Berechnung von Eisenbetonplatten anwendbar erscheint, obgleich die Voraussetzungen der isotropen Platte beim Eisenbeton nicht zutreffen. Zur Beantwortung dieser Frage genügen theoretische Ueberlegungen nicht, und es ist notwendig, die Ergebnisse von Belastungsversuchen zu Rate zu ziehen.

Der Referent W. Gehler beschreibt in seinem Referate ausführlich die

neuen, umfangreichen Plattenversuche, die am Materialprüfungsamt der Technischen Hochschule in Dresden durchgeführt wurden. Die Versuche beziehen sich vorwiegend auf die allseitig frei aufliegende Platte, die zwar in der Praxis eine untergeordnete Rolle spielt, aber zur Beobachtung der Einflüsse verschiedener Faktoren besonders geeignet erscheint. Gegenüber früheren Versuchen wurde die Belastungsanordnung wesentlich verbessert. Für die Diskussion seien nachstehend einige grundlegende Fragen besonders formuliert:

Entspricht das statische Verhalten kreuzweise armierter Platten der klassischen Theorie der isotropen Platte mit konstanter Biegungssteifigkeit?

Ist zur Berechnung der Biegungsmomente die Poissonzahl mit $m = 4$ einzusetzen, oder rechtfertigt sich eine grössere Poissonzahl und warum?

Lässt sich durch eine besondere Eckarmierung zur Uebertragung der Drillungsmomente die Tragfähigkeit wesentlich steigern? Ist der Drillungswiderstand einer kreuzweise bewehrten Platte auch in höherem Belastungszustand noch voll wirksam?

Welche Rolle spielt die offenbar vorhandene Membran- oder Gewölbewirkung im Bruchzustande der Platten?

3. Die praktische Berechnung der rechteckigen, allseitig gestützten Eisenbetonplatte.

Es erscheint wünschenswert, dass am Kongress in Paris nicht nur Probleme erkenntnistheoretischer Natur, sondern auch für die Anwendung geeignete Rechnungsmethoden besprochen werden. Die Theorie der rechteckigen, allseitig gestützten Platte ist heute noch nicht genügend ausgebaut, um ihre fortlaufende Anwendung in der Praxis zu gestatten. Der von Navier behandelte Fall der freien Auflagerung aller Ränder ist ein Grenzfall, der im Eisenbetonbau selten vorkommt. Meistens sind in der Praxis die Plattenränder teilweise eingespannt, indem sie in Mauerwerk eingreifen oder in monolithischer Bauweise mit Randträgern oder Nebenfeldern zusammenhängen. In diesem Falle ist es unrichtig und auch unwirtschaftlich, die Ergebnisse der klassischen Theorie der frei aufliegenden Platte anzuwenden.

Leider wurde in der Literatur bisher sehr selten der Versuch unternommen, den für die Praxis wichtigsten Fall der allseitig teilweise eingespannten Platte zu analysieren. Die praktisch tätigen Ingenieure waren gezwungen, zu einem Näherungsverfahren zu greifen, das unter der Bezeichnung Streifenmethode oder Trägerkreuzverfahren bekannt ist und in zahlreichen Eisenbetonvorschriften empfohlen wird. Man denkt sich aus der Platte in den beiden Tragrichtungen zwei Streifen herausgeschnitten, die sich an der Stelle der grössten Einsenkung kreuzen. Die gleichmässig verteilte Belastung p pro Flächeneinheit wird zerlegt in die Anteile p_1 und p_2, die nach den beiden Richtungen übertragen werden, wobei $p = p_1 + p_2$. Aus der Bedingung, dass an der Kreuzungsstelle die beiden Streifen die gleiche Einsenkung haben, können die Anteile p_1 und p_2 bestimmt werden; sie richten sich nach dem Verhältnis der Spannweiten und nach der Art der Auflagerung. Diese elementare Methode ist für die Anwendung sehr praktisch und eignet sich besonders auch für Platten, deren Ränder ganz oder teilweise eingespannt sind. In der Literatur des Eisenbetonbaues wurde die Streifenmethode, soweit bekannt, zuerst

