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

Band: 7 (1964)

Artikel: Korrosion von Bewehrungsstählen und daraus folgende Schäden

Autor: Carpentier, L. / Soretz, S.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-7986

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: 11.07.2025

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

Vc1

Korrosion von Bewehrungsstählen und daraus folgende Schäden

Corrosion of Reinforcing Steels and Resulting Damage

Corrosion des armatures et détériorations en résultant

L. CARPENTIER
Chef de la Division des Ouvrages d'Art
des Chemins de Fer Français

S. SORETZ
Dr. techn., Wien

Auf dem RILEM-Symposium 1957 in Stockholm über Verbund und Rißbildung hat Herr CARPENTIER [1] über eine eingehende Untersuchung von lange Zeit im Dienst stehenden Eisenbahnbrücken aus Stahlbeton berichtet, daß Korrosionsschäden nur an jenen Tragwerken aufgetreten sind, die Ausführungs- oder konstruktive Mängel aufweisen, so wie dies auch im Generalbericht von Herrn Prof. LOUIS aufgezeigt wurde. In allen Fällen einwandfreier Ausführung haben selbst die übliche Grenzen weit übersteigenden Rißweiten nicht zu Korrosionserscheinungen geführt.

Diese Untersuchungen konnten jedoch über die Zusammenhänge zwischen den einzelnen die Korrosion fördernden Parametern keine Auskunft geben. Im besonderen sah Herr CARPENTIER einen für Eisenbahnbrücken charakteristischen Einfluß in den durch die darüberrollenden Lasten sich ständig öffnenden und schließenden Rissen, wodurch ein Pumpeffekt entstehen könnte. Durch das Pumpen wird die Luft mit den darin enthaltenen, die Korrosion fördernden Stoffen angesaugt und wieder ausgestoßen. Unter sonst gleichen atmosphärischen Verhältnissen unterliegt daher sowohl die Bewehrung als auch der Beton bei ruhender Belastung grundsätzlich anderen Bedingungen als bei wechselnder Belastung.

Die beiden Verfasser haben beschlossen gemeinsam eine Untersuchung dieses Problemes durchzuführen. Das Versuchsprogramm wurde im Rahmen einer Tagung der Brückenbau-Referenten der UIC 1961 in Wien diskutiert und möchten die Autoren für die dabei empfangenen Anregungen noch besonders danken. Die Finanzierung der im Laboratorium der SCHMIDTSTAHLWERKE AG in Wien durchgeführten Versuche übernahm in dankenswerter Weise die TOR-ISTEG STEEL Corporation, Luxembourg.

Als Versuchsobjekt wurden kleine Stahlbetonbalken gewählt mit 5 cm Breite, 10 cm Höhe und 120 cm Länge, die mit einem 6 mm dicken Stab aus RIPPEN-TORSTAHL 60 bewehrt wurden. Der Beton wurde aus 1 Gewichtsteil Zement, 5,5 Gewichtsteilen Zuschlagstoff mit 12 mm Größtkorn und 0,5 Gewichtsteilen Wasser angemacht. Die Verdichtung der Probekörper erfolgte durch Stochern. Die geometrischen Verhältnisse der Probekörper ließen eine

vollkommene Verdichtung des verwendeten Betons nicht zu, wie später gezeigt wird. Die Probekörper wurden die ersten 7 Tage feucht gehalten und lagerten dann 7 Monate in der Versuchshalle bei durchschnittlich 18°C und 55% Luftfeuchtigkeit. Die gleichartig hergestellten und behandelten Probewürfel hatten nach 7 Monaten 473 und am Ende der Versuche nach 2 Jahren und 7 Monaten 528 kg/cm² Druckfestigkeit.

Nach 7 Monaten Erhärtung wurden die Balken gemäß Fig. 1 in Belastungsvorrichtungen eingebaut und paarweise mit Gewichten über Hebel belastet. Die Belastung wurde mit 59 bis 65 kg/mm² rechnungsmäßiger Stahlspannung so hoch gewählt, daß in jedem Balken einige Risse mit 0,2 bis 0,3 mm Weite entstanden sind. Insgesamt hatte die Hälfte aller Risse 0,2 bis 0,3 mm Weite und je ein Viertel kleinere bzw. größere Weiten.

