

Het versterken van betonconstructies met behulp van uitwendig gelijmde wapeningselementen 'lijmwapening' is een techniek die Spanstaal al sinds de jaren tachtig toepast. Deze techniek biedt uitkomst bij het herstellen van corrosie- of brandschade, bij materiaal- of uitvoeringsfouten, bij het verhogen van belastingen of bij het wijzigen van het statisch systeem van een constructie. Beschadigde of gewijzigde constructies zijn na toepassing van lijmwapening weer veilig en betrouwbaar. Het systeem bestaat uit vlakke elementen die door middel van een geoptimaliseerde tweecomponenten epoxylijm met het beton worden verbonden. Zij dragen als extra wapening bij aan de verhoging van de draagcapaciteit van de constructie.



De ontwikkeling

Bij eerste toepassingen van de methode, zo'n vijftig jaar geleden, werden stalen strippen gekozen voor uitvoering van de versterkingen. De gunstige eigenschappen van staal en de uitstekende samenwerking van staal met beton rechtvaardigen dat dit materiaal bij uitvoering nog steeds veelvuldig wordt toegepast.

De laatste decennia is er, mede door de ontwikkeling van nieuwe hoogwaardige materialen, onderzoek gedaan naar het gebruik van alternatieve materialen voor betonversterking. Uit deze studies bleek dat ook koolstofvezels, vezels met een zeer hoge treksterkte, uitermate geschikt zijn. Voor de versterkingen worden vezelcomposieten gebruikt, opgebouwd uit vele, zeer dunne koolstofvezels die zijn ingebed in een epoxy matrix. Deze composieten worden doorgaans als geprefabriceerde koolstofvezelversterkte lamellen toegepast, maar ook samenstelling van de composiet in het werk is mogelijk.

Regelgeving voor versterkingen met stalen strippen is in opdracht van Spanstaal reeds in 1989 vastgelegd door de Raad van Advies voor Bijzondere Problemen bij Constructies van het KIVI. Berekenings- en uitvoeringstechnische bepalingen voor toepassing van koolstofvezelversterkte lamellen zijn inmiddels opgenomen in de CUR-aanbeveling 91.

Koolstof of staal?

De constructieve mogelijkheden en economische belangen bepalen de keuze voor stalen strippen of koolstofvezelversterkte lamellen. Groot voordeel van de koolstofvezelversterkte lamellen ten opzichte van de stalen strippen is het geringe eigen gewicht en de grote flexibiliteit. Daardoor kan ook op moeilijker bereikbare plaatsen relatief eenvoudig worden gewerkt.

Het gedrag van koolstofvezelversterkte lamellen wijkt wel enigszins af van stalen strippen. Met name de beperktere breukrek en de brosse breuk van de vezels vragen extra aandacht. Ook is de materiaaloppervlakte en elasticiteitsmodulus ten opzichte van die van staal vaak geringer. Spanstaal houdt daarom scherp zicht op de spanningsverdeling in de constructie tijdens het aanbrengen van de lijmwapening. Wij kunnen spanningen in de inwendige en uitwendige wapening optimaal verdelen, door belastingen weg te nemen met vizels of voorgespannen lamellen. Afweging van constructieve mogelijkheden en economische belangen resulteert in een keuze voor stalen strippen of koolstofvezelversterkte lamellen.

In ieder geval zorgt de zeer geringe dikte van beide materialen er voor dat het uiterlijk van de constructie nauwelijks verandert.