1899 von P. Christoph empfohlen. Das Verfahren ist jedoch älter und scheint zuerst von C. Bach im Maschinenbau angewendet worden zu sein. Man könnte daran denken, das Verfahren zu verbessern, indem man statt einem einzigen Trägerkreuz einen sogenannten Trägerrost einführt. Die Theorie des Trägerrostes wurde erstmals von de Saint-Venant 1883 erwähnt. Sie geht aus der Theorie der isotropen Platte hervor, wenn man den Drillungswiderstand vernachlässigt und die Poissonzahl $m = \infty$ setzt.

Die Streifenmethode und ebenso die Theorie des Trägerrostes liefern Ergebnisse, die von der klassischen Plattentheorie unter Umständen stark abweichen. Man erkennt dies besonders gut am einfachsten Fall der quadratischen, allseitig frei aufliegenden Platte, die der Berechnung leicht zugänglich ist. Man erhält für das grösste Biegungsmoment in der Plattenmitte

nach der Streifenmethode $\quad M = \frac{p\,l^2}{16}$

nach der Theorie des Trägerrostes $\quad M = \frac{p\,l^2}{13{,}7}$

nach der Theorie der isotropen Platte $\quad M = \frac{p\,l^2}{27{,}2}\left(1 + \frac{1}{m}\right)$

Um die Streifenmethode der Plattentheorie besser anzupassen, wird in einigen Eisenbetonbestimmungen die Lastverteilung in empirischer Weise so durchgeführt, dass $p_1 + p_2 < p$ gewählt wird (Frankreich 1906, Dänemark 1921, Russland 1926). Dieser Weg ist nur gangbar zur Berechnung der frei aufliegenden Platten. Bei den eingespannten Platten ergeben sich alsdann zu kleine Momente, weil hier der Einfluss der Drillungsmomente zurücktritt; eine Abminderung der Belastungsanteile muss daher unbedingt vom Einspannungsgrad abhängig sein. H. Markus hat 1925 in seiner lesenswerten Schrift « Vereinfachte Berechnung biegsamer Platten » versucht, verbesserte Näherungsformeln zur Berechnung frei aufliegender, eingespannter und durchlaufender Platten aufzustellen, wobei er allerdings die Poissonzahl durchweg zu $m = \infty$ angesetzt hat.

Die rechteckige, auf allen Seiten teilweise eingespannte Platte lässt sich nach der klassischen Plattentheorie in ausserordentlich einfacher Weise behandeln, indem man die elastische Fläche durch Polynome darstellt, die den Randbedingungen genügen. Dieser elastischen Fläche entspricht im allgemeinen eine hügelförmige Belastung, die aber bei geeigneter Wahl von Koeffizienten plateauartige Gestalt annimmt und alsdann praktisch mit dem Fall der gleichmässig verteilten Belastung übereinstimmt. Nach diesem Verfahren berechnete der Verfasser (vergl. Schweizerische Bauzeitung 1932) für die quadratische Platte die folgenden Momente:

Moment in Plattenmitte:

$$M_m = \frac{p\,l^2}{27}\,\frac{1 + 3\,k}{2 + 3\,k}\left(1 + \frac{1}{m}\right),$$

Grösstes Moment am Rand:

$$M_r = -\frac{p\,l^2}{20}\,\frac{1}{1 + 2\,k}.$$

In diesen Formeln bezeichnet die Grösse k den sogenannten Einspannungsfaktor; es ist

$$k = \frac{2\,\varepsilon\,E\,J}{l\left(1 - \frac{1}{m^2}\right)},$$

wo ε die Drehung der Auflagerquerschnitte infolge « $M = 1$ » (elastische Einspannung) und J das Trägheitsmoment der Platte für die Einheit der Breite bezeichnet.

