

Stabiliteit breuksteen bij ondiepe voorlanden

J.W. van der Meer; 7 januari 2004

Recent werk door WL

Bij WL is onderzoek uitgevoerd naar stabiliteit van breukstenen taluds bij (zeer) ondiepe voorlanden. De paper voor Coastal Structures 2003 "Stability of rock slopes with shallow foreshores" door van Gent, Smale en Kuiper is een samenvatting van het werk. Hierin wordt voorgesteld een andere periodemaat te nemen dan in de van der Meer formule en daarbij de coëfficiënten opnieuw te kalibreren. Uiteindelijk wordt een nieuwe formule voorgesteld waarin de periode-invloed volledig is verdwenen.

Eerder werk door WL en relatie naar recent werk

De oorspronkelijke van der Meer formule is gebaseerd op een groot aantal proeven (orde 400, werk van Thompson en Shuttler (1975) en van der Meer (1988), genoemd in de paper). Deze formule kan ook rechtstreeks worden vergeleken met de recente proeven, omdat het mogelijk is met bekende verhoudingen tussen verschillende periodematen de formules om te schrijven. Hierbij is geen kalibratie nodig, wat wel in het recente werk is gedaan. Als er dan verschillen bestaan tussen oud en recent onderzoek, is het zaak naar een verklaring te zoeken.

Omwerking naar formule nieuwe periodemaat

De van der Meer formule wordt in de paper als volgt gegeven:

$$\text{Plunging waves: } \frac{S}{\sqrt{N}} = \left(\frac{1}{8.68} \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} \xi_m^{0.5} P^{-0.18} \left(\frac{H_{2\%}}{H_s} \right) \right)^5 \quad (1)$$

$$\text{Surging waves: } \frac{S}{\sqrt{N}} = \left(\frac{1}{1.4} \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} \xi_m^{-P} P^{0.13} \tan \alpha^{0.5} \left(\frac{H_{2\%}}{H_s} \right) \right)^5 \quad (2)$$

In de paper wordt voorgesteld om een andere periodemaat te gebruiken dan de gemiddelde periode T_m . Uit eerder werk is al gebleken dat bij sterk vervormde en bij dubbeltoppige spectra het beter is om de spectrale periode $T_{m-1,0}$ te nemen. Een periodemaat die iets meer gewicht aan de langere golfperiodes in een spectrum geeft en daarmee dichtbij de piekperiode van een enkeltoppig spectrum komt te zitten.

In feite is het niet zo moeilijk om de originele formules (1) en (2) om te schrijven naar een formule met deze nieuwe periodemaat en daarmee direct de nieuwe coëfficiënten voor 8,68, respectievelijk 1,4 uit te rekenen.

In M1983 deel I staat dat $T_p = 1.15 T_m$ voor alle proeven die met een Pierson Moskowitz spectrum zijn uitgevoerd en dat is vrijwel het hele onderzoek. In Inframrapport i489 van november 2001 is bij de vaststelling van het TAW rapport naar golfoploop en golfoverslag bij dijken gekeken naar de gemiddelde verhouding van $T_p/T_{m-1,0}$. Hieruit kwam naar voren dat, gebaseerd op een groot aantal onderzoeken en proeven, de verhouding 1,1 goed is, ongeacht de spectrumvorm. Deze verhouding wordt ook in de paper van Marcel genoemd.

Voor het oorspronkelijke stabiliteitswerk is echter voor een zevental spectra de verhouding bepaald (i489) en daar komt uit dat $T_p = 1.04 T_{m-1,0}$, dus in dit specifieke geval niet 1,1. Met $T_p = 1.15 T_m$ en $T_p = 1.04 T_{m-1,0}$ ontstaat rechtstreeks:

$T_m = 0,904 T_{m-1,0}$ voor het oorspronkelijke stabiliteitswerk.

De periode komt alleen in de brekerparameter ξ naar voren. Net als in de paper wordt voor ξ_m de brekerparameter met T_m aangehouden en voor ξ de brekerparameter met $T_{m-1,0}$. De volgende coëfficiënten worden dan gevonden:

Plunging waves: $(1/8.68) \xi_m^{0.5} = (0.951/8.68) \xi^{0.5}$ en daarmee $c_{pl} = 9.13$

Surging waves, $P = 0,5$: $(1/1.4) \xi_m^{-0.5} = (1.052/1.4) \xi^{-0.5}$ en daarmee $c_{su} = 1.33$

Surging waves, $P = 0,1$: $(1/1.4) \xi_m^{-0.1} = (1.010/1.4) \xi^{-0.1}$ en daarmee $c_{su} = 1.39$

Met bovenstaande coëfficiënten voor plunging en surging waves ontstaat de originele van der Meer formule, op basis van de oorspronkelijke proeven, omgeschreven naar de periodemaat $T_{m-1,0}$.

