

Meetresultaten "extra proef" Kunststof GC-elementen



Stabiliteit, soortelijk gewicht en elasticiteit

13 Juli 2006

TU Delft

H.J. Verhagen, J. G. de Gijt

Rijkswaterstaat DWW - ITC

P.M. Kuijper

Anome BV

L. Boskma

1 Inleiding

Dit rapport is een aanvulling op het eindverslag van het onderzoek naar het gedrag van kunststof GC elementen voor oever- en bodembescherming. Conclusies van dat (schaal-) onderzoek waren dat een structuur van GC elementen verrassend sterke hydraulische eigenschappen bezit en daarmee interessant is als erosiebeschermer bij bodem en oeverconstructies.

Beperking in het gebruik lag bij "stabiliteit". Onder sterke stroming of golfslag was het pakket onvoldoende stabiel. Zo werden er onder zeer sterke stroming flarden uit getrokken, of bewoog het pakket enigszins onder golfslag op een talud. Er werden verschillende kunststoffen gebruikt, met verschillende soortelijke gewichten. Uit extrapolatie en precieze bestudering van het bezwijken kon verwacht worden dat gebruik van sterkere GC's (minder elastisch) en zwaardere GC's (stabiel) het bereik waarin de GC gebruikt kan worden aanzienlijk zou moeten kunnen vergroten.

Daarop is besloten in aanvulling op het genoemde onderzoek nog een kleiner onderzoek te doen naar stabiliteit, maar nu gebruik makende van stijvere en zwaardere GC. Doel van het onderzoek was de hypothese uit het eerste onderzoek te bevestigen. Dit document is de verslaglegging van dat kleinere onderzoek. Zoals verderop uiteen gezet wordt gaf dit inderdaad fraaie resultaten.

Dankzij Prince kunststofbouw hadden we GC's van 2 types kunststoffen, met een soortelijk gewicht van 1.8 resp. 3.0. De ribbe was opnieuw 5 cm lang. Beide waren ditmaal glasvezelversterkt, en verzaard met Bariumoxide om het gewenste gewicht te bereiken. Veel dank aan Harry Keijzer die e.e.a. "pro deo" uitgezocht en geproduceerd heeft !

Ook dank aan Henk Jan Verhagen van de TU Delft, die opnieuw enkele dagdelen bezig is geweest met het knutselen van GC pakketten in golven en stroming, met lastige stroomsnelheidsmeters en met vastzittende waterpompen.

Op 11 Juli zijn de proeven met dit nieuwe materiaal herhaald in de golfgoot (vlakke bodembescherming, taludbescherming en kunstmatig rif), en op 13 Juli in de stromingsgoot (grenswaarden voor stabiliteit).

14 Juli 2006, Lieuwe Boskma

2 Kunstmatig rif

Hierbij wordt in de golfgoot een dijk gemaakt van GC die juist boven het waterniveau (ca 35 cm) uitkomt. De golfhoogte voor en na het "rif" wordt gemeten, bij verschillende golfperiodes

Als referentie en herijking is eerst de test uit de vorige serie herhaald met een pakket van de vorige serie GC. Deze hebben een soortelijk gewicht van 1.8, maar zijn verder niet versterkt ("slap").

Bij gegeven golfperiodes wordt gevarieerd met golfhoogte. Genoteerd wordt bij welke golfhoogtes er nog net geen beweging is, lichte beweging, dan wel sterke beweging.