Der Einspannungsgrad der Platte ist definiert durch den Quotienten $\frac{1}{1+k}$. Mit $k = \infty$ und $k = o$ erhält man als Grenzfälle die bekannten Werte für freie Auflagerung resp. vollständige Einspannung; dazwischen liegen alle möglichen Fälle der teilweisen Einspannung. Die Ergebnisse der obigen, einfachen Formeln stimmen bis auf ca. 3 % mit der exakten Berechnung für gleichmässig verteilte Belastung überein. Der Vergleich mit der Streifenmethode hat ergeben, dass bei höhern Einspannungsgraden die Streifenmethode genügende Genauigkeit besitzt; bei schwacher Einspannung und freier Auflagerung liefert die Streifenmethode für das Moment in Plattenmitte zu grosse Werte. Die Streifenmethode eignet sich besonders gut zur Berechnung durchlaufender Platten, wobei die so bequeme Methode der Fixpunkte (nach Culmann) beibehalten werden kann. Immerhin ist zu beachten, dass bei den Platten der Einspannungsgrad wesentlich grösser ist, als bei den Balkenträgern, weshalb eine Verschiebung der Fixpunkte nötig wird. Der Ausbau der Theorie zur Berechnung durchlaufender Platten ist heute noch nicht vollendet und gehört zu den dringenden Aufgaben der angewandten Baustatik.

4. Pilzdecken.

Der amerikanische Ingenieur C.A.P. Turner berichtete 1909 in seinem Buche « Concrete Steel Construction » über die Einführung der trägerlosen Decken oder Pilzdecken (engl. Mushroom system) in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Umfangreiche Belastungsversuche, zum Teil bis zur Bruchgrenze ausgedehnt, dienten zur Klarstellung des statischen Verhaltens und zur Beurteilung des Sicherheitsgrades. Auf Grund dieser Versuche wurden frühzeitig elementare Berechnungsmethoden entwickelt, die auf wissenschaftliche Begründung keinen Anspruch machten, sondern von willkürlichen Annahmen über die Lage der Momentennullpunkte ausgehen (Verfahren von Turneaure und Maurer, University Wisconsin). Später wurde auch die Elastizitätstheorie der isotropen Platten herangezogen, in technischen Kreisen « Grashof's Flat Plate Theory » genannt (H. T. Eddy, M. Merriman, H. M. Westergaard und A. Slater, etc.). Die nordamerikanischen Bestimmungen für Beton und Eisenbeton vom 14. August 1924 enthalten ausführliche Angaben über die statische Berechnung und die konstruktive Ausbildung. Im Anschlusse an eine zur Berechnung der Biegungsmomente empfohlenen Formel wird in den erwähnten Bestimmungen ausdrücklich bemerkt, dass diese Formel nur etwa 72 % derjenigen Momentengrösse liefert, die sich auf Grund streng wissenschaftlicher statischer Berechnung ergibt.

Die nordamerikanischen Bestimmungen rechtfertigen dieses Vorgehen durch folgende Bemerkung :

« Eingehende Versuche, sowie die vorliegende praktische Erfahrung haben gezeigt, dass durch diese Vorschriften den wirklichen Verhältnissen ausreichend Rechnung getragen wird und dass eine genügende Sicherheit gewährleistet ist ».

Die konstruktive Ausbildung der Pilzdecken bezog sich hauptsächlich auf die Anordnung der Eiseneinlagen und die Form und Armierung der Säulenkapitäle. Als Armierung wurde in Nordamerika das sogenannte « Vierbahnensystem » bevorzugt ; zahlreiche Patente wurden auf besonders geformte Zulageeisen in den Pilzköpfen erteilt.

