Rapport technique / Sika CarboDur

Contenu : Sika CarboDur

Rédaction : Vaccaro Roman | Caramanna Lorenzo / ETC 3
Date : Février 2020 1.1

Renforcement à l'aide de bandes Sika CarboDur dans le domaine du bâtiment et des ouvrages d'art

Introduction

A l'heure actuelle, nos ouvrages sont de plus en plus sollicités. Ils ont subi des transformations ou des altérations au fil du temps qui ne leur permettent plus de supporter les charges initialement admises. La peur de chacun dans ces cas est celle de l'affaiblissement, voire de l'effondrement de la partie d'ouvrage concernée.
Lorsque des travaux de rénovation sont à prévoir ou que des défauts ont été constatés, plusieurs solutions se portent à nous. Jusqu'il y a quelques temps la majeure partie des renforcements se présentaient sous la forme de construction métallique et renforcement souvent visible et parfois compliqué à la mise en place en fonction du contexte.
C'est pourquoi l'alternative Sika est un bon moyen de renfort d'une part grâce à ses propriétés et d'autre part grâce à sa simplicité de mise en œuvre. Il peut servir dans de nombreux cas dans le domaine du bâtiment et des ouvrages d'art.
A savoir qu'il existe plusieurs produits de cette même famille en fonction de l'importance du renforcement à réaliser.

1. Sika CarboDur lamelle
2. Sika CarboDur lamelle pour rainure
3. Sika Wrap tissu de renforcement

Dans ce rapport, nous allons nous concentrer uniquement sur la gamme des produits CarboDur.

1. Sika CarboDur lamelles

1.1 Définition du produit

Bandes préfabriquées en PRFC (polymère à renfort de fibres de carbone), très résistantes, de diverses dimensions, pour le renforcement de la résistance à la traction par flexion de béton armé, maçonnerie, acier et bois. Il en existe deux types dont le matériau possède des propriétés différentes. Les bandes sont collées au moyen de Sikadur-30.

1.2 Propriétés des lamelles

- Résistance à la traction longitudinale élevée
- Résistance à la corrosion
- Coéfficient de dilatation thermique ~= 0
- Peut être posé en plusieurs couches
- Attention au point de rosée !

1.3 Domaine d'utilisation

Le Sika CarboDur est utilisé principalement lors de rénovation mais pas seulement.
En voici quelques exemples :

- Lorsque les charges sont augmentées dans un bâtiment
- Lorsque le bâtiment change d'affectation
- Lors de la réparation d'un élément endommagé
- Pour améliorer la structure
- Lorsque l'objet présente une erreur de dimensionnement ou d'exécution
- Lorsque nous souhaitons modifier le système structurel.

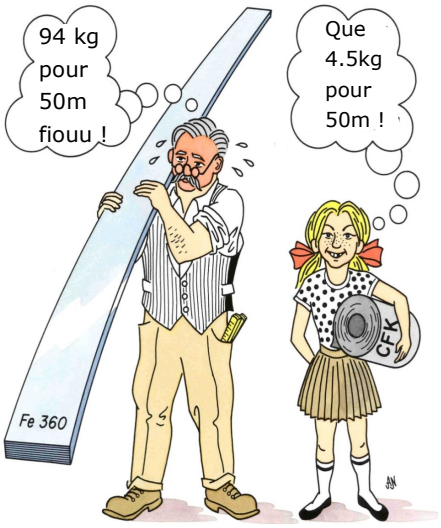
Exemple d'utilisation dans un bâtiment

1.4 Les avantages principaux

Ces lamelles en PRFC comportent plusieurs avantages dus aux caractéristiques du matériau qui permettent donc de répondre tant aux questions de statique que de durabilité. Ces bandes comprennent également plusieurs atouts tant au niveau du transport que de la mise en place.

