Zeitschrift: IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen

Band: 7 (1970)

Artikel: Défintions et classification des processus de corrosion

Autor: Baus, R. / Brenneisen, K.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-8682

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: 12.12.2025

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

Nous avons également jugé utile d'annexer certaines informations relatives à ces cas de corrosion signalés dans la littérature ou à l'occasion de divers congrès récents.

Nous avons retenu notamment, en ce qui concerne les problèmes de corrosion dans les constructions en béton armé:

- une étude du Dr. SORETZ "Contribution à l'étude de la corrosion des armatures dans le béton armé" (Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics - juillet - août 1966).
- un rapport de recherches du Centre National de Recherches scientifiques et techniques pour l'Industrie Cimentière qui poursuit depuis plusieurs années, en Belgique, des études sur le comportement de poutres exposées à diverses conditions de conservation (Rapport de recherches nº 4 - Décembre 1964 et différents rapports non encore publiés).
- un article de M. NILS PETERSON, "Corrosion of Central Heating Pipes and Air Circulation pipes Embedded in Concrete" (Institut de Recherches surle Ciment et le Béton - Stockholm 1965 - Applied Studies nº 7).

En ce qui concerne la corrosion dans les ouvrages en béton précontraint signalons certains travaux récents présentés à la FIP et à l'ASP:

- Rapport du Comité RILEM-FIP-A.I.P.C. présenté par M. LOBRY de BRUYN au Cinquième Congrès de la FIP (Paris 1966).
- Rapport d'une séance de travail présidée par M. PELTIER à la septième session d'études de l'ASP (mars 1964).
- Conférence de MM. BERTHIER et VERIT à la neuvième session d'études de l'ASP (mai 1967).
- Rapport général de M. REHM et rapports de MM. DUMAS, DE STRYCKER, ALEXELEV, KAJFASZ, HAN, KOWALCZYK, DOANIDES et KERN, au symposium international sur les aciers de précontrainte de la FIP (Madrid 1968).
- "Protections des aciers de précontrainte" - conférences de MM. BERTHIER, KERN et DUMAS, à la dixième session d'études de L.A.S.P. (mars 1968).
- "Second progress report on the survey on durability of prestressed concrete structures in the United States, Canada, the Pacific and Far-Eastern Countries" - R. SZILARD (October 1968).

3. DEFINITIONS ET CLASSIFICATION DES PROCESSUS DE CORROSION

Avant d'entamer l'étude des détériorations causées par la corrosion dans les constructions, il nous a paru utile de résumer quelques notions générales relatives à la corrosion des métaux.

Par corrosion on entend tous les processus au cours desquels un métal ou un alliage utilisé comme matériau de construction subit, sous l'action de l'ambiance où il est placé, une transformation qui le fait passer de l'état métallique initial à un état de composé chimique.

Cette définition générale de la corrosion est souvent limitée aux cas où la transformation chimique conduit à une détérioration des qualités du métal, et est donc dans cet esprit, applicable aux autres matériaux et notamment au béton. Par contre, cette limitation n'est pas utile pour les métaux; en effet, si on envisage par exemple la passivation totale ou partielle d'un métal, par suite d'une oxydation superficielle, on constate qu'elle peut être bénéfique ou dangereuse, suivant qu'elle est complète ou localisée. Pour conclure à l'effet favo-

rable ou défavorable de la corrosion d'un métal, il faut prendre en considération divers paramètres tels que le type de corrosion, la nature des produits de la corrosion ainsi que la vitesse et l'importance de la réaction d'oxydation.

L'étude de la corrosion doit donc être basée sur l'examen:

- du métal, au point de vue de sa composition, de sa structure atomique et de ses hétérogénéités micro ou macroscopiques;
- de la limite "métal-milieu ambiant", au point de vue de l'apparition d'une couche protectrice, de la dissolution du métal, de l'émission de gaz, de la réduction des substances en solution, de la dissolution des couches superficielles, de l'absorption;
- du milieu ambiant, au point de vue de son comportement chimique, de la concentration, de la pression, de la température, du volume, de la présence de courants vagabonds, ...

En fait, la corrosion d'un métal et de l'acier en particulier, est une réaction électro-chimique se produisant au contact des phases métallique et métalloïdique.

Dans toutes les réactions, les produits de corrosion sont des éléments oxydés du métal apparaissant soit sous forme

de cations (Fe^{2+} aq; Fe^{3+} aq)

ou d'anions ($H\,Fe\,0_2^-$ aq ; $Fe\,0_4^{2-}$ aq)

soit sous forme de corps solides ($Fe(OH)_2$: $Fe_3\,0_4 . H_2\,0$ ...) ; les autres produits de la réaction sont des composés du métalloïde.

La corrosion apparait donc dans tous les cas où une armature est électrochimiquement active (négativement ou positivement) vis-à-vis du milieu ambiant, ou lorsque des oxydes ou des hydroxydes solides du fer peuvent se produire. Ce n'est que dans les cas où l'armature est neutre vis-à-vis du milieu, comme par exemple dans le béton normal, sain et étanche, qu'il n'y a pas de corrosion.

Dans la plupart des ambiances naturelles ou industrielles où il est fait usage de métaux de construction, ces métaux sont sujets à la corrosion. La corrosion évolue plus ou moins vite suivant les circonstances et la nature des métaux.

