

CPTu szondázási eljárás

A Cone Penetration Test (kúpbehatolási vizsgálat), röviden CPT, egy olyan talajvizsgálati módszer, amely segítségével jó minőségű és pontos információkat kapunk a talajról. Ezt a módszert Hollandiában a 20-as években fejlesztették ki főleg azért, hogy elkerüljék a talajsüllyedéseket és jobb alapokat építhessenek.

A módszer lényege az volt, hogy azt a tolóerőt mérték, amivel a szondát egy állandó sebességgel a talajba nyomták. Később kifejlesztettek egy olyan rendszert, amely képes mérni a csúcs ellenállást és egyben a palást súrlódást is.

A 70-es évek végén elektromos érzékelővel látták el a szondacsúcsot. Ennek az előnye, hogy az ellenállást közvetlenül a szondacsúcson méri és lehetőséget ad további adatok regisztrálására.

Napjainkban a csúcshellenállás és a palást gyűrűre ható súrlódó erő mérése mellett a pórus víznyomást is mérik, ami akkor alakul ki a talajban, amikor a szondát lenyomják. Ezt hívják CPTU vizsgálatnak.

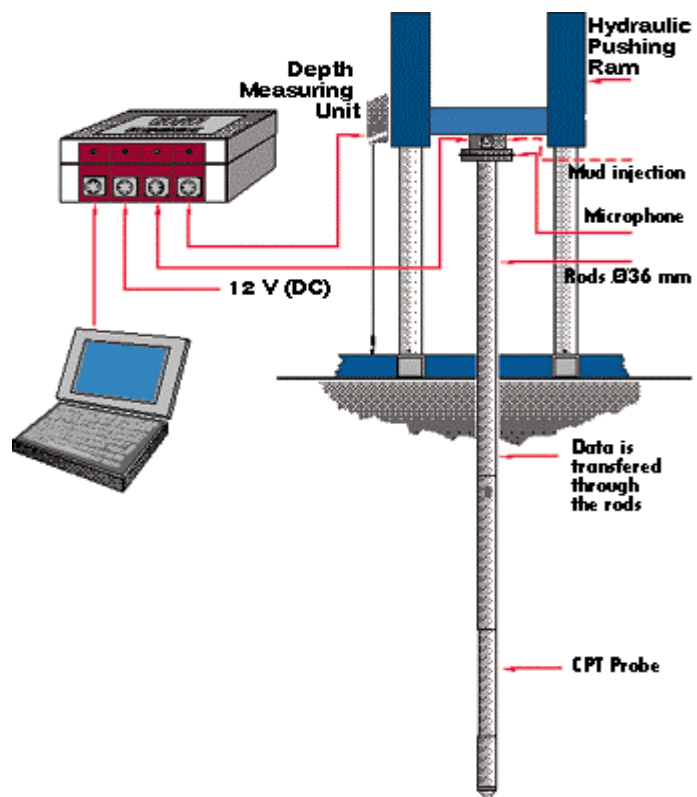
Sok oka van annak, hogy a CPT módszert széles körben használják. Ezek közül a legfontosabb az in-situ (helyszíni) vizsgálat, mivel a talaj tulajdonságait az eredeti környezetében vizsgálja, ott ahol van.

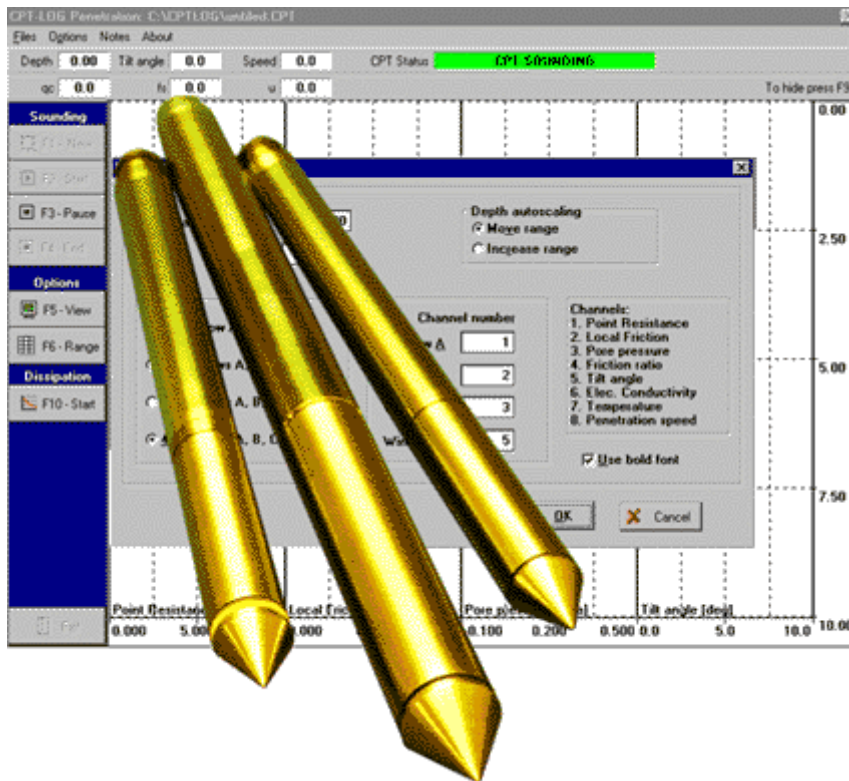
A CPT gyors módszer és ezért költségkímélő. Átfogó képet ad a talaj topográfiájáról is, mivel a mérés folyamatos.