- Pas de corrosion, résistance élevée
- Deux types de rigidité différente (lamelles S + M)
- Excellente durabilité et résistance à la fatigue
- Disponibles en différentes longueurs, pas de raccords nécessaires
- Si faible épaisseur les lamelles peuvent être peintes ou enduites
- Facilement transportables (rouleaux)
- Croisements des bandes simples à exécuter
- Faible poids propre et ainsi simples à installer, aussi en plafond (sans moyens auxiliaires)
- Pas de traitement nécessaire sur les lamelles
- Très faible dispersion des propriétés mécaniques
- Rapports d'essais et homologations disponibles

1.5 Avantages par rapport à l'acier



- Faible poids propre
- Faible hauteur de construction
- Résistance à la corrosion
- Jusqu'à une longueur de 250m
- Croisement simple des lamelles
- Faible coût de montage et d'entretien (économie de main d'œuvre à la pose)

1.6 Gamme de produits

Sika CarboDur S

Typen	Breite	Dicke
Sika® CarboDur® S512	50 mm	1.2 mm
Sika® CarboDur® S613	60 mm	1.3 mm
Sika® CarboDur® S614	60 mm	1.4 mm
Sika® CarboDur® S624	60 mm	2.4 mm
Sika® CarboDur® S812	80 mm	1.2 mm
Sika® CarboDur® S814	80 mm	1.4 mm
Sika® CarboDur® S912	90 mm	1.2 mm
Sika® CarboDur® S914	90 mm	1.4 mm
Sika® CarboDur® S1012	100 mm	1.2 mm
Sika® CarboDur® S1014	100 mm	1.4 mm
Sika® CarboDur® S1213	120 mm	1.3 mm
Sika® CarboDur® S1214	120 mm	1.4 mm
Sika® CarboDur® S1512	150 mm	1.2 mm

Sika CarboDur M

Typen	Breite	Dicke
Sika® CarboDur® M514	50 mm	1.4 mm
Sika® CarboDur® M614	60 mm	1.4 mm
Sika® CarboDur® M814	80 mm	1.4 mm
Sika® CarboDur® M914	90 mm	1.4 mm
Sika® CarboDur® M1014	100 mm	1.4 mm
Sika® CarboDur® M1214	120 mm	1.4 mm

Schlitzlamellen	Breite	Dicke
Sika® CarboDur® S1.030	10 mm	3.0 mm
Sika® CarboDur® S1.525	15 mm	2.5 mm
Sika® CarboDur® S2.025	20 mm	2.5 mm

1.7 Prix de fourniture et pose moyen

Il est difficile d'établir un prix précis pour ces lamelles, compte tenu de la diversité des renforcements à réaliser. On peut néanmoins sortir un ordre de grandeur concernant la fourniture et pose du produit en surface. Le prix peut varier de 65.- à 165.- du mètre.
Attention aux lamelles de type M reprenant de plus gros efforts, leurs prix est d'environ 55% plus chères.
Selon les expériences passées, une équipe de 4 personnes sont à même de poser 50m' en une journée.

Installation de chantier :	1 x 1000.- à 1500.-
Montage de pont (si nécessaire)	1 x 1000.- à 3500.-
Prix main d'œuvre préparation/pose :	0.60h x 85.-/h = 51.-
Prix colle SikaDur -30 :	0.50kg x 20.-/kg = 10.-
Prix lamelles moyennes S 914 :	1m' x 32.-/m' = 32.-
	= 93.-/m'

A noter que ces prix peuvent être valables pour les lamelles à application en rainures, mais ces dernières sont principalement utilisées si le support ne répond pas aux caractéristiques requises.

Les rabais internes accordés à l'entreprise peuvent également faire fluctuer ces prix.

1.8 Colle SikaDur -30

La colle à base de résine d'epoxy constitue le meilleur moyen de collage des lamelles PRFC, de par son adhérence sur une multitude de support et son faible fluage. Elle peut servir également comme couche de fond (ragréage) et mortier de reprofilage. A noter qu'elle se présente sous la forme de deux composants, A et B utilisable avec un pistolet spécialement conçu.

Avantage du SikaDur -30

- Bonne adhérence sur le béton, la maçonnerie, le bois et l'acier
- Résistance élevée aux sollicitations mécaniques
- Faible tendance au fluage
- Collage rapide et économique de lamelles
  Collage vertical et en surplomb possible
- Système testé selon EN 150-4

Consommation moyenne pour lamelle largeur 100mm : ~ 0.5kg/m' ou 70gr/m' et par cm de largeur de bande

Prix moyen : ~20.- /kg

Mélange de la colle 2 composants

1.9 Normes et dimensionnement

A noter que le dimensionnement est basé sur la norme SIA 166 (armatures collées).
Attention, il est du devoir de l'ingénieur de dimensionner les éléments à poser ainsi que du système à adopter.