La réaction du métal avec le milieu peut prendre des formes diverses suivant son mode d'action sur le métal et suivant la nature des produits de la corrosion.

Examinons à titre d'exemple, l'influence de diverses conditions sur la corrosion de l'acier. Dans l'air pur et à la température normale, l'acier se corrode lentement en réagissant avec l'oxygène, l'azote et l'eau; il se produit en surface une poudre brune faiblement adhérente à l'acier. Le chauffage accélère l'oxydation et il se forme une couche de $Fe_3\,0_4$ provoquant une perte de métal. Des réactions semblables avec l'oxygène et des molécules H_20 se produisent sous eau. La corrosion atteint uniformément toute la surface et est appelée "corrosion générale".

Si on immerge l'acier couvert d'une couche non uniforme d'oxydation neutre vis-à-vis de l'eau, celle-ci n'attaque que les parties non protégées de la surface; il se produit une réaction rapide qui porte le nom de "corrosion rongeante"; l'accélération du phénomène est due à la différence de potentiel entre les parties préalablement oxydées et celles où la couche d'oxydation est endommagée par l'action mécanique, par réduction chimique, par diminution du pH dans le béton, ...

Un acier sous tension, mis en présence par exemple d'une solution d'hydroxyde de sodium peut se rompre par suite d'une corrosion intercristalline

accélérée ; le métal réagit en effet avec cette solution en produisant des anions $HFe\,0\bar{2}$; ce phénomène porte le nom de "corrosion sous tension". Elle est relativement rare et se produit principalement en présence de nitrates.

Divers types d'acier à haute résistance, mis sous tension en présence de certains électrolytes, se rompent par suite de la pénétration d'atomes ou d'ions d'hydrogène dans le métal, malgré une faible oxydation de l'acier. La rupture est due à la pression de l'hydrogène naissant. Ce type de corrosion est souvent appelé "fragilisation par l'hydrogène". Il se produit le plus souvent en présence d'hydrogène sulfuré contenu dans l'air, dans les produits agricoles, dans les liants du béton, ...

Le frottement de l'acier en présence d'oxygène conduit aussi à l'apparition de la corrosion ; on observe des piqûres superficielles et une oxydation à l'interface des grains.

Le tableau 2 reprend la terminologie des phénomènes de corrosion suivant M. L.L. SHREIR.

L'acier se comporte passivement vis-à-vis du béton à condition que celui-ci reste alcalin (pH $\simeq$ 12). C'est le cas pour la majorité des ciments sans adjuvant, dont l'alcalinité est due à l'hydroxyde de calcium formé par hydratation des silicates calciques et aussi à une faible teneur en NaOH et KOH. Cette passivité de l'acier dans le béton est évidemment conditionnée par l'imperméabilité et la continuité de l'enrobage qui empêchent les autres produits actifs d'entrer en contact avec l'acier. L'imperméabilité de la couche protectrice de béton peut disparaître par suite de la fissuration ou par décomposition chimique de certains sels ou encore par délavage.

La passivité des aciers vis-à-vis du béton disparaît naturellement lorsque la valeur du pH du béton descend à des valeurs de 8 à 10. Cette diminution du pH peut provenir d'une carbonatation de l'hydrate calcique libre, d'autant plus rapide que la teneur en CO_2 du milieu ambiant est grande et que le béton est perméable et humide. M. G.REHM montre que le degré de carbonatation du béton est en liaison directe avec la corrosion des armatures. Dans un béton compact et sain, même après 50 ans, la profondeur de carbonatation ne dépasse pas 2 cm, tandis que dans un béton perméable, cette zone dépasse 10 cm, et annule la passivité des armatures.

En vue d'unifier et de préciser la description des dégradations du béton, nous utiliserons la terminologie des défauts et détériorations du béton élaborée pa la RILEM et rappelée à l'annexe 2.

TABLEAU 2

Types de corrosion	Milieu	Causes de l'attaque	Paramètres mécaniques	Produits de corrosion
rongeante générale inter-cristalline trans-cristalline sélective cata-strophique stratifiée filiforme	mouillé sec atmosphé-rique immergé sous-terrain eau de mer chimique sels fondus gaz d'échappe-ment biochimique bactériolo-gique haute tempé-rature métal liquide	pile de concentra-tion pile bimétallique pile active - passive électrolyse hydrogène absorption d'oxygène érosion fragilisation par hydrogène fragilisation par alcalis	contraintes frottements fatigue cavitation érosion	rouille ternissure incrustations

4. RESULTATS DE L'ENQUETE

4.1 Préambule

Nous n'avons pas cru devoir donner, dans le présent rapport, une description sytématique et détaillée de tous les cas de corrosion signalés dans les réponses aux questionnaires ; la lecture d'un tel document eut été fastidieuse et peu rentable, par suite du nombre considérable de paramètres différents à envisager pour chacun des cas particuliers.

Nous avons présenté les résultats par groupes, en distinguant les dégâts survenus à des ouvrages en béton armé de ceux survenus à des ouvrages en béton précontraint. Dans chacun de ces deux groupes nous avons également établi une distinction suivant le type, l'âge et les conditions d'exploitation des constructions et suivant le type de corrosion.

On a pu ainsi se borner à la description, pour chaque groupe, des cas les plus caractéristiques. Les explications des dégradations survenues aux constructions, et reprises dans ce rapport, sont celles données dans les réponses à l'enquête.