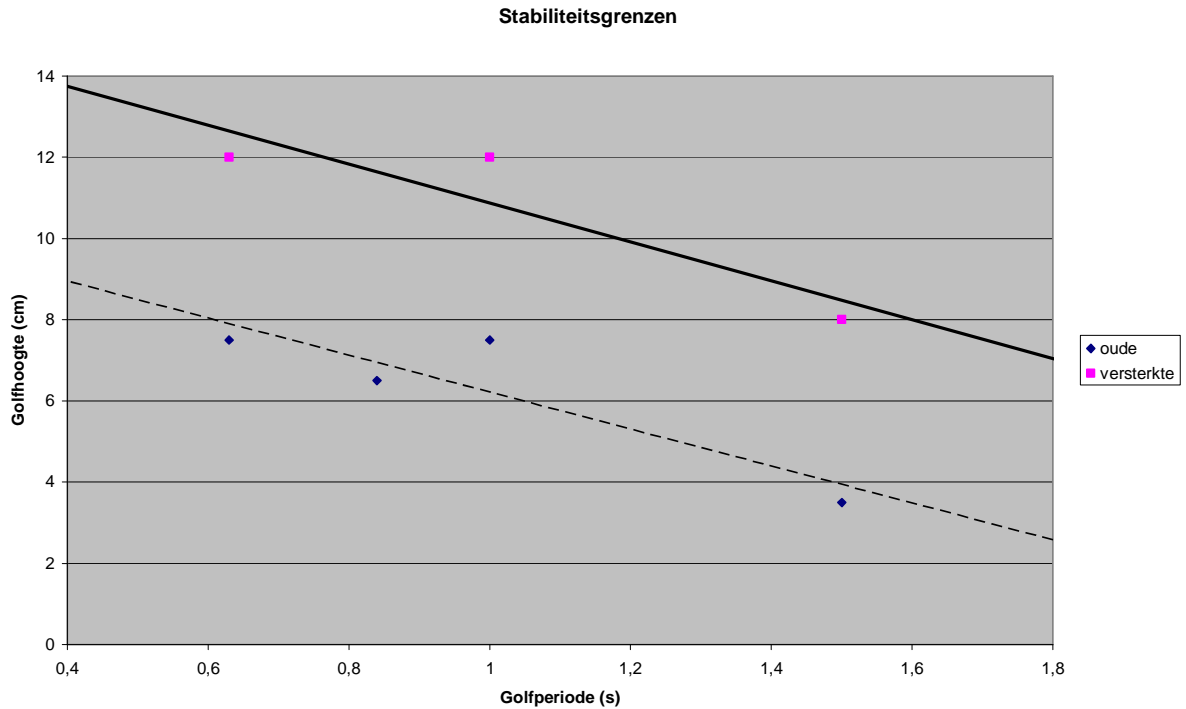
Resultaten:

Kunstm. Rif	Geen Bew.	Enige Bew	Sterke Bew	Geen Bew.	Enige Bew
Periode (s)	0,84	0,84	0,84	0,63	0,63
Hoogte-voor (cm)	5	7	12	6	7,5
Hoogte-na (cm)	2,5	4,2	4	3	4
Golfreductie (%)	50	40	67	50	47

Deze resultaten stemmen vrijwel geheel overeen met de resultaten van de vorige meetsessies, zodat we mogen aannemen vergelijkbare resultaten te genereren.

Deze proef is herhaald met de nieuwe versterkte GC met een sg van 1.8 Er is alleen gekeken naar de meest relevante golfhoogte, namelijk die waarbij een eerste beweging van het pakket optrad. Dit leverde de volgende resultaten:

Kunstm. Rif	Enige Bew	Enige Bew	Enige Bew
Periode (s)	1,5	1	0,63
Hoogte-voor (cm)	8	12	12
Hoogte-na (cm)	5	4	4,5
Golfreductie (%)	38	67	63



Bovenstaande grafiek geeft het werkgebied aan voor het gebruik van GC als kunstmatig rif. Onder de lijn is het pakket stabiel, boven de lijn treedt beweging op. De onderbroken lijn geeft het gebied voor de oude (slappe) GC.

Conclusies:

- Een GC pakket van kunststof GC is bruikbaar als kunstmatig rif en geeft een significante reductie van golfhoogte
- Versterking van GC (door glasvezels) geeft een hogere stijfheid waarmee inderdaad een aanzienlijke uitbreiding van het stabiele werkgebied verkregen wordt

3 Vlakke Bodembescherming onder golfbelasting

Ook een deel van de experimenten waarbij een vlak pakket GC diende te zorgen voor bodembescherming onder golfbelasting is herhaald. De beschermende werking is in detail in het vorige verslag beschreven. We accepteerden geen significante beweging van het pakket in het werkgebied. Stabiliteit werd o.i. beperkt doordat de elementen te slap waren, en doordat ze te licht waren. Daarom hadden we besloten de proef te herhalen met elementen van hetzelfde gewicht (sg 1.8) maar met grotere stijfheid, en met elementen die niet alleen grotere stijfheid hadden maar ook een groter gewicht (sg 3.0). Bij vaste golfperiode werd de golfhoogte opgevoerd totdat we enige beweging in het pakket begonnen waar te nemen. De waterhoogte (gemiddeld) is ca 35 cm.