Limites	Recommandation Sika	SIA 166
Résistance à la traction du support en béton*	min. 1.5 N/mm², en moyenne 2.0 N/mm²	min. 1.5 N/mm²
Planéité du support	SIA 166	max. 5 mm sur une longueur de 2 m max. 1 mm sur une longueur de 0.3 m

Quelques valeurs indicatives selon SIA 166 et SIKA

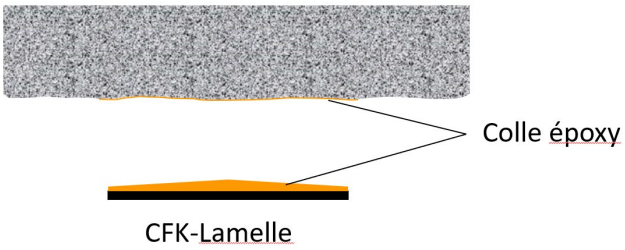
1.10 Méthode d'application en surface

Une série de tâches sont à respecter avant la pose de ces lamelles en surface, à commencer par une bonne préparation du support avec les travaux suivants :

- Enlever la laitance de ciment
  (sablage, ponçage)
- Pas d'anciennes particules de revêtement
- Egaliser / remplir les inégalités
- Dépoussiérer la surface (aspirer)
- Réaliser des tests d'adhérence à la traction dans la zone de collage

test d'adhérence

Une fois la préparation du support effectuée, il suffit d'appliquer la colle SikaDur -30 sur le support préparé mais également sur les lamelles. Pour des questions de précisions il est conseillé de tracer au préalable les largeurs de bande à poser.



2. Sika CarboDur lamelle pour rainures

2.1 Définition du produit

Bandes préfabriquées en fibres de carbone, très résistantes, pour le renforcement structurel proche de la surface de structures porteuses en béton, bois et maçonnerie. Les bandes sont collées dans des rainures au moyen de la colle SikadurR-30, SikadurR-330 ou Sika AnchorFixR-3001

Il existe deux profils de bandes différents :
1. Section transversale circulaire
2. Section transversale rectangulaire

2.2 Domaine d'utilisation

Les lamelles pour rainures sont utilisées principalement pour les cas suivants et lorsque l'utilisation de lames en surface n'est pas possible après le test d'adhérence.

- Renforcement d'éléments de construction présentant une faible résistance à la traction
- Renforcement de maçonnerie
- Complément d'armatures

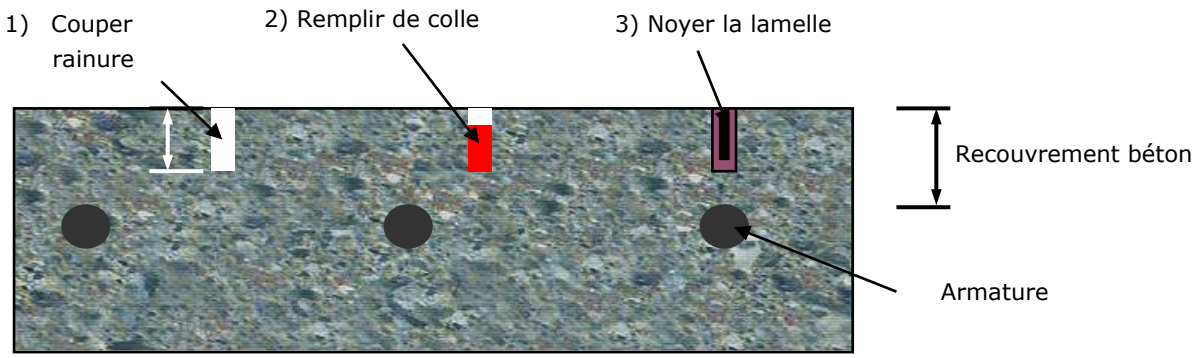
2.3 Les avantages principaux

Les avantages concernant les lamelles pour rainures diffèrent un peu de celles en surface.
En voici une liste non exhaustive :

