

Seismiska crosshole mätningar i stabiliserad jord

Seismiska crosshole mätningar är en mycket användbar teknik då man vill undersöka egenskaper hos en stabiliserad jord. Genom att mäta skjuvvågshastigheten i jorden kan dess styvhet beräknas. Metoden ger en profil genom det undersökta området. I projektet kombinerades crossholetekniken med kartering av borrhärlor och mätning av kompressionsvåg (P-våg) och skjuvvåg (S-våg). Resultatet visar på ett samstämt resultat mellan metoderna.

Bakgrund

Synkrotronljuslaboratoriet Max IV har en unik grundläggning bestående av 160 000 m³ stabiliserad lermorän. År 2010 togs första spadtaget till Max IV på Brunnsåsen i Lund. Anläggning kommer att vara världsbäst i sitt slag. En av förutsättningarna för att uppnå denna prestanda är att reducera effekten av vibrationer. Arbetet med grundläggningen har gått ut på att reducera anläggningens känslighet för vibrationer genom att öka styvheten så komponenter i acceleratörer och experimentstationer rör sig i takt. Grundläggningen har även en viss reducerande effekt på vibrationer från interna och externa källor. Målet för vibrationer är att ligga under en nivå på 20–30 nm RMS förskjutning för frekvenser över 5 Hz.

Den grundläggningsmetod som visade sig fungera bäst att motstå både inre och yttre vibrationskällor var stabilisering. Under de båda lagringsringarna är den naturliga jorden stabiliserad med kalk och slagg ner till 4 meters djup. Stabiliseringen utfördes i skikt om 300 mm med en underfräsning i det underliggande lagret mellan 30 och 50 mm för att säkerställa en homogen matris utan sprickor och skarvar.

Syfte

Syftet med projektet var att studera den slutgiltiga kvaliteten hos den färdiga grundläggningen och jämföra med resultat från produktionsprovningen. Genom att studera hela det stabiliserade skiktet kan kunskap byggas upp om hur väl den valda produktionsmodellen lyckades skapa en homogen monolit av det stabiliserade materialet. Följande frågeställningar har studerats:

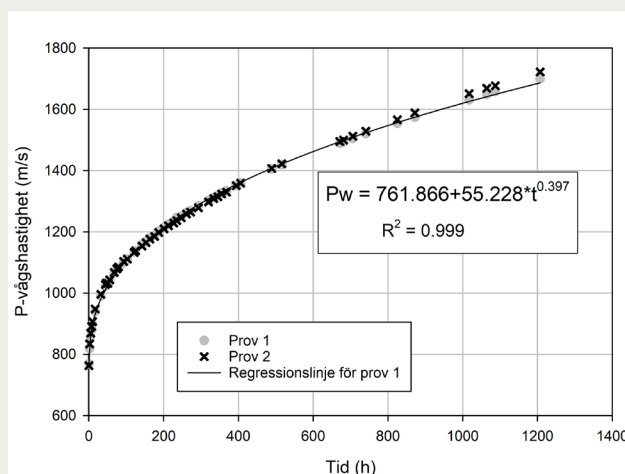
- Homogenitet – kan vi åstadkomma en homogen monolit?
- Skiktgränser mellan lager – hur starka är bindningarna mellan de olika lagren?
- Skillnad i densitet mellan ytligt och djupt liggande material – har ytterligare packning åstadkommit av den ovanliggande leran?

- Förändringar av materialegenskaper jämfört med produktionsprover.
- Undersöka bindningsprodukterna på det stabiliserade materialet – Mätningar i Max IV.
- Skillnader mellan resultat seismik från crossholemätningar och seismikmätning på borrhärlor.

Genomförande

Inför byggandet av MAX IV laboratoriet utfördes laboratorieförsök för att bestämma lämpliga bindemedelsrecept. På dessa prover utfördes P-vågsmätningar, se figur 1.

Arbetet startade med en kärnprovtagning i tre punkter placerade i en linje. Provtagningen utfördes från den anlagda markytan och ner genom det fyra meter stabiliserade skiktet. I normalfallet sätts foderrör för att säkerställa att ingen utrustning fastnar men



Figur 1. Kompressionsvågshastighet som funktion av lagringstid för laboratorieinpackade prover. Proverna lagrade i 20°C.

eftersom det stabiliserade materialet ansågs tillräckligt hållfast användes inga foderrör.

