

VITRINE

Nouveau renforcement précontraint à l'effort tranchant

Acier à mémoire de forme pour le renforcement des structures



- 1 Installation des étriers re-bars
- 2 Mortier autonivelant (durci) dans la région des étriers
- 3 Activation des étriers
- 4 Étriers scellés avec adhérence
- 5 Diagramme force-flèche
- 6 Diagramme force-ouverture de fissure

(TOUS LES DOCUMENTS ILLUSTRANT CET ARTICLE ONT ÉTÉ FOURNIS PAR LES AUTEURS.)

Après plusieurs années de recherche et d'essais à l'Empa, un premier projet de renforcement de structures à l'effort tranchant à l'aide d'étriers précontraints en acier à mémoire de forme a pu être mené à bien. L'installation simple et la précontrainte montrent un large domaine d'application dans le futur.

Lors des travaux de maintenance dans le Kurtheater de Baden, classé monument historique, plusieurs poutres en béton armé ont dû être renforcées vis-à-vis de l'effort tranchant. Une variante recourant à des étriers à barre nervurée en acier à mémoire de forme a finalement été retenue. Les re-bars d'un diamètre de 12 mm ont subi une elongation permanente en usine et ont été ensuite livrées sur le chantier en forme d'étrier en U. Une fois scellées dans une couche de mortier adhérent au béton existant, l'effet mémoire du matériau – provoqué par chauffage – applique une précontrainte à la structure.

Les faces latérales et inférieures des poutres ont tout d'abord été rendues rugueuses par traitement hydromécanique. Aux positions prévues pour les étriers, la dalle

supérieure a été perforée afin de garantir un ancrage propre dans la zone comprimée supérieure. La fixation des re-bars s'est faite avec des goujons en plastique spéciaux afin d'éviter la corrosion avec l'armature existante et des problèmes lors de l'activation de l'effet mémoire par courant électrique. Par la suite, un mortier autonivelant de Sika a été utilisé pour sceller les étriers. Les trous dans la dalle ont également été colmatés avec un mortier. Après une cure suffisante, l'application du courant électrique a permis d'activer les barres. Les deux extrémités repliées et la rainure remplie, le système agit comme étrier précontraint avec adhérence (deux sections, approx. 50 kN).

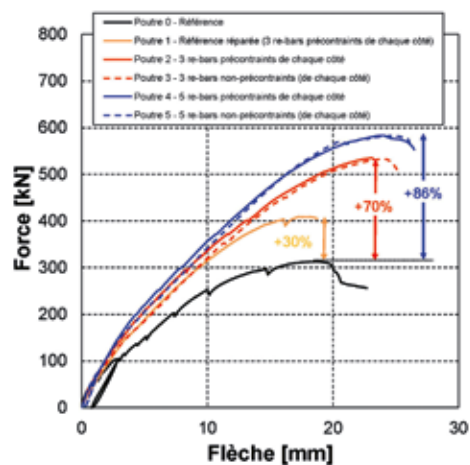
Essais à l'Empa

Avant l'application de la méthode sur les chantiers, plusieurs essais de charge ont été réalisés à l'Empa dans le cadre d'un projet «Innosuisse» de la CTI. Le dimensionnement des poutres a été choisi en sorte que la rupture se manifeste par effort tranchant. Une poutre de référence, avec uniquement des étriers internes d'un diamètre de 8 mm et sans renforcement additionnel, a été chargée

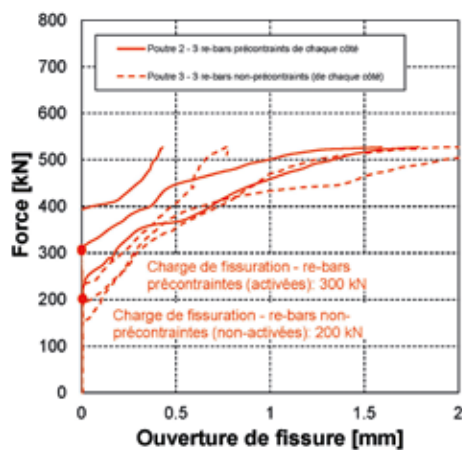


memory-steel – l'acier de construction intelligent

memory-steel, un alliage à mémoire de forme, est disponible depuis deux ans sous forme d'acier nervuré re-bar d'un diamètre de 12 mm. La barre est installée conjointement avec une couche de mortier projeté, reprofilé ou scellé pour renforcer la structure en béton existante. Un produit alternatif est la solution re-plate, une bande avec une section de 120/1,5 mm, ancrée mécaniquement aux deux extrémités dans le béton. Le memory-steel est prétendu en usine et se contracte en étant exposé à la chaleur, suite à la transformation cristalline de l'alliage. Sur le chantier, l'ancrage sur la structure empêche la contraction et implique ainsi une précontrainte dans la bande et par la suite dans le béton. Ainsi, la fissuration est réduite et l'aptitude au service améliorée.



5



6

jusqu'à la rupture. Cette poutre fortement endommagée, avec rupture d'étriers internes et ouvertures de fissures d'1 cm et plus, a été renforcée avec des étriers re-bars en acier à mémoire de forme. Quatre poutres non endommagées ont été renforcées avec des étriers re-bars et chargées jusqu'à la rupture. Les étriers étaient aussi bien précontraints que non. La poutre endommagée a montré une capacité portante de 30% plus élevée que la référence (fig. 5).

Les essais effectués à l'Empa ont montré que les renforcements ont abouti à des capacités portantes nettement plus élevées que celles de la référence. De plus, la précontrainte des étriers permet, à charge égale, des ouvertures de fissures plus réduites que pour le cas avec étriers nonactivés (fig. 6). Un autre avantage tient au fait que la précontrainte soulage les étriers internes vis-à-vis de l'effort tranchant. Dans cette perspective, la charge nécessaire à la fissura-

tion est de 50% plus élevée grâce aux étriers précontraints. Une réparation d'éléments structuraux partiellement détruits suite à un séisme est donc possible avec cette nouvelle méthode de renforcement.

D^r Julien Michels est ingénieur civil EPF Zurich et CEO de re-fer.

Daniel Schmid est M.Sc. EPF Zurich.



Colloque «Précontrainte avec memory-steel pour le renforcement des structures»

Au printemps 2020 trois séances d'informations sur le memory-steel sont organisées en Romandie et au Tessin. A côté d'une introduction sur la technologie, des applications pratiques et des informations concernant le dimensionnement sont présentées. En plus, plusieurs mortiers testés en combinaison avec le matériau ainsi que la protection contre le feu seront discutés.

Lieux:

- > Hotel La Perla, 6592 S. Antonino (12.3.2020)
- > NH Hotel Fribourg, 1700 Fribourg (26.3.2020)
- > Mövenpick Hotel, 1007 Lausanne (6.4.2020)

Les séances sont organisées de 13.45h à approx. 17.00h aux endroits indiqués.