2 Balkenpaare waren ständig ruhend belastet. Die beiden anderen Balkenpaare wurden einer wechselnden Belastung ausgesetzt, wobei in einer 2-Wochen-Periode 5 Belastungen und 5 Entlastungen stattfanden. Bei jeder Be- und Entlastung wurde in Abständen von einer Stunde jeweils ein Viertel des Gesamtgewichtes aufgelegt bzw. abgenommen. Zu den Wochenenden waren die Balken abwechselnd unter Last oder entlastet. Im Verlauf von 2 Jahren sind daher je 250 Be- und Entlastungen vorgenommen worden.

Je 2 Balkenpaare wurden so belastet, daß der Zugrand unten bzw. oben lag.

Alle Prüfstände wurden zur Förderung der Korrosion zusätzlich befeuchtet, in dem unter den in Fig. 1 gezeigten Zelten ein feinst verteilter Sprühregen erzeugt wurde. Jeder Prüfstand wurde in jeder Woche 2mal einem Sprühregen von 4 Stunden Dauer ausgesetzt. Dazwischen trockneten die Balken aus, wobei die Temperatur auf 20°C und die Luftfeuchtigkeit auf 80% konstant gehalten wurden.

Während der 2 Jahre dauernden Versuche haben insgesamt 170 Besprühungen stattgefunden. Die dabei wirkende Regenmenge entsprach mit 4780 mm etwa der 7fachen mittleren jährlichen Niederschlagsmenge für Wien.

Neben den üblichen Messungen sämtlicher Rißweiten und der Durchbiegungen der Balken sind zur Verfolgung der Korrosion während der Versuchsdauer noch folgende Messungen ausgeführt worden.

Zwischen dem herausstehenden Ende des Bewehrungsstabes und einer in der Mitte der Druckzone eingesetzten Elektrode aus Platindraht wurde der elektrische Wechselstrom-Widerstand und die Potentialdifferenz gemessen. Zwischen dem herausstehenden Ende des Bewehrungsstabes und einer auf die Oberfläche aufgesetzten $Cu/CuSO_4$-Elektrode wurde die Potentialdifferenz gemessen.

Nach 2 Jahren Versuchsdauer wurden die Versuche abgebrochen und die Probekörper zerstört. Die weit über 10000 Messungen sowie die Beobachtungen und Feststellungen ergeben zusammenfassend folgendes:

In allen Fällen hat die Korrosion gemäß Fig. 2 an einem Riß oder an einer

porösen Stelle des Betons begonnen, die stets auf der dem Zugrand nächst gelegenen Seite des Stabes lag. Die Korrosion hat mit einem kleinen Punkt begonnen und fortschreitend in der Längsrichtung sowie rund um den Stab sich ausgebreitet. Für die weiteren Betrachtungen wurde die Länge dieser Rostbildung R in % des Rißabstandes als Maß für die Korrosion gewählt.

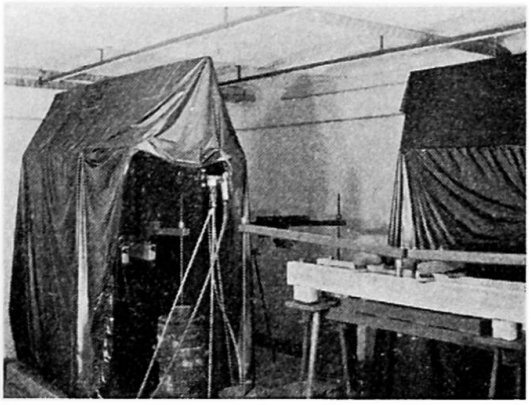

Fig. 1.

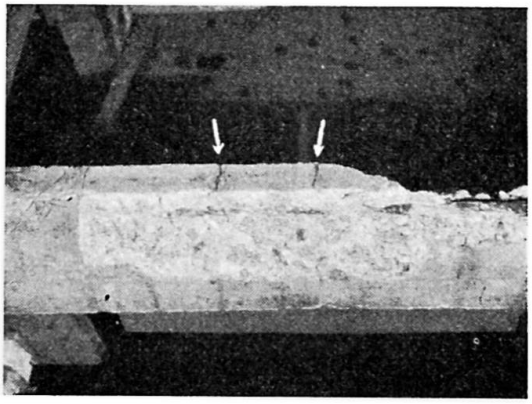

Fig. 2.

