Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 113/114 (1939)
Heft: 20

Inhaltsverzeichnis

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: 26.07.2025

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

INHALT: Ursachen und Bedeutung der Rissbildung an Eisenbeton-Tragwerken. — Eidgenössisches Amt für Verkehr. — Neuere Arbeiten der Architekten Frey & Schindler, Olten-Zürich. — Mitteilungen: Solidarhaftung von Architekt und Unternehmer. Automatische Grosskälteanlage für industrielle Luftkonditionierung. Eine schalldichte Kammer. Ein mächtiger norwegischer Lokomotivtyp. Eine grosse Heber-Anlage. Eine Trolleybuslinie in Zürich. Die Gesellschaft selbständig praktizierender Architekten Berns. — Wettbewerbe: Schulhaus mit Turnhalle und Kanzleiräumen in Hünenberg (Kt. Zug). «Pavillon Galland» im Altersasyl Vessy (Genf). Plastischer Schmuck am Quai Gustave Ador in Genf. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine.

Band 113 Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich Nr. 20
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Ursachen und Bedeutung der Rissbildung an Eisenbeton-Tragwerken

Von Dipl. Ing. J. BÄCHTOLD, bei Locher & Cie., Zürich[1])

Risse im Eisenbeton lassen darauf schliessen, dass eine Relativbewegung zwischen Stahl und Beton stattgefunden hat und der Verbund, wenigstens stellenweise, zerstört ist (Abb. 1a). Diese Relativbewegung ist bedingt durch die verschiedene Dehnbarkeit von Beton und Stahl. Beton allein kann im günstigsten Fall eine Dehnung von 0,2 ‰ erleiden. Würde sich der Beton in Verbindung mit Armierung gleich verhalten wie unarmiert, so müssten Stahlzugspannungen von über 400 kg/cm² — entsprechend Dehnungen von über 0,2 ‰ — stets Risse im Beton zur Folge haben. Ein solches unverändertes Verhalten des Betons ergäbe eine Spannungsverteilung zwischen zwei Rissen gemäss Abb. 1b. Die Adhäsion ist gestört. Die Spannungsübertragung zwischen Stahl und Beton erfolgt durch Haft- bzw. Gleitreibung, hauptsächlich erzeugt durch den Schwinddruck, den der Beton

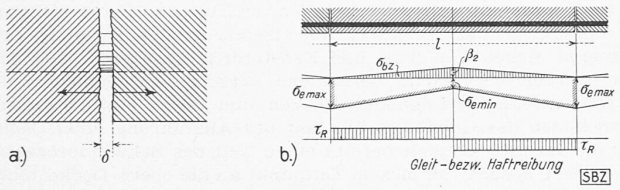

Abb. 1. Vollständiges Lösen des Zusammenhanges zwischen Stahl und Beton; keine elastische und plastische Dehnung des Betons in der Nähe der Armierung

auf den Stahl ausübt. Durch die Haftspannungen, die in Form von Reibung ungefähr gleichmässig verteilt sind, wird ein Teil der Zugkraft vom Stahl auf den Beton übertragen, der erste also entlastet. Dies geht soweit, bis die Zugfestigkeit des Betons (β_z) erreicht ist. Ist die Zugkraft des Stabes oder Balkens zwischen zwei Rissen unveränderlich, so liegt die Stelle grösster Betonzugspannungen in der Mitte. Hier wechselt die Haftspannung das Vorzeichen, die Stahlzugspannungen nehmen wieder zu und die Betonzugspannungen ab bis auf 0 beim nächsten Riss. Im Rissquerschnitt entspricht die Stahlspannung der rechnerischen ($\sigma_{e\,max}$). Das $\sigma_{e\,min}$ zwischen zwei Rissen lässt sich berechnen aus:

$$\sigma_{e\,min} = \sigma_{e\,max} - \tau_R \frac{F_u}{F_e} \frac{l}{2}$$

Darin bedeuten τ_R die Haftspannung (Reibung), F_u die Stahloberfläche pro Längeneinheit, F_e den Stahlquerschnitt und l die Rissdistanz. Aus der Ueberlegung heraus, dass die Rissdistanz l das Doppelte der Strecke ist, die es braucht, um die Betonzugspannungen von 0 auf β_z anwachsen zu lassen, kann l berechnet werden nach der Formel $l = \frac{2 F_b \beta_z}{\tau_R F_u}$. Darin bedeuten F_b den Betonquerschnitt — bei Biegung der halbe Querschnitt der Betonzugzone — und β_z die Betonzugfestigkeit. Aus der Differenz der Betondehnung und der Stahldehnung ergibt sich die Rissweite:

$$\delta = \left\{ \frac{\sigma_{e\,max} + \sigma_{e\,min}}{E_e} - \frac{\beta_z}{E_b} \right\} \frac{l}{2}$$

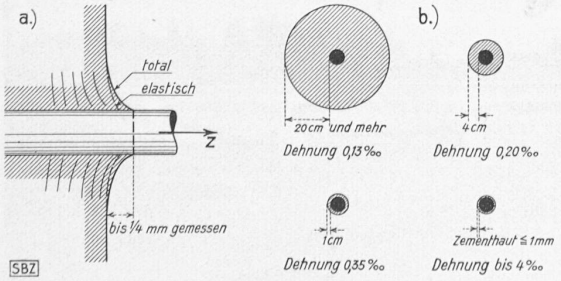

Abb. 2. Elastische und plastische Dehnung des Betons nahe der Oberfläche der Armierung