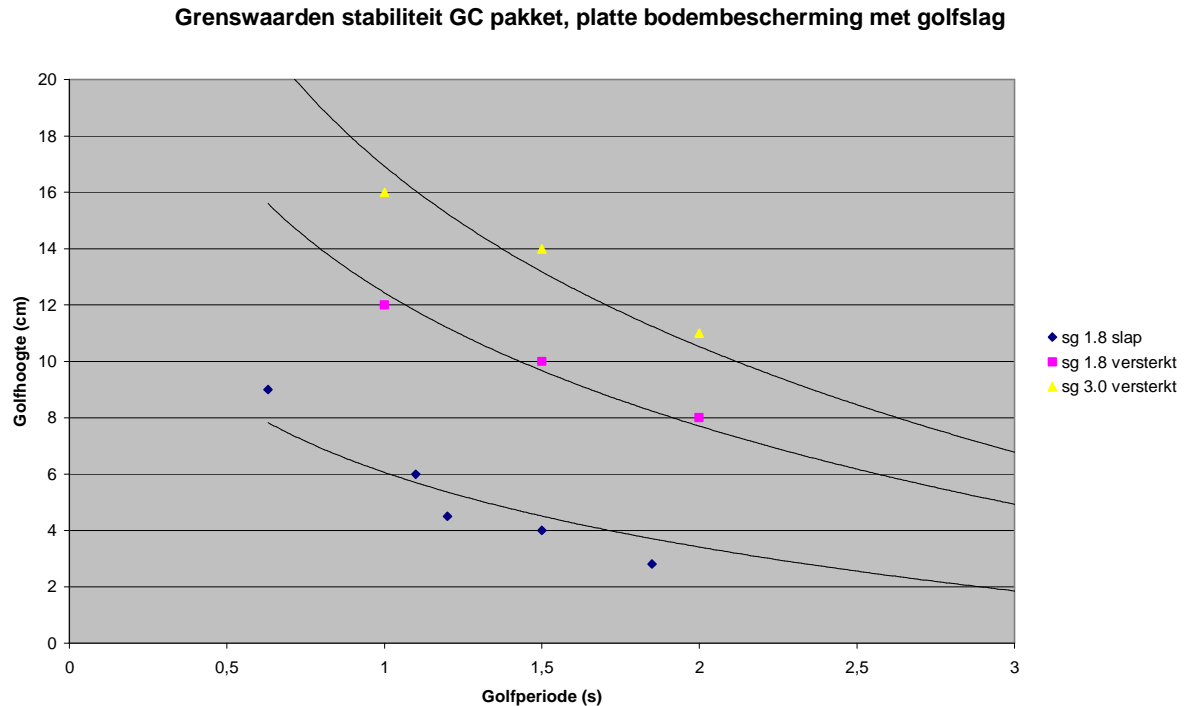


GC pakket op steentjes onder golf-Belasting.

Zonder GC zou het bodemmateriaal eroderen. In het vorige onderzoek is dit onderzocht voor diverse steentjes.

In dit aanvullende onderzoek wordt gekeken naar de stabiliteit van het pakket bij toenemende golfbelasting.

De resultaten zijn samengevat in onderstaande grafiek. Deze grafieken geven voor elk van de GC types aan waar ongeveer de grens ligt tussen stabiel (onder de lijn) en niet stabiel (boven de lijn).



Dit zijn bijzonder fraaie resultaten. In de vorige testen, met de slappe GC, waren we enthousiast over het vermogen om met GC een dunne steentjeslaag te beschermen. Het werkgebied is met de nieuwe types zeer aanzienlijk uitgebreid. Met name de resultaten van het versterken van de GC zijn opmerkelijk, het werkgebied wordt ongeveer verdubbeld. Dit betreft pakketten die, afgezien van de voorzijde, niet zijn ingestort met steen (of puin). In de vorige testen is gezien dat aanstorten de situatie verder verbetert.

