

Dégradation des aciers de précontrainte due à la corrosion dans des câbles de précontrainte et des tirants précontraints en sol et en rocher

Résumé

Pour obtenir en Suisse une vue des dégradations des aciers de précontrainte due à la corrosion, dans un premier pas, une enquête a été faite dans les départements des travaux publics cantonaux et dans des départements de quelques villes, auprès des CFF et de l'EMPA ainsi que dans quelques bureaux d'ingénieurs et des sociétés de précontrainte. Les résultats de cette enquête et les connaissances des auteurs concernant des cas ultérieurs permettaient une première évaluation. Il s'avérait que les informations reçues (rapports, plans, etc.) étaient très différentes en contenu et qualité. Des recherches supplémentaires qui exigeaient beaucoup de temps étaient souvent sans succès parce que les informations demandées n'existaient pas.

En total 143 ouvrages étaient enregistrés. Dans environs la moitié des cas, des dégâts de corrosion minimes jusqu'à significatifs étaient identifiés. Souvent, des ouvrages étaient rapportés parce que les câbles de précontrainte étaient inspectés et évalués, cependant sans avoir trouvé de la corrosion.

Du total des ouvrages enregistrés, les auteurs en ont traité en détail 38 cas (27 ponts, 10 structures ancrées, 1 silo). Il s'agit de cas suffisamment documentés, ce qui permettait de faire une analyse et de tirer des conclusions. En outre, il faut mentionner que, parmi les ponts, se trouvent 12 ponts étant démolis et remplacés; 9 entre eux pour des raisons de trafic (p.ex. élargissement des voies de circulation d'une route nationale) et seulement 3 par manque d'aptitude au service, sécurité et durabilité. Dans deux ponts du dernier groupe, des dégâts de corrosion importants étaient constatés. Dans les autres 10 ponts, les câbles de précontrainte se trouvaient en bon état. Ce résultat est important car, lors d'une telle démolition, les câbles peuvent être mieux inspectés que dans des ouvrages existants. C'est pour cela que le rapport contient aussi les résultats de ces ouvrages.

Le rapport est structuré de telle façon qu'il contient, dans une partie générale, des informations concernant le développement du béton précontraint et de la technique de la précontrainte, suivi par la recherche d'informations et de leur évaluation, pour finalement présenter les situations de risque. Une évaluation d'ensemble et une perspective sont suivies par les annexes. La première annexe contient les descriptions des 38 ouvrages évalués et la deuxième a pour but d'indiquer à la pratique comment procéder dans des futurs cas de dégâts.

Ce travail a permis aux auteurs de tirer les conclusions générales suivantes:

- Aussi en Suisse, quelques cas de corrosion importants de l'acier de précontrainte ont été constatés. Cependant, il est impossible de quantifier la relation entre l'étendue effective de telles cas et le volume total d'acier installé. On peut tout-de-même conclure que le béton précontraint et la technique de la précontrainte se sont très bien éprouvés.
- Pour les tirants d'ancrage précontraints le risque de corrosion est plus grand que pour les câbles dans un ouvrage en béton. Cela s'explique du fait que l'eau comme action corrosive peut agir directement sur l'enveloppe protecteur d'un tirant. En particulier, en présence d'eau sous pression, les tirants d'une génération plus ancienne sont davantage mis en péril.

L'exigence dans la recommandation SIA V 191 "Tirants d'ancrage précontraints" (1995) pour une protection poussée contre la corrosion, vérifiée avec la mesure de l'isolation électrique, s'avère certainement justifiée. Des améliorations de protection contre la corrosion s'imposent, selon le cas d'application, aussi pour les câbles de précontrainte dans les ponts, en utilisant des gaines robustes en matière plastique et des câbles électriquement isolés.

- Dans le cadre de la maintenance, il serait souvent possible d'éviter des dégâts de corrosion de l'acier de précontrainte par une détection précoce des points faibles d'un ouvrage.

L'analyse et l'évaluation des cas de dégradation montrent ultérieurement que

- l'eau et même l'humidité, dans la plupart des cas contaminé avec des agents corrosifs comme chlorure et sulfure, sont responsables pour la corrosion des aciers de précontrainte. Dans un cas, la corrosion était vraisemblablement causée par une acide bactériologique.
- la corrosion sans contrainte n'était pas observée dans des câbles de ponts mais dans des tirants.
- l'eau induisant la corrosion accède à l'acier de précontrainte par des points faibles de la construction de la dalle de roulement, du revêtement ou de l'étanchéité et par des tuyaux électriques. Dans le cas des tirants d'ancrage, les zones de transition (p.ex. gaine / ancrage mobile) sont les points faibles.
- ils existent des lacunes concernant un procédé systématique pour relever des dégâts et concernant un langage unifié, décrivant les attaques de corrosion. En avenir, il est indispensable d'éliminer ces lacunes.
- il faut des connaissances détaillées pour prélever des échantillons du coulis de ciment pour une analyse de chlorure. La teneur de chlorure critique ne peut être donnée que sous réserve.

Dans le cadre de ce projet il s'avérait, que des travaux supplémentaires seront nécessaires:

- Par manque de temps et d'informations, quelques cas de dégâts n'ont pas pu être traités. Dans des cas justifiés, il faut continuer ce travail en se procurant les indications manquantes avec le but de pouvoir présenter les résultats aux personnes intéressées. En plus, il sera utile d'évaluer les nouveaux cas qui seront détectés.
- Pour le relevé et l'évaluation de l'état aussi bien que pour la remise en état, des connaissances détaillées des systèmes de précontrainte (ancrages, gaines, coulis de ciment etc.) sont nécessaires. Souvent, ces informations n'existent pas dans les documentations des ouvrages et seulement des recherches auprès des sociétés de précontrainte, prenant beaucoup de temps, peuvent aider. Dans quelques années, ces connaissances pourraient disparaître ce qui signifierait une augmentation des frais pour des inspections destructives. Pour cette raison, le développement de la précontrainte doit être mise à jour et représenté dans une documentation utile.

En faisant des inspections appropriées et détaillées des ouvrages à démolir, il est possible de vérifier l'état des câbles et d'évaluer l'efficacité des procédés d'investigation, les méthodes d'auscultation et celles de remise en état. Cela permet d'établir des recommandations et des améliorations. Il serait souhaitable d'utiliser cette voie pour compléter nos connaissances. Cependant, les personnes concernées doivent planifier de tels projets d'avance.

Dr. F. Hunkeler und H. Ungricht, TFB, Wildegg, und P. Matt, Ingenieur-Beratung, Ittigen

Rapport VSS No. 534, Decembris 1998

Le rapport complet peut être commandé au VSS, Seefeldstrasse 9, 8008 Zürich.