In Europa wurde das Pilzdeckensystem 1910 durch den schweizerischen Ingenieur R. Maillart eingefürt. Er wählte die Armierung nach dem « Zweibahnensystem » und änderte die Form der Säulenkapitäle von Grund auf. Von 1914 an wurden in der Schweiz von verschiedenen Konstrukteuren zahlreiche Hochbauten mit Pilzdecken erstellt. Eine Reihe dieser Ausführungen wurde bereits damals nach der Plattentheorie berechnet, wobei als Nutzlast an Stelle einer gleichmässig verteilten Belastung eine hügelförmige Belastung in Betracht gezogen wurde, die der Berechnung leichter zugänglich war. Die theoretischen Arbeiten von V. Lewe (1920) und H. Markus (1924) lieferten verbesserte Rechnungsmethoden auf wissenschaftlicher Grundlage und trugen zur Verbreitung des Pilzdeckensystems wesentlich bei. Wenn somit in Europa ebenso wie in Nordamerika die Konstruktion der Berechnung weit vorausgeeilt war, so konnte das Pilzdeckensystem in Europa doch erst dann allgemein Fuss fassen, nachdem die Baustatik rationelle Hilfsmittel zur Berechnung bereitgestellt hatte.

Am Kongress in Paris sollen einige der heute noch offenen, zahlreichen Fragen theoretischer und konstruktiver Natur zur Diskussion gelangen. Zum Teil liegen dieselben theoretischen Probleme vor, die bei der Besprechung der rechteckigen, kreuzweise armierten Platten bereits formuliert wurden. Von besonderer Wichtigkeit erscheint dem Verfasser der versteifende Einfluss der Pilzköpfe, der in den statischen Berechnungen bisher nicht einwandfrei berücksichtigt werden konnte. Es steht zu erwarten, dass das erhöhte Trägheitsmoment der Pilzköpfe die Feldmomente günstig beeinflusst, und es ist vielleicht vorwiegend dieser Einfluss, der die amerikanische Anschauung über die Momentengrösse rechtfertigt. Auch die Frage der Prüfung der Theorie durch Belastungsversuche erscheint der Besprechung wert ; in der Tat gehen heute die Ansichten über die richtige Auswertung der Versuche noch stark auseinander. Zahlreiche konstruktive Fragen, wie die Gestaltung der Pilzköpfe, die Ausbildung der Endfelder, etc. harren ebenfalls der Abklärung.

5. Schalen und Scheiben.

Rankine und Schwedler zeigten 1866 die Berechnung der Rotationsschalen nach der sogenannten Membrantheorie und legten damit den Grund zu der Theorie der biegungslosen Schalen, die im Eisenbetonbau zur Bemessung von Kuppelgewölben seit mehr als drei Jahrzehnten verwendet wurde. Der neuesten Zeit blieb es vorbehalten, diese Schalentheorie auf allgemeinerer

Grundlage weiter auszubauen und die Anwendung der Schalenbauweise im Eisenbetonbau nachhaltig zu fördern. Die Probleme dieses aussichtsreichen Gebietes sind wohl heute noch nicht so hinreichend entwickelt, dass am Kongress in Paris eine Abklärung möglich wäre. Obgleich die statischen Aufgaben zum grösseren Teil nicht zur Elastizitätstheorie gehören, sondern lediglich Gleichgewichtsprobleme darstellen, bietet die allgemeine Theorie der biegungslosen Schalen in einzelnen Fällen bedeutende Schwierigkeiten, die in der Anpassung der Lösungen an die sogenannten Randbedingungen begründet sind.

Als Scheiben bezeichnet man in der Baustatik ebene Platten, die durch in der Mittelebene wirkende Kräfte beansprucht sind, sodass ein ebener Formänderungszustand entsteht. Die Theorie, seit langem Bestandteil der mathematischen Elastizitätslehre, wurde durch Lamé und de Saint-Venant begründet und später hauptsächlich durch englische Forscher weiter ausgebaut (Airy'sche Spannungsfunktion). Die Navier'sche Spannungsberechnung am prismatischen Balken bildet einen Sonderfall des Scheibenproblems. Als Konstruktionselement im Eisenbetonbau wird die Scheibe von grosser Bedeutung werden, sobald dem Konstrukteur praktisch brauchbare Verfahren zur statischen Untersuchung zur Verfügung stehen.

TRADUCTION

par M. Gossieaux, Ing., Paris.