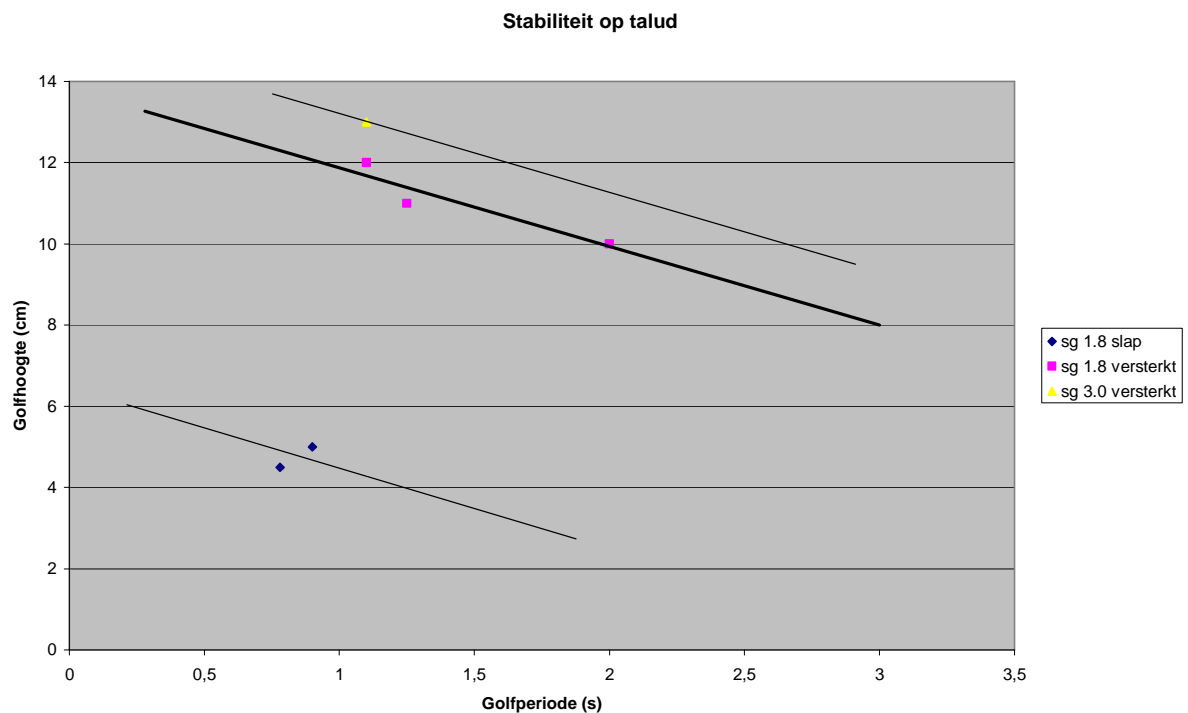
Conclusies:

- Met GC is een stabiel pakket te maken dat onder golfbelasting tot op zekere hoogte bescherming tegen erosie van het bodemmateriaal geeft
- Het werkgebied is aanzienlijk vergroot door de GC's stijver te maken. Daarnaast kan het werkgebied nog verder vergroot worden door de GC's zwaarder te maken.

4 Bescherming talud

Met de nieuwe GC's zijn evenals bij de eerdere serie testen ook weer enkele pakketten gebouwd op talud. Ditmaal hebben we niet de beschermingsexperimenten herhaald, maar slechts gekeken naar stabiliteit.

Onderstaande grafiek geeft de resultaten.



Ook bij dit experiment is goed te zien hoe de stijfheid van de GC sterk bepalend is voor het moment waarop het pakket gaat bewegen of falen. Het versterkte pakket met hetzelfde gewicht kan ongeveer de dubbele golfhoogte aan. Verhogen van sg 1.8 naar 3.0 lijkt een beperkt verder positief effect te hebben.

De lijn door sg 1.8 – versterkt is een trendlijn (lineair), de beide andere lijnen zijn evenwijdig aan deze lijn gekozen, en slechts indicatief.