Fig. 3.

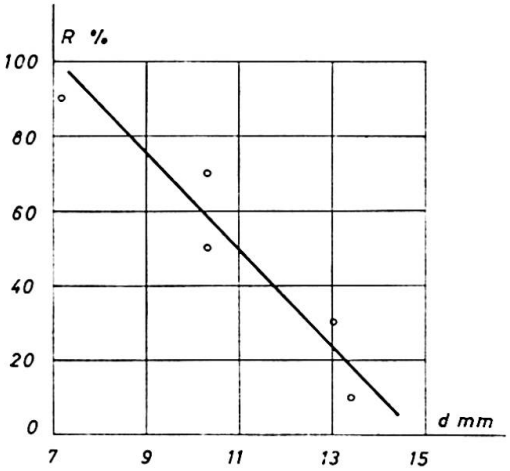

Fig. 4.

Fig. 3 zeigt einen Extremfall der Korrosion. Infolge zu geringer Deckung ist ein Längsriß über dem Stab aufgetreten und über dessen ganze Länge Korrosion. Weiters ist noch die unvermeidliche Porosität dieser dünnen Deckschichten festzustellen, die insbesondere dann ungünstig wirken, wenn sich Sandkörner zwischen dem Stab und der Oberfläche verklemmen, wodurch das Wasser zum Stahl direkten Zutritt erhält.

Den Zusammenhang zwischen Betondeckung (d) und Korrosion (R) zeigt Fig. 4, in der Gruppenmittel aufgetragen sind. Mit einer Deckung von mehr als 1,5 cm ist unter den Versuchsbedingungen Korrosion nicht mehr zu befürchten. Mit abnehmender Dicke der Deckung nimmt die Korrosion stark zu

und bei weniger als 7 mm Deckung ist mit Sicherheit die ganze Staboberfläche mit Rost bedeckt.

Den Zusammenhang zwischen Rißweite (w) und Korrosion (R) zeigt Fig. 5, in der wieder Gruppenmittel aufgetragen sind; die Korrosion nimmt mit steigender Rißweite zu. Wenn die Betondeckung 2 cm betrug haben Rißweiten von 0,2 bis 0,3 mm zu keiner Korrosion geführt. Bei einer Deckung von wenigen mm führten jedoch schon Rißweiten von 0,1 mm zu Korrosion.

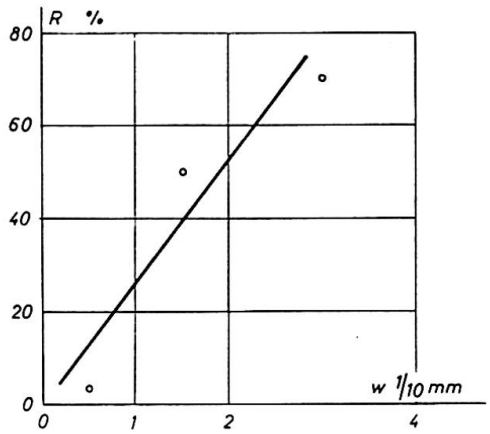

Fig. 5.

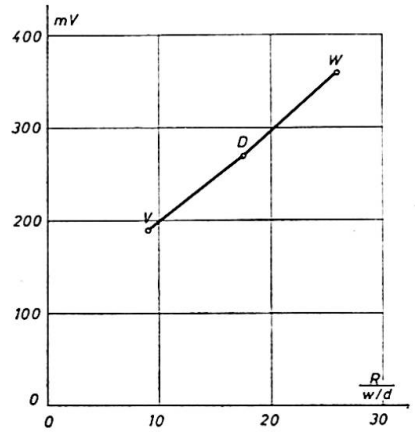

Fig. 6.

