



▲ Machine in actie

Samenvatting

In het kader van "Ruimte voor de rivieren" wordt gezocht naar dijkverbeteringsmethoden die enerzijds zorgen voor een betere stabiliteit maar anderzijds het aanzien van de dijk onveranderd laten. Hiertoe is een pilot uitgevoerd voor droge Mixed-In-Place, een methode die aan deze eisen lijkt te voldoen.

Opdrachtgever

Waterschap Rivierenland

Directievoering

Royal Haskoning

Hoofdaannemer

Combinatie Keller - Hakkers

Onderaannemer Mixed-In-Place

Keller Funderingstechnieken BV i.s.m. LCM

Scope van het werk

- 8.000 meter kolom

Uitvoeringstermijn

Juli en augustus 2009

Uitvoerende vestiging:

Keller Funderingstechnieken B.V.

Europalaan 16

2408 BG Alphen a/d Rijn

Tel. +31 172 471798

Fax: +31 172 471804

E-mail nederland@kellergrundbau.com

www.KellerGrundbau.com

Dijkverbetering te Nieuw Lekkerland

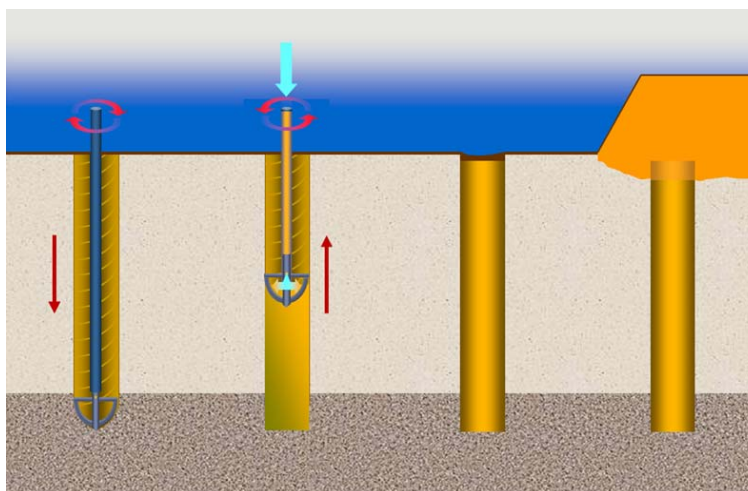
Grondverbetering door middel van diepe grondstabilisatie, droog

In het kader van "ruimte voor de rivieren" is in 2001 in het kader van "ruimte voor de rivieren" het INSIDE project gestart. Dit had tot doel nieuwe dijkverbetering-technieken te ontwikkelen waarbij de bestaande dijkbebouwing en het landschap zoveel mogelijk ongemoeid moest worden gelaten. Het INSIDE project heeft in 2004 geleid tot een praktijkproef in Lekkerkerk waarna het als volwaardige dijkverbeteringstechniek werd gezien. Begin 2009 is het consortium, dat ook de praktijkproef in Lekkerkerk heeft uitgevoerd, bestaande uit Keller Funderingstechnieken BV, Hakkers Werkendam BV en Royal Haskoning, verzocht een pilot in droge Mixed-in-Place uit te voeren. Het betrof een dijkvak in bebouwde omgeving dat hoognodig aan verbetering toe was.

Droge Mixed-In-Place techniek

Mixed-In-Place is een verzamelnaam voor technieken waarbij in situ, de grond met een bindmiddel wordt vermengd. Er is echter een groot verschil tussen de "natte" en "droge" methode. Bij de natte MIP wordt vooraf in een menginstallatie het bindmiddel met water aangemaakt en wordt grout vloeibaar verpompt. De natte methode kan met één tot drie avegaars worden toegepast waarbij tijdens het boren en trekken groutsuspensie wordt ingebracht. Hierbij vindt enige uitwisseling in verticale zin plaats en ontstaat een homogene vloeibare kolom. De methode is bij uitstek geschikt voor het maken van schermen, bijvoorbeeld als onderloopsscherm bij dijkverplaatsingen.

Bij de droge MIP wordt het droge bindmiddel vanuit een tank via slangen en de boorstang in de grond geblazen. Tijdens het op diepte brengen wordt de injectie opening open gehouden met lucht en wordt de grond voor de eerste keer geroerd. Nadat de boorstang op diepte is gebracht, wordt, al draaiend en trekkend, de gewenste hoeveelheid bindmiddel ingebracht. Vervolgens reageert het aanwezige water met het ingebrachte bindmiddel en ontstaat na verloop van tijd een verharde kolom.

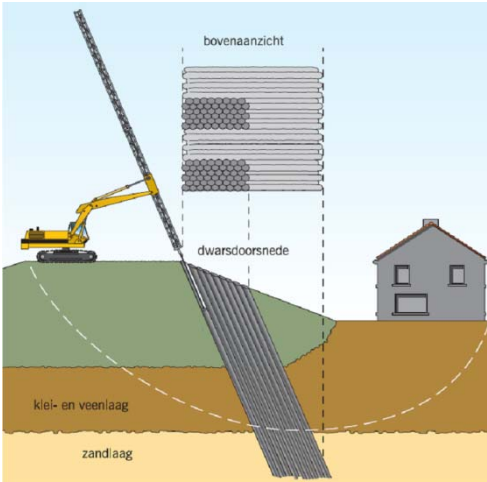


▲ principe van droge Mixed-In-Place

De methode wordt veel toegepast in Scandinavië, voornamelijk ter reductie van zettingen bij de aanleg van grondlichamen voor wegen en spoorwegen. In dit project wordt het gebruikt voor het verbeteren van de stabiliteit van de dijk. Doorslaggevende voordelen van de droge ten opzichte van natte MIP in dit type werk zijn de reikwijdte van de machine waardoor vanaf de dijk gewerkt kan worden en het feit dat er veel minder retourvloeistof wordt geproduceerd.