A mérési folyamat lényege:

Az általunk használt berendezés a svéd Geotech AB által fejlesztett, korszerű vezeték nélküli rendszer, amely digitális formában juttatja el az adatokat a szondából a föld felszínére. A szondában lévő mikroprocesszor a mért adatokat hangjelekké alakítja át. Ezeket a jeleket a szonda rudak szállítják a mikrofonhoz, ami a felszínen lévő utolsó szondarúdhoz van csatlakoztatva.

Az adatok a mikrofonból egy kábelen keresztül jutnak el a jelátalakítóba (Interface), valamint ugyan ide érkeznek az aktuális szondázási mélység adatai a mélységi jeladóból. Az interface box közvetlenül csatlakozik a terepi PC számítógéphez, ami a mért adatokat megjeleníti és tárolja.





A szonda által mért adatok a CPT-LOG adatrögzítő szoftver segítségével rögzíthetők és jeleníthetők meg a helyszínen.

Definíciók

Csúcs ellenállás (Tip resistance): q_T (q_C)

A csúcsellenállás az egy olyan feszültség, amit úgy kapunk meg, ha elosztjuk a csúcsra nehezedő teljes axiális erőt a csúcs keresztmetszetének területével. (1000 mm^2). A q_C jelölés a pórus víznyomás nélküli CPT méréseknél használatos, míg a q_T akkor használatos, ha pórus víznyomást is mérünk. A csúcs formája miatt a csúcson mért erőt befolyásolja a ingadozó pórus víznyomás. Olyan esetekben okozhat ez hibákat, amikor a pórus víznyomás nagy. Ebben az esetben a csúcs ellenállás mérése nem regisztrál olyan adatokat, melyek a teljes csúcs ellenállásra vonatkoznak. Olyan méréseknél, ahol pórus víznyomást is mérünk, a mért csúcs ellenállást korrigálni lehet és a teljes csúcs ellenállás a következőképpen alakul:

$$q_T = \frac{\text{a csúcsra nehezedő teljes axiális erő}}{\text{keresztmetszet területe}}$$

$$q_C = \frac{\text{a csúcsra nehezedő teljes axiális erő kijavítatlan értéke}}{\text{keresztmetszet területe}}$$

(Olyan kivételes esetekben, amikor a pórus víznyomás $u=0$ vagy jelentéktelen, akkor $q_C=q_T$)
A csúcsellenállást Mpa vagy kPa -ban fejezzük ki.

Palást súrlódás (Friction): f_T (f_S)

A palást súrlódás értékét úgy kapjuk meg, ha elosztjuk a palástot érő teljes súrlódási erőt a palást felszínének területével (15000 mm^2). A palástsúrlódás mért értékét befolyásolja a palást felszínét érő ingadozó víznyomás. Ezért a mért értékeket korrigálni kell jelentős víznyomás esetén, azért, hogy a teljes palást súrlódás valós értékeit megkapjuk.

$$f_T = \frac{\text{teljespalástsúrlódás}}{\text{palást felszínének területe}}$$

$$f_S = \frac{\text{palást súrlódáskijavítatlan értéke}}{\text{palást felszínének területe}}$$

(Az f_S paraméter csak durva minőségű talajban alacsony víznyomás mellett valós.)