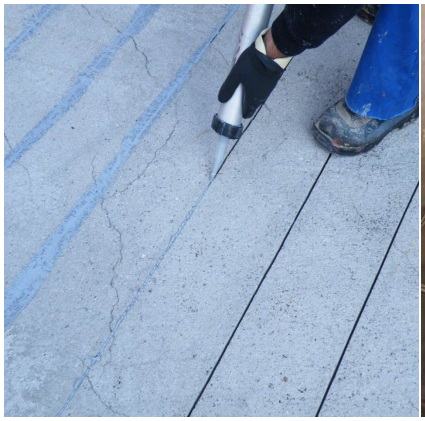
- Meilleure transmission des forces
  en cas de mauvais support portant (fissures)
- Pas de corrosion
- Mesures de protection contre le feu simple et meilleure protection contre les sollicitations mécaniques
- Le rainurage peut être moins cher que d'égaliser et rendre rugueuse la surface (ex : bandes collées)
- Une fois installé, le système est presque invisible

2.4 Méthode d'application en rainure

La manière de poser les lamelles pour rainures peut être plus rapide car il n'y pas de traitement particulier à apporter à la surface pour autant que l'on ne rencontre pas de problèmes avec l'armature existante.
Pour réaliser des lamelles en rainures, il faut couper une rainure dans le béton et la nettoyer correctement. Puis appliquer une colle de type Sikadur -30 ou Sikadur -330 (avec une colle thixotropique il est également possible d'appliquer les lamelles au plafond). Finalement, la lamelle sera noyée et sera maintenue sous pression à la main.



Etape 1 : Elaboration de la rainure à l'aide d'une scie à disque diamant et nettoyage



Etape 2 : Application de la colle. Avec une colle type thixotrope, il est possible d'appliquer en surplomb.

Etape 3 : Pressage de la lamelle dans la rainure à la main.

Il est important de se renseigner sur l'emplacement des barres d'armatures existantes afin de ne pas les sectionner lors du sciage du béton.

3. Conclusion

En conclusion, ces lamelles en carbone proposent à chacun une alternative plus légère et discrète qu'un profilé métallique. L'inconvénient du produit est sans doute son coût, mais il est difficile d'établir une science exacte sur ces prix quant à la diversité des travaux à réaliser. Chaque chantier est un prototype et il en est de la responsabilité des cadres de l'ouvrage de prendre une décision sur la méthode à adopter (si le choix se porte à nous).
A noter que ce rapport sur les lamelles Sika CarboDur est une ligne directrice. Pour toutes les personnes qui désirent utiliser ce produit, il est fortement conseillé de contacter directement un fournisseur Sika de votre région, qui saura vous guider dans vos travaux.

4. Références de chantier

Réfection du passage supérieur routier Sandacher, Spreitenbach

Année d'exécution: 2014 / 2015
Maitre d'ouvrage: Chemins de fer fédéraux suisses CFF
Office fédéral des routes OFROU
Entrepreneur: SikaBau AG, Aarau

Type de renforcement :

Renforcement de joints de connexion existants:
Lors de la construction du pont dans les années 1970, les câbles de précontrainte existants ont été reliés entre eux par des coupleurs au droit de quatre joints de reprise de bétonnage. Des fissures ont été constatées dans ces quatre joints de reprise. Les fissures existantes ont été injectées et les joints de reprise ont été pontés localement au moyen de 18 lamelles en PRFC précontraintes (au total 3 960 kN par joint).

Réhabilitation d'une poutre fendue du plancher des combles servant de plafond de la salle de l'Hôtel de Ville de Vaduz

Année d'exécution: 2015
Maitre de l'ouvrage: Commune de Vaduz, administration des constructions
Entrepreneur: Schreinerei Konrad, Vaduz

Type de renforcement :

Suite à l'augmentation de l'ouverture des fentes, constatée sur une poutre de liaison en bois qui tendait à se vriller, celle-ci a nécessité une remise en état. Après une étude des différentes possibilités de réparation, l'ingénieur a pris la décision de conserver cette poutre représentative de la salle de l'Hôtel de Ville et de la réhabiliter au moyen de lamelles pour rainures collées. Après le rainurage et le fraisage des fentes latérales et inférieures (point fort des lamelles dans l'axe de la poutre), les lamelles pour rainures Sika CarboDur ont été collées avec Sika AnchorFixR-3+ dans la poutre en bois et les fentes remplies de maniere presque invisible.

5. Sources et remerciements

Documentation Sika – www.sika.ch
M. Mario Fiabane – Sika Schweiz AG