Verskil met recent werk

In de paper wordt dan de ξ afhankelijk van de gekozen periodemaat gesteld en wordt op coëfficiënten $c_{plunging}$ en $c_{surging}$ gekalibreerd:

$$\text{Plunging waves: } \frac{S}{\sqrt{N}} = \left(\frac{1}{c_{plunging}} \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} \xi^{0.5} P^{-0.18} \left(\frac{H_{2\%}}{H_s} \right) \right)^5 \quad (3)$$

$$\text{Surging waves: } \frac{S}{\sqrt{N}} = \left(\frac{1}{c_{surging}} \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} \xi^{-P} P^{0.13} \tan \alpha^{0.5} \left(\frac{H_{2\%}}{H_s} \right) \right)^5 \quad (4)$$

In de paper wordt via kalibratie gevonden: $c_{pl} = 8.4$ en $c_s = 1.3$. Er wordt bij c_s geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende doorlatendheden van de constructie ($P = 0,1$ en $0,5$). Formules (3) en (4) met gegeven coëfficiënten en formules (1) en (2) met de nieuwe coëfficiënten kunnen rechtstreeks met elkaar worden vergeleken. De coëfficiënten in (3) en (4), het recente werk, zijn kleiner dan de waarden in de omgewerkte van der Meer formule. Het procentuele verschil tussen de coëfficiënten is gelijk aan het procentuele verschil in golfhoogte waarbij dezelfde schade ontstaat. Dit betekent dat bij de nieuwe proeven eenzelfde schade ontstaat bij globaal een golfhoogte die 5% - 10% kleiner is dan bij de oorspronkelijke formules. Of naar schade gerekend: bij de nieuwe proeven ligt de schade gemiddeld 10% - 50% hoger dan bij de oorspronkelijke proeven.

Conclusie

Er is maar één duidelijke conclusie:

Tussen het oorspronkelijke werk en de nieuwe resultaten zit een verschil wat tot nu toe niet is verklaard.

Een deel van de nieuwe proeven moet doorgewoond dezelfde resultaten geven als het oorspronkelijke werk, dit zijn de proeven met relatief diep water, waar het breken van golven nog geen effect heeft. Er is geen enkele reden te veronderstellen waarom die resultaten niet gelijk zouden zijn. Of deze resultaten wel of niet gelijk zijn, kan niet uit de paper worden gehaald, want daar is geen onderscheid gemaakt naar mate van breken. Op de Coastal Structures conferentie heeft Marcel gezegd dat er *wel* onverklaarbare verschillen waren.

Mocht het inderdaad zo zijn dat voor relatief diep water het nieuwe en oorspronkelijke onderzoek dezelfde resultaten geven, dan ontstaat de conclusie dat er bij (zeer) ondiep water zaken gaan spelen die een andere stabiliteitsrelatie geven. Het is dan zaak te onderzoeken wat er gebeurt (bijvoorbeeld op de ene of andere manier heeft de golfperiode minder invloed) en hoe dit beschreven kan worden. Het uiteindelijke resultaat zou dan zijn een nieuwe formule die vertrekt vanuit de oorspronkelijke formule

en afhankelijk van de "mate van ondiep zijn van het voorland" overgaat in een nieuwe formule. De nieuwe formule is dan een verbetering van de oorspronkelijke formule in een specifiek gebied van ondiepe voorlanden, waarbij duidelijk is waar de overgang zit.

Deze analyse is niet uitgevoerd. De situatie is nu dat er onverklaarbare verschillen zijn door mogelijk te weinig gedetailleerde analyse. Het is daarom niet verstandig het nieuwe werk als afgerond te beschouwen en te publiceren, de gebruiker wordt alleen maar in verwarring gebracht. Het werk is momenteel daarmee ook nog niet geschikt om in een handboek als de nieuwe Rock Manual te worden opgenomen.