A palást súrlódás kPa -ban vagy Mpa -ban van megadva.

Súrlódási arányszám (Friction ratio) R_f

A súrlódási arányszám a palást súrlódás és a csúcs ellenállás közötti hányados a vizsgált mélységben:

$$R_f = \frac{f_T}{q_T} \cdot 100, (\%)$$

Eredeti helyén lévő statikus pórus víznyomás u_0 (kPa)

Megfelel az uralkodó helyi statikus víznyomásnak a talaj konkrét mélységében, ami visszaáll miután a teljes pórus víznyomás konszolidálódik a szondázás megszakítása után.

Regisztrált pórus víznyomás u (kPa)

A fúrás alatt mért pórus víznyomást jelenti. ($u = u_0 + \Delta u$). Az u jelölés csak olyan mérésekre vonatkozik, amiket a szűrő normál elhelyezkedésénél mértek, ami a csúcs fölött van.

Létrehozott pórus víznyomás Δu (kPa)

Az a változás a pórus víznyomásban ($u - u_0$) ami a fúráskor történik. A létrehozott pórus víznyomás pozitív és negatív lehet attól függően, hogy milyen a talaj minősége és attól, hogy hol helyezkedik el a szűrő a szondán.

Különbözeti pórus víznyomás hányados DPPR

A különbözeti pórus víznyomás egy arányszám, ami a létrehozott pórus víznyomás és a csúcs ellenállás hányadosa a vizsgált mélységben.

$$DPPR = \frac{\Delta u}{q_T}$$

Számítógépes feldolgozóprogram: CONRAD CPT - mérések kiértékelése

A Conrad olyan számítógépes program, melynek segítségével beszámolót és kiértékelést készíthetünk a CPT mérésekről. Geotechnikusok fejlesztették ki ezt a programot Svédországban: *Swedish Geotechnical Institute, Field and Measuring Techniques (SGI)*

A geotechnikai vizsgálatoknál egyre elterjedtebb a CPT mérés. Ez a módszer még pontosabb adatokat nyújt a talaj minőségéről, összehasonlítva más vizsgálati eljárásokkal.

A talaj paraméter értékek empirikus egyenletekkel számíthatók ki a CPT mérési adatok felhasználásával. A kiértékelést egy új, felhasználóbarát program könnyíti meg, amit az SGI fejlesztett ki.

- A felhasználó által definiált csatornák kezelik a kiszélesített mérési adatokat (dőlésméréssel, hőmérséklettel vagy környezettel kapcsolatos paraméterek rendelkezünk vezetőképesség mérő szondákkal is)
- A felhasználó által definiált általános információk a kiértékelőlapokon
- Az adatok szint illetve mélység szerinti megjelenítése

Teljesen új grafikai lehetőségek

- A felhasználó új táblázatokat (diagrammokat) hozhat létre
- Könnyen változtatható lépték
- Nagyítási, ill. kicsinyítési lehetőség

A geotechnikai vizsgálat során a Conrad program segítségével összeállíthatók az elemzés előtti paraméterek. A Conrad segítségével a felhasználó kiválaszthatja és összeállíthatja a szükséges paramétereket interaktív formában.

Az adatok bemutatása

A Conrad program a terepi adatrögzítő szoftver (CPT-PRO) adatait közvetlenül felhasználja.

Első lépésben megmutatja a javított paramétereket grafikusán:

- csúcscellenállás: q_T
- palást súrlódás: f_T
- létrehozott pórus víznyomás: u , Δu és u_0
- súrlódási arányszám: R_f
- pórus víznyomás arányszám: $DPPR$

Paraméterek kiértékelése

A bemenő adatok, amiket a mérnökök a CPT mérések során terepen mérnek, a talaj víz megfigyelései és a laboratóriumi vizsgálatok. A számítások és az adatok bemutatása a felhasználó irányításán és kijelölésén alapszik. Minél több adat áll rendelkezésre annál pontosabb a kiértékelés.

A második lépésben a talajrétegek kiértékelése és bemutatása következik.

- Talajrétegek: talaj típusa, keménysége, konszolidáltsága
- Csúsztató feszültség: τ_{fu}
- Súrlódási szög (nem kohéziós anyagoknál): ϕ
- Relatív tömörség (nem kohéziós anyagoknál): I_d
- Modulusok (nem kohéziós anyagokban): M, E
- Effektív nyomásfeszültség: σ'_{vo}