De uitvoering per fase

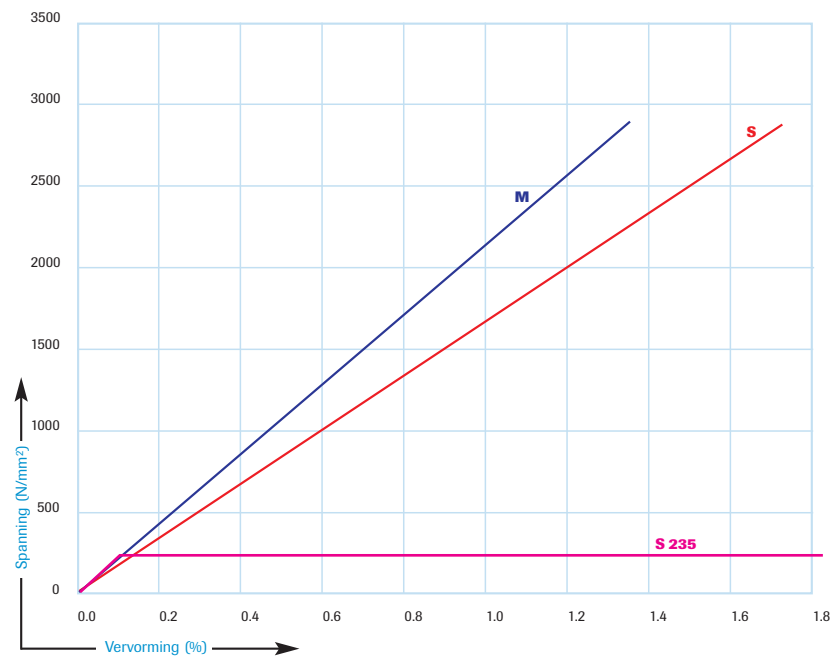
Bij uitvoering wordt gestart met het onderzoek van de ondergrond; deze dient namelijk strak, schoon en vrij van losse delen te zijn. In de eerste fase wordt de cementschud verwijderd door middel van gritstralen of naaldenbikken. In de volgende fase brengt Spanstaal de lijmwapening aan op het beton. We mengen eerst de twee componenten van de epoxylijm tot een egale kleur en brengen deze vervolgens met een speciale lijmbak of lijmmes aan op de ontvette lamellen. Daarna plakken we de lamellen tegen het beton en drukken we deze zorgvuldig aan om luchtinsluitingen te voorkomen.



Succesvol

De succesvolle toepassingen van lijmwapening zijn enerzijds gebaseerd op jarenlange ervaring met het systeem en anderzijds op ontwikkeling van nieuwe materialen.

In een honderdtal toepassingen heeft Spanstaal inmiddels het technische en economische voordeel van de techniek getoond. Met enige trots stellen wij vast dat bij steeds sneller wijzigende gebruiksvoorwaarden meer en meer onze lijmwapening wordt gekozen om betonconstructies veilig en betrouwbaar te houden.



De uitvoering van de versterkingen wordt onder voortdurende kwaliteitsborging gerealiseerd. Voor en tijdens het verlijmen meet Spanstaal de temperatuur en relatieve vochtigheid. Dit gebeurt enerzijds om de verwerkingstemperatuur van de lijm te controleren en anderzijds om condensvorming te voorkomen. Wij kunnen de werkzaamheden alleen verantwoord uitvoeren indien de relatieve vochtigheid lager is dan 80% en de omgevingstemperatuur ligt tussen de 10 en 35°C. Bovendien moet de oppervlaktetemperatuur minimaal 3°C hoger zijn dan de dauwpunttemperatuur.

De hechtsterkte aan beton en lijm worden op locatie gemeten, terwijl de mechanische eigenschappen van de lijm na uitharding van gegoten proefstukken in het laboratorium worden vastgesteld. Een samenvatting van alle metingen en bevindingen en de bijhorende garantieverklaring worden bij oplevering aan de opdrachtgever overhandigd.

Overzicht ACOL - stalen versterkingsstrippen (Staalkwaliteit S 235 JR)

Dikte	Breedte
6 mm	60 mm
8 mm	80 mm
8 mm	100 mm
10 mm	100 mm
10 mm	120 mm
12 mm	120 mm

CarboDur S (E = 165000 N/mm²; breukrek > 1,70%)

Type	Dikte	Breedte
S512	1,2 mm	50 mm
S612	1,2 mm	60 mm
S812	1,2 mm	80 mm
S1012	1,2 mm	100 mm
S1212	1,2 mm	120 mm
S1512	1,2 mm	150 mm

CarboDur M (E = 210000 N/mm²; breukrek > 1,35 %)

Type	Dikte	Breedte
M614	1,4 mm	60 mm
M914	1,4 mm	90 mm
M1214	1,4 mm	120 mm

[Afwijkende afmetingen, kwaliteiten en toepassingen op aanvraag](#)

Het ingenieursbureau voor systemen en octrooien Spanstaal bv is sinds 1959 werkzaam in de bouw met specialistische systemen en technieken. Spanstaal verzorgt als onderaannemer ontwerp en uitvoering. Spanstaal biedt de toepassing van voorspanstelsystemen, tuikabels, voegovergangen, opleggingen, omhullingbuizen, lijmwapening en vizelconstructies.



bezoekadres Koningsweg 28
 postadres Postbus 386
 3760 AJ Soest
 telefoon 035 6038050
 fax 035 6032902
 website www.spanstaal.nl