Efter foderrörsborrningen utfördes själva crossholemätningarna. Mätningarna innebär att en sändare som genererar P- och S-vågor förs ner till ett bestämt djup i kärnborrhålet. I de två övriga kärnborrhålen placerades mottagare på samma djup som sändaren varefter P- och S-vågorna genererades och data samlades in. Efter utförd mätning sänktes sändare och mottagare 0,25 meter och mätningarna upprepades, se figur 2. Vidare utfördes calipermätningar i borrhålet och borkärnorna karterades och prover plockades ut för vidare testning i laboratoriet.

Projektet har utförts med stöd från SBUF, Peab Anläggning och MAX IV Laboratoriet. Arbetet har utförts av Per Lindh, SGI.

Resultat

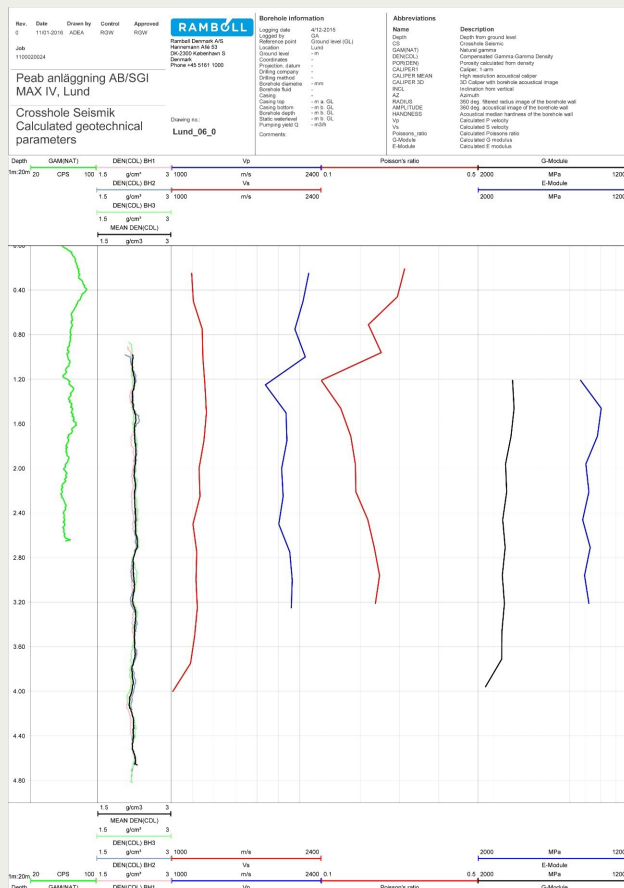
Projektet visar på stor potential att använda crossholemätningar för att bestämma en jordvolymets styvhet. Vidare visade försöken på mycket bra homogenitet i det stabiliserade skiktet, se figur 3. Försöket visade på att hela den stabiliserade volymen klarade kontrollkriteriet.

Slutsatser

I de traditionella provningar som utförs inför, under och efter förstärkningsarbeten korresponderar inte laboratoriemetoderna med fältmetoderna. Detta innebär problem vid utvärdering av uppnådda resultat och en minskad möjlighet till en adekvat återkoppling och kunskapsuppbyggnad mellan lab och fältmätning. Genom att använda seismikmätningar under både förstudien och produktionskontrollen erhålls en unik koppling mellan provning i lab och i fält. Seismisk provning kan vara en kostnadseffektiv metod då den dels ger minimal påverkan på slutprodukten, dels ger en mätning av en större volym vilket kan minska kostnaderna. Om provningen planeras in från början av projektet kan metodiken förenklas.



Figur 2. Foto visande crosshole-mätningar. Foto Per Lindh.



Figur 3. Resultat från crossholemätningarna visande bland annat densitet, P- och S-våg, modul etcetera.

Ytterligare information

Kontaktpersoner:

Per Lindh, SGI, tel: 013-201846,

e-post: per.lindh@swedgeo.se

Ola Malmgren, Peab tel: 0431-89000,

e-post: ola.malmgren@peab.se