L'emploi des dalles et des constructions à parois minces en béton armé prend actuellement une importance de plus en plus grande. Il est donc légitime, au cours de ce premier Congrès de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes, d'examiner, dans une séance de travail particulière, les problèmes qui se posent aujourd'hui dans ce domaine, tant en théorie qu'en pratique et d'appeler à la coopération de tous pour résoudre les problèmes que pose impérieusement l'avenir. Les dalles et les constructions à parois minces font partie des plus anciens éléments de la construction en béton armé; on les trouve déjà dans les spécifications des brevets de Monier, mais ils ont toutefois perdu de leur importance depuis que Hennebique a introduit dans la pratique, avec beaucoup de succès, les poutres résistant à la flexion. Ce n'est qu'au cours de ces derniers temps que l'application des dalles et des constructions à parois minces a pu faire des progrès sensibles, tels que l'introduction des planchers sans poutres (dalles-champignons) et des voûtes rigides à parois minces permettant le recouvrement de surfaces plus importantes.

L'édification de la théorie, en tenant compte des exigences de la pratique, est entrée depuis peu dans une phase de développement intéressante ; on peut s'attendre à de nouveaux progrès, dans un avenir prochain, grâce aux facultés de création de l'ingénieur.

Pour pouvoir discuter ces questions avec profit, le programme de cette deuxième séance de travail a été limité à quelques sujets nettement définis; des rapports particuliers ont été élaborés pour préparer cette discussion.

Par paroi portante [1], on entend, dans la statique de la construction, une dalle plane, qui se trouve chargée par des efforts agissant dans le plan médian, de sorte que les déformations se produisent dans le plan. La théorie correspondante, qui fait partie depuis longtemps de la théorie mathématique de l'élasticité, a été établie par LAME et DE SAINT-VENANT et développée ultérieurement, principalement par des investigateurs anglais (fonction d'AIRY). Le calcul de NAVIER, sur les efforts dans les poutres prismatiques, constitue un cas particulier du problème des parois portantes. Les parois portantes prendront une importance considérable dans la construction en béton armé, lorsque le constructeur pourra disposer de méthodes effectivement pratiques pour ses études statiques.

Zusammenfassung.

Die am Kongress in Paris zur Diskussion gelangenden Themen aus dem Gebiete der Platten und Schalen im Eisenbetonbau werden, als Einleitung zu den Sonderreferaten, kurz besprochen. Im Vordergrund stehen die grundlegenden Probleme der Theorie der isotropen Platten, die Anwendung der Plattentheorie auf den Eisenbeton, die praktische Berechnung der rechteckigen, allseitig frei aufliegenden oder teilweise eingespannten Eisenbetonplatten, die Berechnung und Konstruktion der Pilzdecken, sowie der Schalen und Scheiben. Eine Reihe von aktuellen Fragen aus diesen Gebieten, deren Abklärung am Kongress erwünscht wäre, werden formuliert und näher begründet.

Résumé.

L'auteur expose une vue d'ensemble des sujets qui doivent faire l'objet d'une discussion au cours du Congrès de Paris, et qui appartiennent au domaine des dalles et éléments à paroi mince en béton armé.

Au premier plan, il faut signaler le problème de base que constitue la théorie des dalles isotropes, puis l'application, au béton armé, de la théorie des dalles, le calcul pratique des dalles de béton armé rectangulaires, reposant librement sur leurs quatre bords, ou partiellement encastrées, le calcul et la construction des dalles, ainsi que des voûtes et parois minces.

L'auteur expose une série de questions ayant trait à ce domaine et qu'il serait intéressant de pouvoir élucider au cours de ce Congrès.

Summary.

As an introduction to the separate reports, the themes concerning slabs and shells in reinforced concrete structures to be discussed at the Paris Congress are here briefly spoken of. In the foreground stand the basic problems of the theory of isotropic plates, the application of the plate theory to reinforced concrete, the practical calculation of rectangular reinforced concrete slabs free on all sides or partly held, the calculation and design of mushroom systems, and also of shells and thin walls. A series of topical questions from this field, whose elucidation at the Congress is desirable, is drawn up and further discussed.

1. Dans le rapport II 4, Petry, « Parois et voûtes minces en béton armé », la paroi portante est désignée par « tympan ».