

PANK

IMUPAINEKOE (TUBE SUCTION TEST)

PÄÄLLYSTEALAN NEUVOTTELUKUNTA

Hyväksytty: 15.5.2009
Korvaa menetelmän: -

1. MENETELMÄN TARKOITUS

Imupainekokeella määritetään tiivistetystä maa- ja kiviaineksesta tai stabiloidusta materiaalista dielektrisyys ja sähkönjohtavuus. Testillä mitataan stabiloidun materiaalin vedensitomiskykyä, tuloksia voidaan hyödyntää esimerkiksi sideainepitoisuuden optimoinnissa. Teoriassa testillä mitataan sitä vapaan energian määrää, jonka tasapainottamiseksi materiaali imee vettä ympäristöstään jos sitä on saatavilla. Dielektrisyys kuvaa käytännössä vapaan veden määrää materiaaleissa.

2. MENETELMÄN SOVELTAMISALUE

Menetelmä soveltuu maa- ja kiviaineksen ja stabiloidun tai muulla tavalla käsitellyn materiaalin dielektrisyyden ja sähkönjohtavuuden mittaamiseen.

3. VIITTEET

Tielaitoksen selvityksiä 20/2000, Tube suction test – sitomattomilla murskeilla suoritettujen rengastestien tulokset Report FHWA/TX-03/0-4114-2, 2002, W. Spencer and Tom Scullion Interlaboratory study of the tube suction test Report FHWA/TX-06/5-4114-01-1, 2006, B.G.Barbu and Tom Scullion Repeatability and reproducibility study for tube suction test
Päällysrakenteen stabilointi, Tiehallinto 19.12.2007

4. MÄÄRITELMÄT

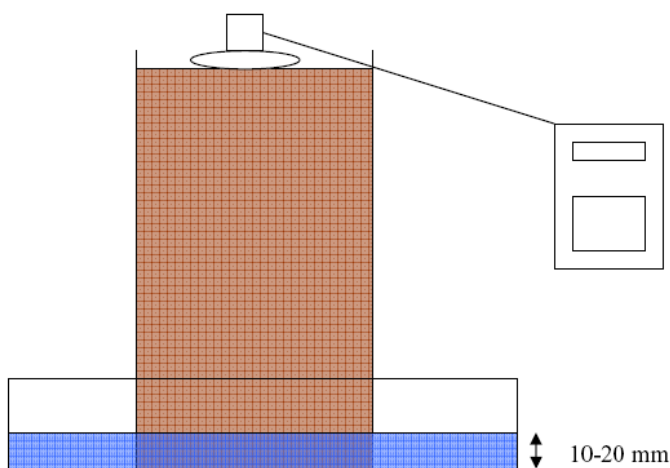
Dielektrisyys on elektromagneettinen (EM) suure, joka voidaan mitata muun muassa havainnoimalla EM-aallon kulkunopeutta. Dielektrisyysarvo (ϵ_r) kuvaa aineen kykyä varautua eli polarisoitua ulkoisen sähkökentän vaikutuksesta. Aineen dielektrisyyteen vaikuttavat muun muassa kiinteiden partikkelien, ilman ja veden seossuhde, veden lämpötila ja kiinteiden partikkelien ominaisuudet. Dielektrisyys on suhteellinen suure, eikä sillä ole mittayksikköä.

Sähkönjohtavuus ilmaisee materiaalin vesiliukoisten suolojen määrää: mitä suurempi arvo, sitä suurempi pitoisuus. Sähkönjohtavuus ilmoitetaan mS/m tai $\mu\text{S/cm}$.

5. KOEMENETELMÄ

5.1. Periaate

Tutkittavasta materiaalista tiivistämällä valmistetun koekappaleen pinnasta mitataan dielektrisyys ja sähkönjohtokyky tietyn aikataulun mukaisesti noin 10-14 vuorokauden ajan Adek Percometer™ tai vastaavalla laitteella (mittaustaajuus 40-50 MHz). Mittaustapa on luotettava, kun tutkittavan materiaalin sähkönjohtavuus on alle 2000 S/cm. Sähkönjohtavuus lähestyy mainittua raja-arvoa joillakin savisilla maalajeilla ja suolaa sisältävillä kiviaineksilla.



Kuva 1. Imupainekokeen periaatekuva.

5.2. Laitteet ja tarvikkeet

- Vaaka, tarkkuus vähintään 0,1 % näytteen massasta
- Adek Percometer™ tai vastaava laite
- Tislattua tai ionivaihdettua vettä
- Lämpökaappi, jonka lämpötila voidaan säätää 40-45 °C
- Kiertotiivistin tai Proctor-vasara koekappaleen valmistamiseksi
- Muoviputki, jonka sisähalkaisija on 150 mm
- Reiällinen pohjalevy (reikien halkaisija noin 2 mm)
- Suodatinpaperi
- Kumilevy, kansi tai vastaava näytteen yläpinnan peittämiseksi mittausten väliaikana näytteen pinnan kuivumisen estämiseksi.

5.3. Laitteiston kalibrointi

Mittauslaitteiston tulee läpäistä laitevalmistajan määrittelemät ja ohjeistamat kalibrointitestit ja referenssimittaukset testausorganisaation laatujärjestelmän mukaisesti.

