ENAC / PROJET DE MASTER 2020-2021 SECTION DE GÉNIE CIVIL



Réutilisation des constructions en béton

Auteure: Julie Devènes

Encadrement: Prof. Eugen BRÜHWILER 1/ Prof. Corentin FIVET 2/ Dr. Numa BERTOLA 1 / Dr. Maléna BASTIEN MASSE 2 / Dr. Jan BRÜTTING 2

¹ Laboratoire de maintenance, construction et sécurité des ouvrages (MCS), EPFL / ² Structural Xploration Lab (SXL), EPFL

Motivation et contexte

Le processus de fabrication du béton emploie principalement des énergies fossiles ce qui en fait l'une des sources principales d'émission de gaz à effet de serre. Deux solutions de réutilisation d'éléments de construction sont étudiées dans le cadre de ce projet.

- La prolongation de la durée d'utilisation d'une structure existante au moyen du CFUP (matériau cimentaire fibré à ultra-haute performance).
- Le remplacement d'un ouvrage existant par une nouvelle structure construite au moyen d'éléments de béton réemployés.

L'ouvrage existant étudié est un pont arc en béton armé construit en 1929 et rappelant le mode de construction Melan breveté dans les années 1890.

La typologie des bâtiments démolis actuellement se décrit par trois facteurs: leur fonction, leur âge et le type de commune dans laquelle ils se trouvent. Les bâtiments commerciaux et industriels, les bâtiments qui se trouvent dans les zones urbaines et les bâtiments construits avant 1970, voir 1980 ont une probabilité de démolition plus élevée que les autres.

Analyse de la structure existante

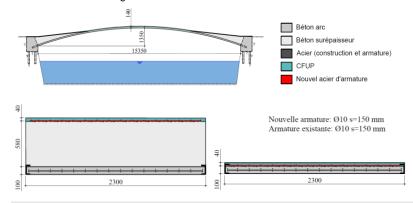
Fxamen

Le relevé d'état à montré des dégâts et des défauts typiques des constructions en béton armé et en acier. Les profilés métalliques ne sont plus protégés et ils sont corrodés. Le revêtement n'est pas étanche et des infiltrations d'eau sont visibles. Les armatures sont corrodées. L'ouvrage est jugé en mauvais état (classe d'état 4).

Le calcul des degrés de conformité à relevé un manque de résistance au niveau des encastrements.

Intervention

Une intervention est recommandée pour protéger et renforcer l'arc existant avec une couche de CFUP armé à l'extrados de l'arc. Elle permet d'augmenter considérablement le degré de conformité au niveau de l'encastrement.



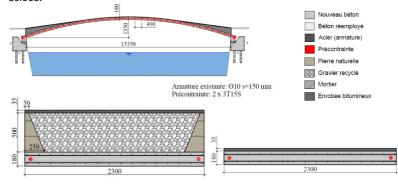
Analyse de la nouvelle structure en éléments de béton réemployés

Le projet de remplacement de l'ouvrage est constitué d'éléments de béton réemployé provenant d'un chantier de démolition d'un bâtiment.



Différents systèmes de clavage des éléments sont imaginés avec de la précontrainte, du CFUP et des lamelles carbones précontraintes. La variante précontrainte est estimée être la plus appropriée avec système de mise en place rapide et connu bien que les éléments nécessitent des préparations préalables.

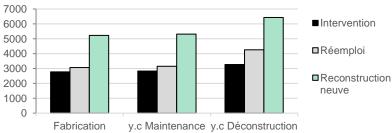
Les classes d'exposition des éléments réemployés de bâtiment ne correspondent pas aux exigences nécessaires pour un pont exposé à l'humidité, à la pluie, au sels de déverglaçage et au risque de gel. Une imprégnation hydrophobe et une protections contre la corrosion sont appliquées aux éléments et aux armatures sciées.



Comparaison des variantes

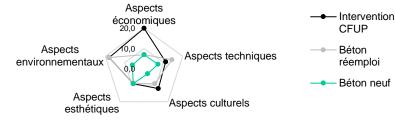
Analyse de cycle de vie

La variante d'intervention CFUP a un bilan écologique plus faible que la variante réemploi. Néanmoins, le type de matériaux, la distance de transport et l'avenir des matériaux après la démolition sont des facteurs qui influences les résultats. Cependant, la variante réemploi est compétitive face à une variante de reconstruction en nouveau béton.



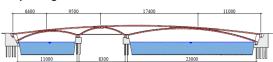
Analyse multicritère

Les forces de la variante intervention CFUP sont les aspects économiques et les aspects culturels. Les aspectes techniques sont le point fort de la variante réemploi. L'analyse multicritère montre que la variante d'intervention CFUP est plus intéressante que la variante réemploi. Néanmoins, la variante réemploi est bien plus intéressante selon tous les critères qu'une variante de reconstruction en béton neuf.



Voir plus grand

Coupe longitudinale



Coupe transversale - Poutre



Coupe transversale - Arc

Conclusion

Une chronologie des choix est mise en évidence avec une favorisation de la conservation d'un ouvrage avec si nécessaire une intervention, puis l'utilisation d'éléments réemployé, suivie par le recyclage et finalement l'utilisation de nouveaux matériaux.

Des normes restent encore à développer pour une bonne utilisation d'éléments réemployés. Et une étude de la typologie des bâtiments démolis est à étudier.

L'étude de passerelle à confirmé le bon comportement de structure en arc avec l'utilisation d'éléments de béton réemployés. Des problématiques apparaissent lorsque les portées sont augmentées et lorsque des charges ponctuelles sont appliquées.

L'association du CFUP avec des éléments de béton réemployés est intéressante et mérite d'être approfondie.