Zur Abklärung der Existenz des Pumpeffektes der Risse infolge oftmals wiederholter Belastung wurden in Fig. 6 sämtliche Risse der zusammengehörigen Balken zu einem Mittelwert zusammengefaßt. Als Abszisse ist aufgetragen ein Maß für die Rostgefahr oder Rostintensität, in dem die Länge der Verrostung (R) durch die Weite der Risse (w) und diese durch die Dicke der Betondeckung (d) dividiert wurden.

Die Balken W mit oftmals wechselnder Belastung zeigen mit dem Wert 26 eine größere Rostgefahr als die Balken D mit ständig ruhender Belastung, für die der Wert 17,5 ermittelt wurde.

In den einzelnen Belastungsvorrichtungen sind auch Balken unbelastet ausgesetzt worden, die durch eine gleich starke Vorbelastung Risse hatten. Diese Balken V haben mit dem Wert 9 die geringste Rostbildung gezeigt.

In Fig. 6 sind weiters die Endwerte der gemessenen Potentialdifferenzen ($m\,V$) angegeben als Ordinaten. Die Potentialdifferenz ist für die am stärksten durch Rost gefährdeten Balken W mit oftmals wiederholter Belastung am größten und für die unbelasteten Balken mit Rissen, die auch die geringste Verrostung zeigten, am kleinsten. Es erscheint daher möglich durch Messungen der Potentialdifferenz eine Aussage über die Rostgefahr für eine Stahlbetonkonstruktion zu treffen. Durch weitere Forschungen muß die Brauchbarkeit einer solchen zerstörungsfreien Methode abgeklärt werden.

Eingangs wurde erwähnt, daß die gleiche Anzahl Balken mit der Zugzone oben bzw. unten den Korrosionseinwirkungen ausgesetzt wurde. Der zuvor

erläuterte Wert für die Rostgefährdung ist für die Balken mit Zugzone unten mit 26 größer als für die mit Zugzone oben, für die 22,4 ermittelt wurde. Zum gleichen Ergebnis führen die in Fig. 7 gezeigten Ergebnisse der Messungen der Potentialdifferenz, die im 2. Beobachtungsjahr für die Balken mit Zugzone unten um 30 bis 80 *mV* größer war als für die Balken mit Zugzone oben. Wir erklären uns diese Feststellung mit der Beobachtung, daß nach einer Besprühung die Oberseite der Balken stets rascher abtrocknete als die Unterseite, auf der längere Zeit ein Wasserfilm und Tropfen hängen blieben.

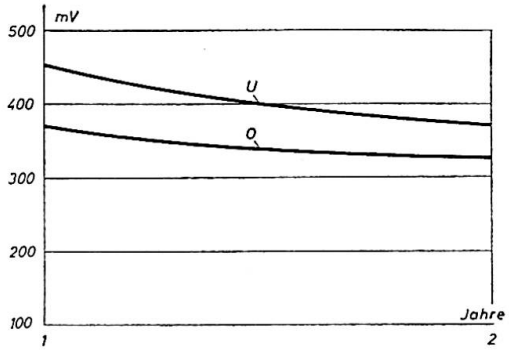

Fig. 7.

Literatur

1. Carpentier, L.: Diskussionsbeitrag zu IV, RILEM-Symposium 1957 in Stockholm.

Zusammenfassung

Bei Stahlbetontragwerken unter wechselnder Belastung tritt ein zusätzlicher Pumpeffekt auf, der korrosionsfördernd wirkt. Die Verfasser untersuchten diesen Einfluß und zeigen auch den Zusammenhang zwischen Betonüberdeckung, Rißweite und Korrosion. Außerdem wird eine zerstörungsfreie Methode für die Messung der Korrosionseinwirkungen angegeben.

Summary

In reinforced concrete structures subjected to dynamic loads, an additional pumping effect occurs which accelerates the corrosion of the reinforcements. The authors discuss this effect and also show the relationship between the covering of the reinforcements, the cracking and the corrosion. In addition, they describe a non-destructive method for measuring the effect of the corrosion.

Résumé

Dans les constructions en béton armé sollicitées par des charges dynamiques, l'effet de pompage accélère la corrosion des armatures. Les auteurs examinent cette influence et montrent aussi le rapport entre la couverture des armatures, la fissuration et la corrosion. En outre, ils indiquent une méthode non destructive pour mesurer l'effet de la corrosion.