

# UTVÄRDERING AV VIDHÄFTNING VID ANVÄNDANDE AV IN-SITU-GJUTEN BETONG SOM STÄMP I LERSCHAKT

*Mylena Anderberg & Isabella Andersson, LTH*

## Summary

This report addresses the adhesion between clay and in-situ cast concrete used in the bottom of excavations when situated in soft clay. The main focus of the report is to investigate the adhesion mechanism acting between the materials when the concrete slabs are subjected to shear. While doing so two questions are meant to be answered, how and where the break will occur and how this coincides with today's design criteria. The main methods of investigation are experiments that are carried out in Marieholm, Gothenburg. To be able to compare and analyse the results from the experiments, analytical calculations as well as finite element analysis, in PLAXIS 2D, are made.

When shafts are excavated in soft clay the excavation is usually made in stripes, and concrete slabs are cast in-situ in the excavated strip. The concrete slabs are subjected to shear because of the earth pressure acting on the back of the sheet wall. The shear force is transferred down into the clay by adhesion, much the same way as for cohesion piles, where the adhesion depends upon the size of the contact area and the shear capacity of the clay.

Experiments investigating the adhesion have been carried out in previous research with so-called "pull-out" tests on piles and diaphragm walls. The piles/walls were cast in-situ and then pulled upwards until a break occurred. While doing so the force, and therefore the adhesion between the concrete and the clay, was measured.

The experiments carried out for this report consisted of a shaft with a sheet wall placed at one end. Five slabs were cast in-situ on the bottom of the shaft in two different sizes. Three slabs were 1x4 meters and two slabs were 2x4.8 meters. Two slabs of each size were then subjected to shear force using jacks placed between the slabs and the sheet wall. The force was then applied gradually until a break occurred.

The fifth and last plate was also subjected to a gradually increasing force, with a peak force of 80 % of the capacity shown by the first slabs. The force was then held constant so that the effects of creep could be measured. The

horizontal and vertical displacements of the slabs were measured using dial indicators and any movement in the sheet wall was measured with a total station.

The results from the experiments show a clear connection between the time after casting and the shear capacity of the slabs, just like the previous research. Usually a slab, like the ones in the experiments, are subjected to shear only 16 hours after casting. According to the experiments the adhesionfactor between the clay and the concrete is less than 0,5 which can be compared to the 0,59-0,67, and sometimes even up to 0,9, used today.

When the shear capacity is reached cracks become visible in the clay around the slab. These cracks quickly grow to a width of around 1-2 centimetres. They grow at an angle of about 30° from the slab and reach as far out as 15-25 centimetres from the slab. When the slabs stopped showing signs that they were still deforming they were turned upside down. It then became obvious that the casting had not generated perfect slabs, that were evenly thick along the entire length of the slab, as calculated. The bottom of the slabs showed a billowy form with varying thickness. In multiple places it was also obvious that the concrete and clay had merged.

## **Sammanfattning**

Rapporten behandlar vidhäftning mellan in-situ-gjutna betongplattor, vilka används vid etappvis schaktning, och lerbotten i schakt. Huvudsyftet är att utreda vilken vidhäftning som verkar mellan materialen då betongen blir utsatt för skjuvning på grund utav tryck från sponten. Samt om brott går i kontaktytan mellan materialen eller i något av de två materialen samt hur detta sammanfaller med dagens dimensioneringsmetoder. Utredningen görs primärt med hjälp utav fullskaleförsök på Marieholmprojektet i Göteborg. Som jämförelse och komplettering till försöken utförs beräkningar av brottslaster och deformationer analytiskt och med hjälp utav finita elementanalyser i PLAXIS 2D.

In-situ-gjutna betongplattor används vid etappvis schaktning i lös lera, där betongen verkar som stämp mot sponten. Sponten utsätter betongplattan för krafter vilka i dag antas föras ner i leran med hjälp utav vidhäftning, och beräknas endast bero på kontaktarean mellan leran och betongen samt lerans skjuvhållfasthet.

Tidigare forskning har gjorts i form utav ”Pull-out”-tester där slitsmurar eller pålar gjuts in-situ i lera. De dras sedan upp och på så vis kan vidhäftningen mellan betongen och leran beräknas. Tidigare forskning har påvisat att kapaciteten ökar med tiden.

Fullskaleförsöken utgörs av en schakt med en spont i schaktens ena ände. På schaktbotten gjuts fem plattor i två olika storlekar, tre stycken med måtten 1x4 meter och två med 2x4,8 meter. Två plattor av vardera storleken trycksätts sedan med hjälp utav domkrafter som placeras mellan betongplattorna och sponten, plattorna trycks stegvis till brott. Den femte och sista plattan trycks även den stegvis, men upp till 80 % av den brottslast de tidigare tryckningarna uppvisat. Trycket hålls sedan konstant under flera timmar så att krypeffekter kan kontrolleras. Under trycksättningen av plattorna mäts uppböjning i en punkt strax bakom plattornas mitt och dess förskjutning mäts i plattornas fyra hörn.

Resultaten från försöken visar tydligt på ett samband mellan tid efter gjutning och den mothållande kraft som kan mobiliseras av betongplattorna. Vanligtvis belastas in-situ gjuten betong av det här slaget runt 16 timmar efter gjutning då gjutning sker på eftermiddagen och schakten fortsätter nästkommande morgon. Enligt försöken kan plattorna vid den tiden inte överföra den mothållande kraft som det räknas med i dag. Detta innebär att de partialkoefficienter som idag används kan behöva justeras något då de ligger runt 0,59-0,67 och ibland så högt som 0,9 och de värden som har tagits fram ligger strax under 0,5. Vilket kan beror på att det idag används högre värden vid dimensioneringen, men det kan även bero på skillnader mellan de utförda testerna och det verkliga fallet.

Vid brott bildas stora sprickor i leran som sträcker sig runt 15 respektive 25 centimeter ut från betongplattornas långsidor. Sprickorna följer ett tydligt mönster där vinkeln mellan sprickan och betongplattan uppskattas vara runt 30°. Efter brott vänds betongplattorna, det blir då tydligt att gjutningen inte genererat en jämntjock platta som antagits utan plattans botten visar en böljande form med varierad tjocklek. På flera ställen observerades också att betongen och leran beblandat sig. De teorier som framtagits i tidigare forskning kan vara tillämpliga även i detta fall, speciellt de rörande lerans sensitivitet.