5.4. Koekappaleen valmistus ja esikäsittely

Tutkittavan materiaalin maksimiraekoko on 20 mm. Jos tutkittavan materiaalin raekoko on > 20 mm, suuremmat rakeet on poistettava materiaalista seulomalla. Koekappaleet, joiden halkaisija on 150 ± 3 mm, valmistetaan tiivistämällä tutkittavaa materiaalia tavoitetiiveyteen tai standardityömäärää käyttäen (tiiveysaste ja käytetty vesipitoisuus määräytyy materiaali ja tapauskohtaisesti). Tiivistäminen voidaan tehdä joko kiertotiivistimellä tai Proctor-vasaralla. Koekappaleen korkeuden tulee olla yleensä 180-200 mm, remix-stabilointimassoilla (REST) näytteen korkeus voi olla pienempi (100 mm). Koekappaleita valmistetaan vähintään kaksi rinnakkaista. Koekappaleiden valmistuksessa on käytettävä tislattua tai ionivaihdettua vettä..

Tiivistämisen jälkeen kappaleet siirretään muoviputkeen, jonka pohjalle on asetettu reiällinen pohjalevy ja suodatinpaperi. Muoviputki voidaan tarvittaessa halkaista sahaamalla yhdensuuntaisella pystysahauksella, jotta putken halkaisijaa voidaan säätää. Sahattu muoviputki kiristetään näytteen ympärille isoilla letkukiristimillä.

Koekappaleet kuivataan lämpökaapissa $+40-45$ °C lämpötilassa vakiopainoon vähintään 4 vuorokautta. Vakiopaino katsotaan saavutetuksi, kun näytteen massa ei muutu kahden peräkkäisen tunnin välein tehdyn punnituksen välillä enempää kuin 0,1 %. Kuivauksen jälkeen kappaleiden annetaan tasaantua vähintään kaksi vuorokautta huoneen lämpötilassa.

Koekappaleiden pinnan tulee olla tasainen, jotta mittauksia voidaan tehdä. Jos pinnassa on reikiä tai epätasaisuuksia, mittaukset tehdään vain tasaisista kohdista. Reikien täyttämistä tutkittavalla materiaalilla ei suositella, jos täyttöä joudutaan kuitenkin tekemään, täyttömateriaali ei saa olla hienoinesta.

5.5. Mittaukset

Mittaukset tehdään painamalla mittaussondi tiukasti näytteen pintaan, kontaktipainon tulee olla noin 2,5 kg.

Kuivatuista ja tasapainotetuista kappaleista mitataan dielektrisyys ja sähkönjohtavuus ennen vesiastian laittamista. Mittauksen jälkeen koekappaleiden alapäät laitetaan astiaan, jonka pohjalla on tislattua vettä noin 20 mm.

Ensimmäinen mittaus tehdään 30 minuuttia veteen laittamisen jälkeen. Ensimmäisen päivän aikana tehdään mittauksia 1, 2, 4, 6 ja 8 tunnin kuluttua testin aloittamisesta. Toisena mittauspäivänä tehdään kaksi mittausta. Kolmannesta mittauspäivästä alkaen mittauksia tehdään 1/päivä. Mittauksia tehdään 10 vuorokautta, mittaukset voidaan jatkaa 10 vuorokauden jälkeen, jos dielektrisyyden arvo vielä selvästi vielä kasvaa.

Jos mittauskohdan sähkönjohtavuus $> 2000 \text{ S/m}$, vastaava dielektrisyiden arvo tulee poistaa tuloksista. Mittausten välillä koekappaleiden pinnalle laitetaan tiivis kumilevy tai kansi haihtumisen vähentämiseksi.

5.6. Testin jälkeen tehtävät määritykset

Mittausten päätyttyä näyte punnitaan irtoveden valuttamisen jälkeen. Näytteen vesipitoisuus määritetään kahdessa osassa siten, että noin 30-50 mm paksuinen kerros kappaleen yläpinnasta lukien otetaan erilliseksi näytteeksi. Kokeen jälkeen näytteestä voidaan määrittää raekokajakautuma ja tapauskohtaisesti muita tarpeellisia parametreja.

6. TULOSTEN ESITTÄMINEN

Testausraportissa esitetään

- Tutkitun materiaalin perustiedot
- Tiivistysmenetelmä
- Kappaleiden dielektrisyysden ja sähkönjohtavuuden arvot ajan funktiona (esitetään usein kuvaajana)
- Jos dielektrisyiden arvo on tasaantunut, voidaan laskea kolmen viimeisen vuorokauden mittaustuloksen keskiarvo, joka ilmoitetaan yhden desimaalin tarkkuudella.
- Kappaleiden vesipitoisuudet testin jälkeen
- Koekappaleiden laskennallinen vesipitoisuus ennen testiä

7. TARKKUUS

Toistettavuus ja uusittavuustestejä on tehty sekä Suomessa että USA:ssa (Texas Transportation Institute), toistettavuuden (r) ja uusittavuuden (R) tarkkoja arvoja ei näissä tutkimuksissa määritetty.