Concept

Het concept van de dijkverbetering bestaat uit het maken van blokken. Een blok bestaat uit meerdere rijen kolommen haaks op de dijk ("panelen") die zodanig dicht op elkaar gemaakt worden dat ze één geheel vormen. Afhankelijk van de bodemsoort kan de hoeveelheid binder worden geoptimaliseerd. De grootte, lengte en schuinite van de blokken is geoptimaliseerd middels Mstab en Plaxis berekeningen. De onderkant van het blok steekt enige meters in pleistocene zand. De hoeveelheid grondverbetering is in hoge mate afhankelijk van de aanwezige veiligheid en de gewenste veiligheid na verbetering. Naarmate dat deze dichter bij elkaar liggen is de hoeveelheid kolommen per meter dijk uiteraard kleiner. In geval van de aanwezigheid van bebouwing, kan ter hoogte van de bebouwing een verbetering achterwege worden gelaten waarbij deze aan weerszijde van de bebouwing gecompenseerd kan worden.



▲ Versterkingsprincipe met droge Mixed-In-Place



▲ Droge Mixed-In-Place in uitvoering

Uitvoering

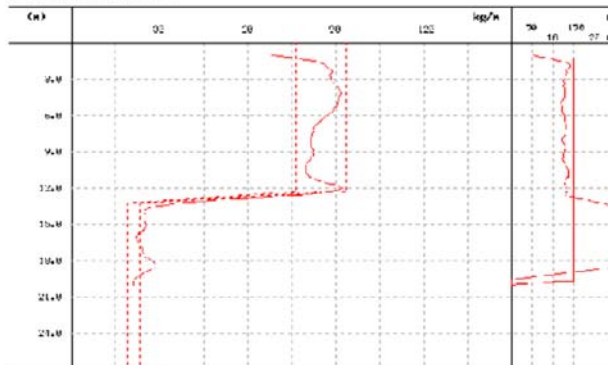
Ondanks het feit dat het een volwaardige dijkverbeteringstechniek is, is er nog weinig ervaring aangaande de optredende vervormingen in de directe omgeving en de invloed daarvan op belendingen. Derhalve is het project ingestoken als pilot en is een uitgebreid monitoringsprogramma opgezet bestaande uit hellingmetingen, automatische vervormingsmetingen, waterspanningsmetingen, etc. Nadat de monitoring geïnstalleerd was, is gestart met de uitvoering. Hierbij zijn in eerste instantie de oneven rijen gemaakt en de volgende dag of later, de tussenliggende rijen kolommen uitgevoerd. De panelen zijn gestaffeld aangebracht, de tussenliggende panelen zijn korter uitgevoerd. De kolommen zijn uitgevoerd met een standaard mixing tool van 0,6 m diameter met 6 "paddles". Op basis van de een vooraf vastgelegde mengintensiteit wordt automatisch de juiste treksnelheid gehanteerd. De helling van de kolommen bedroeg 3:1 (~ 71,5 graden). In combinatie met het lage inboornivo in de teen van het talud, bedroeg de reikwijdte van de betreffende machine vanaf de rupsen ca. 7,5 m. Door middel van draglineschotten op de kruin van de dijk werd de stabiliteit van de kraan verzekerd. Tijdens de uitvoering zijn continue de vervormingen van naastgelegen belendingen gevolgd ten einde schade te vermijden. Aangezien met de toepassing van droge MIP in de directe omgeving van belendingen geen ervaring was, is hier zeer scherp op toegezien en is dit leidend geweest tijdens de uitvoering. Voorafgaand aan de werkzaamheden waren overleg- en stopcriteria vastgelegd die gedurende de uitvoering zijn gerespecteerd.

Kwaliteitscontrole

Het productieproces is vergaand geautomatiseerd en wordt gecontroleerd en eventueel aangepast door de machinist. Tijdens de uitvoering van de kolommen worden naast de projectgegevens, alle relevante parameters (treksnelheid, draaisnelheid, hoeveelheid binder etc.) automatisch geregistreerd.



Object: 310910 NIEUW LEKKERLAND 2010.04.27 15:51
 Customer: KELLER
 Column name: 8010 0



▲ Standaard uitdraai van productiegegevens met essentiële data.

Voorlopige conclusies

Alle vooraf geformuleerde onderzoeksvragen zijn grotendeels in positieve zin beantwoord. Op dit moment wordt nog laboratoriumonderzoek uitgevoerd en worden de data nader geanalyseerd. Tijdens de uitvoering is echter reeds vastgesteld dat de invloed op belendingen groter was dan op voorhand was ingeschat. Ook aanvullende maatregelen hebben hier niet tot een noemenswaardige reductie van de vervormingen geleid zodat dit aspect nog de nodige zorg verdient.