Conclusie

- Het werkgebied waarin GC gebruikt kunnen worden als taludbescherming wordt aanzienlijk vergroot door gebruik te maken van versterkte GC elementen.

5 Experiment in de stroomgoot

Ook deze proeven zijn herhaald met het nieuwe materiaal. Er is ook hier niet opnieuw gekeken naar het vermogen om bodemmateriaal te beschermen omdat dat al overtuigend gedaan was, maar slechts naar de grenswaarden m.b.t. stabiliteit.

In het vorige experiment gebruikten we een pluk GC met ingegraven teen. Bij de nieuwe serie liggen de stroomsnelheden echter zo hoog dat dit niet werkt, het gehele pakket wordt met teen en al meegenomen. Uiteindelijk hebben we de voorzijde met een lat vastgeprikt om uiteenvallen van het pakket te kunnen bestuderen.

Voor de sg 1.8 (slap) is vorige keer gemeten dat het begon te zwabberen bij 0.6 m/s stroming, en bij onbekende hogere waarden uiteenviel. We zagen nu vergelijkbare waardes. Een kort maar heftig testje heeft ons nu geleerd dat het pakket volledig uiteen valt bij 1.4 m/s.

Voor sg 1.8 (versterkt) hebben we gezien dat het pakket begint te flapperen bij 1.4 m/s, maar niet bezwijkt. Veel hoger hebben we niet kunnen meten.

Voor sg 3.0 (versterkt) hebben we gezien dat bij 1.7 m/s nog geen geflapper optreedt. Hogere waarden hebben we niet kunnen bereiken.

Het lijkt redelijk om elke beweging, dus ook het "flapperen" niet te tolereren in het werkgebied. Dat brengt ons tot de volgende grenswaardes voor de stroomsnelheid:

Type	Grenswaarde (m/s)
Sg 1.8 slap	0.6
Sg 1.8 (versterkt)	1.4
Sg 3.0 (versterkt)	> 1.7

Conclusie:

- Versterking van de GC verdubbelt de grenswaarde voor de stroomsnelheid
- Verzwaring leidt tot een verdere, wellicht aanzienlijke, toename

6 Slotconclusies en vervolgstappen

- Versterking van de GC elementen met glasvezel heeft geleid tot een veel hogere stijfheid. Dit heeft een groot effect op het werkgebied voor GC's. Pakketten GC kunnen bij de meeste toepassingen ca tweemaal zoveel belasting aan.
- Verzwaring van sg 2.0 naar sg 3.0 leidt tot een beperkte verdere vergroting van het werkgebied.

Hoe verder ?

- Omdat GC met sg 3.0 aanzienlijk kostbaarder zullen zijn dan elementen met sg 2.0, focuseren we ons voorlopig op de laatste
- Nu we weten in welk bereik GC gebruikt kunnen worden, en nu we weten welk GC materiaal daarvoor nodig is, zullen we de financiële feasibility studie herhalen. Aan Prince zal gevraagd worden wat de absolute bodemprijs ongeveer zal zijn voor GC's van ca 25 cm ribbe van materiaal sg 2.0 (ná eenmalige kosten), en vervolgens zal aan het ingenieursbureau van de gemeente Rotterdam gevraagd worden met deze gegevens de vergelijking met conventionele beschermingsmethodes nogmaals door te rekenen.
- RWS zal zodra er enige indicatie is dat voorgaand financieel punt goed zit, haar voelhorens uitsteken m.b.t. een pilotproject

Filename: Verslag C2 - extra proef.doc
Directory: D:\archieff\Projecten\Anome
Template: H:\Application Data\Microsoft\Templates\Normal.dot
Title:
Subject:
Author: lieuwe
Keywords:
Comments:
Creation Date: 7/13/2006 5:47:00 PM
Change Number: 9
Last Saved On: 7/14/2006 3:34:00 PM
Last Saved By: lieuwe
Total Editing Time: 572 Minutes
Last Printed On: 8/17/2009 3:15:00 PM
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 9
Number of Words: 1.500 (approx.)
Number of Characters: 8.550 (approx.)