



Vy över fältmätningarna vid påslagning för brostöd A11. Till vänster i förgrunden syns gjutformen för brostöd A10.
Cirkelsymboler = lägen för markpegel
Kvadratsymboler = lägen där såväl markpegel, inklinometrar som bägslangor installerats.

Massundanträngning i samband med påslagning i lera

I detta projekt har man utvecklat en förbättrad strategi och metodik för prognostisering av markrörelserna utanför pålningsområdet vid påslagning i lera.

Bakgrund

Vid påslagning uppkommer bland annat massundanträngning i undergrunden, vilken resulterar i rörelser i befintliga byggnader och anläggningar och därmed kan oönskade tvångskrafter induceras i dessa. Därför ställer beställaren ofta krav på maximalt tillåtna markrörelser i anbudshandlingen. Således behövs det metoder som möjliggör prognostisering av förväntade markrörelser så att den tekniska designen (till exempel val av påltyp) kan anpassas med hänsyn till de maximalt tillåtna markrörelserna. Den metod som utgör rådande "svensk praxis" för prognostisering av de pålningsinducerade markrörelserna anses dock ha bristande tillförlitlighet.

Syfte

Därför initierades ett SBUF-projekt med målsättningen att öka förståelsen för hur markrörelserna varierar utanför pålningsområdet vid påslagning i lera samt att utveckla en förbättrad strategi och metodik för prognostisering av markrörelserna utanför pålningsområdet.

Genomförande

Med stöd från SBUF har arbetet utförts av Skanska och Trafikverket i samarbete med Pålkommissionen, Ruukki och SGF. Fältmätningarna utfördes i anslutning till pålningen för ett av de blivande brostöden ingående i Partihallsbron i Göteborg. I försökslokalen är markytan i stort sett horisontell medan undergrunden utgörs av lera till minst 80 m djup. I läget för det blivande brostödet installerades 60 prefabricerade betongpålar. Pålarna är cirka 52 m långa, har ett kvadratisk tvärsnitt (275x275 mm²) och är installerade med centrumavståndet cirka 1,3 m. Flertalet pålar lutar

9:1 till 7:1. Instrumenteringen var placerad längs tre mätsektioner förlagda mittför och vinkelrätt pålningsområdets kort- respektive långsidor. Instrumenteringen utgjordes av markpeglar, bälgslangar samt inklinometrar varvid rörelserna på såväl markytan som ned till cirka 45 m djup kunde mätas. Mätningarna utfördes vid ett flertal tillfällen, varvid den successiva utvecklingen av markrörelserna kunde följas i takt med det ökande antalet installerade pålar.

Resultat

De viktigaste observationerna och slutsatserna från fältmätningarna är:

- Sidorörelsen är större än hävningen i samtliga mätpunkter.
- Markrörelserna sträcker sig längre ut än en pållängd från pålningsområdets ytterkant.
- Såväl sidorörelsen som hävningen i markytan varierar inte linjärt med avståndet från pålningsområdet. Variationen kan snarare beskrivas med hjälp av exempelvis en potensfunktion.
- Markrörelsen mitt för pålningsområdets långsida är större än mitt för pålningsområdets kortsida i mätpunkter belägna på samma avstånd från pålningsområdets ytterkant.
- Den undanträngda jordvolymen bedöms motsvara volymen hos pålarna.

Tre olika beräkningsmetoder, vilka kräver relativt olika stor arbetsinsats, har använts för att prognostisera markrörelserna till följd av påslagningen, nämligen:

- En analytisk beräkningsmetod, baserat på empiriska fältobservationer, vilken ursprungligen föreslogs av Lars Hellman. Denna metod vidareutvecklades av Sven-Erik Rehnman, KTH, och kan numera sägas utgöra "svensk praxis".
- En analytisk beräkningsmetod vilken föreslogs av Sagasetta. Till skillnad från Helleman/Rehnman-metoden är denna metod baserad på kontinuumsmekanik.
- Numeriska simuleringar (finita element metoden – FEM), varvid förhållandena vid såväl fältmätningarna som några mer komplexa hypotetiska situationer har studerats. De senare har studerats i syfte att få en grov uppfattning om hur befintliga konstruktioner påverkar och påverkas av det pålnings-inducerade markrörelserna.

De viktigaste slutsatserna från jämförelserna mellan fältmätningarna och de teoretiska analyserna är:

- Hellman/Rehnman-metoden bör endast användas för en grov uppskattning av storleksordningen på rörelserna i markytan. Metoden medger visserligen beräkning av rörelserna under markytan, men dessa avviker påtagligt ifrån de uppmätta rörelserna.
- Sagasetta-metoden bör användas om en bättre uppskattning av rörelserna i markytan erfordras. Metoden förefaller dessutom kunna användas för bedömning av rörelserna under markytan.
- FE-analyser bör användas för att erhålla bästa möjliga uppskattning av rörelserna i och under markytan. Om de byggnadstekniska förhållandena är "enkla" (horisontell markyta, homogen jord etcetera) är det dock tveksamt om det merarbete som FE-analyserna medför är motiverat jämfört med att använda Sagasetta-metoden. De hypotetiska situationer som analyserats visar dock att FE-analyser bör användas om de byggnadstekniska förhållandena inte är "enkla".

Slutsatser

De fältmätningar och analyser som utförts inom ramen för detta projekt är huvudsakligen inriktad på "enkla" byggnadstekniska förhållanden, det vill säga horisontell markyta, homogen jord, ingen förekomst av närliggande befintliga konstruktioner på eller under markytan som påverkar rörelsemönstret etcetera. Således är det väsentligt att studera hur de ovan beskrivna beräkningsmetoderna fungerar när de byggnadstekniska förhållandena inte är "enkla".

Ytterligare information

Kontaktpersoner:

Torbjörn Edstam, Skanska, tel 010-448 40 90,
e-post: torbjorn.edstam@skanska.se.

Litteratur:

Massundanträngning i samband med påslagning i lera (Slutrapport, av Torbjörn Edstam, 49 sidor) kan laddas ner från www.sbuf.se under projekt 12133.

Internet:

www.sbuf.se under projekt 12133 och 12422.