Obschon diese angenommene einfache Spannungsverteilung der Wirklichkeit nicht ganz entspricht, erlauben die obigen Formeln, Distanz und Grösse der zu erwartenden Risse angenähert zu bestimmen, bzw. die notwendige Armierung zu ermitteln, um die Rissbildung innerhalb gewisser Grenzen zu halten. Dass die tatsächlichen Verhältnisse komplizierter sind, als sie oben angenommen wurden, beweist schon die Erfahrung, dass oft Dehnungen weit über 0,2 ‰ ohne Rissbildung vorkommen. Ueber die Vergrösserung der Dehnbarkeit des Betons in Verbindung mit Eisen und Stahl geben die Versuche von Emperger, Graf, Abrams, Glanville und andern Aufschluss. Der Beton kann in unmittelbarer Nähe der Stahloberfläche zu sehr grossen Dehnungen gezwungen werden (Abb. 2a). Werden, um dies zu bebeweisen, Stahlstäbe mit einer dünnen Betonschicht umhüllt und auf Zug beansprucht, so ist die Dehnbarkeit der Betonhülle umso grösser, je geringer ihre Stärke ist (Abb. 2b). Bei 20 cm und mehr Betonstärke ist die Dehnbarkeit gleich wie beim unarmierten Beton; bei 4 cm Umhüllung um rd. 50 % grösser und die eigentliche Zementhaut von weniger als 1 mm Stärke kann Dehnungen von 4 ‰ und mehr ausführen, ohne zu reissen (Abb. 2b). Aus Abb. 2a kann ferner der Schluss gezogen werden, dass bei Ueberschreitung der Dehnbarkeit der Betonoberfläche ein Riss nicht unbedingt bis zur Stahleinlage durchgehen muss. Dringt aber bei sehr grosser Dehnung ein Riss doch bis zur Armierung vor, so beschränken die erzwungenen, teils elastischen, teils plastischen Dehnungen die Trennung zwischen Stahl und Beton auf die unmittelbare Umgebung des Risses. Die Haftung bleibt daher auch nach Eintritt von Rissen grösstenteils intakt, und die Spannungsverteilung ist nicht unstetig und sprunghaft, sondern ausgeglichen, etwa gemäss Abb. 3.

Wie bereits früher erwähnt, kann die Rissbildung trotz etwas anderer Spannungsverteilung nach den dort abgeleiteten Formeln abgeschätzt werden, wenn anstelle der normalen Betondehnung bzw. Betonzugfestigkeit die der Betonüberdeckung entsprechenden grösseren Werte eingesetzt werden. Die Ueberlegungen, die zu den Formeln für die Rissdistanz und Rissweite geführt haben, zeitigen auf jeden Fall das Ergebnis, dass die Rissweite umso kleiner ist, je geringer die Rissdistanz ist, und dass diese wiederum durch Vergrösserung der Haftfestigkeit und der Haftfläche vermindert werden kann. Für die Rissbekämpfung lässt sich somit folgende Forderung aufstellen: Es sind möglichst alle spannungserzeugenden Einflüsse zu erfassen! D. h. nicht nur die Belastungen und die normalen Temperatur- und Schwindeinflüsse sollen in Rechnung gestellt werden, sondern auch die Schwindspannungen infolge einseitiger Armierung, die verschiedenen Möglichkeiten der Behinderung der Temperatur- und Schwinddeformationen, der Einfluss des verschiedenen Schwindmasses von zusammenhängenden, aber zu verschiedenen Zeitpunkten ausgeführten Eisenbetonbauteilen sind zu berücksichtigen. Ferner sind die Spannungen aus einseitigen Temperaturänderungen infolge Sonnenbestrahlung, Schneeanhäufungen, Berührung mit dem Erdreich, mit Grund- oder Tagwasser abzuschätzen. Unter Berücksichtigung der ungünstigsten Spannungskombinationen ist die Dimensionierung so vorzunehmen, dass keine Zugspannungen bzw. Dehnungen entstehen, die die Dehnbarkeit des Betons übersteigen. Um diese Dehnbarkeit möglichst zu steigern, ist eine geringe, aber kompakte, dehnungsfähige Betonüberdeckung und grosse Haftung anzustreben. Die Erfüllung dieser Forderungen bedingt eine weit-

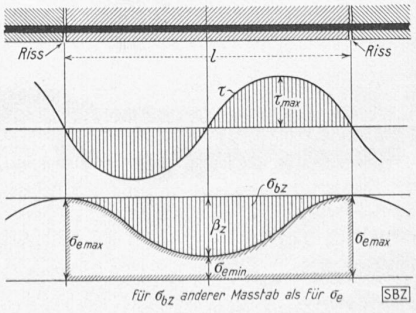

Abb. 3. Spannungsverlauf zwischen zwei Rissen der elast. und plast. Dehnung des Betons in der Nähe der Armierung

[1]) Auszug aus einem Referat, gehalten in der S. I. A.-Fachgruppe für Brückenbau und Hochbau am 10. Dezember 1938.