

MENETELMÄ POISTETTU KÄYTÖSTÄ

Asfalttimassat ja –päällysteet, perusmenetelmät

PANK-4115

PANK

TIIVISTETTÄVYYS, KIERTOTIIVISTINMENETELMÄ

PÄÄLLYSTEALAN NEUVOTTELUKUNTA

Hyväksytty:

11.12.1997

Korvaa menetelmän:

TIE 433

1. MENETELMÄN TARKOITUS

Menetelmä määrittää asfalttimassan tiivistymisominaisuuksien määrittämisen kiertotiivistimellä (Gyratory compactor). Menetelmä on yleisohje, joka mahdollistaa erilaisia käytäntöjä ja laitteita. Käytetty laite ja menetelmä on esitettävä.

2. MENETELMÄN SOVELTAMISALUE

Menetelmä soveltuu asfaltti- ja betonimassan sekä sidottujen ja sitomattomien maa-ainesten tiivistettävyysominaisuuksien tutkimiseen. Sen sovellusta voidaan käyttää lieriömäisen koekappaleen tekoon.

Näytesylinterin koko valitaan tutkittavan massan maksimiräkeen mukaan: Ø100 mm sylinteri soveltuu käytettäväksi tiivistettävän massan maksimiräkeen ollessa enintään 20 mm (CEN 16 mm) ja Ø150 mm tiivistyssylinteri myös karkeammille massoille (CEN enintään 31,5 mm).

3. VIITTEET

prEN 12697-9 Determination of reference density, gyratory compactor
prEN 12697-31 prEN (W 1 00227047) (CEN. Work Item 00227139) mukainen periaate.

Invelop Oy:n laitekohtaiset käyttö- ym ohjeet
TIE 433

PANK-4001 Asfalttimassan näytteenotto

PANK-4003 Asfalttimassan valmistus

4. MÄÄRITELMÄT

Poikkeutuskulma (Gyratory-angle) on tiivistyssylinterin keskiviivan poikkeama kohtisuorasta suhteessa päätylevyihin. Se ilmoitetaan milliradiaaneissa tai asteissa ($10 \text{ mrad} = 0,5730^\circ$). Keskimääräinen paine (tiivistyspaine) näytteessä on näytteen päätylevyyn vaikuttava kohtisuora voima jaettuna sylinterin poikkileikkauksen alalla.

Yksi työkierros / työjakso tapahtuu, kun työsylinterin kallistuksen suunta kiertää yhden täyden kierroksen laitteen keskiakselin ympäri (kuva 1).

MENETELMÄ POISTETTU KÄYTÖSTÄ

5. KOEMENETELMÄ

5.1 Periaate

Massa tiivistetään sylinterimäisessä muotissa va-kiolämpötilassa kiertotiivistimellä koekappaleeksi. Valittu tiivistyspaine puristaa näytettä. Näytesylinterin kallistus (poikkeutuskulman suunta) pyörii laitteen pysty akselin ympäri, kunnes tavoitemäärä työkiertoja on saavutettu.

Tiivistyspaine, kierrosnopeus ja -määrä ovat säädettävissä, eräissä laitteissa myös poikkeutuskulma. Paine, kierrosnopeus ja kierrosmäärä valitaan yleensä siten, että tiivistysmäärä vastaa jyräämällä tehtävän tiivistyksen työmäärää.

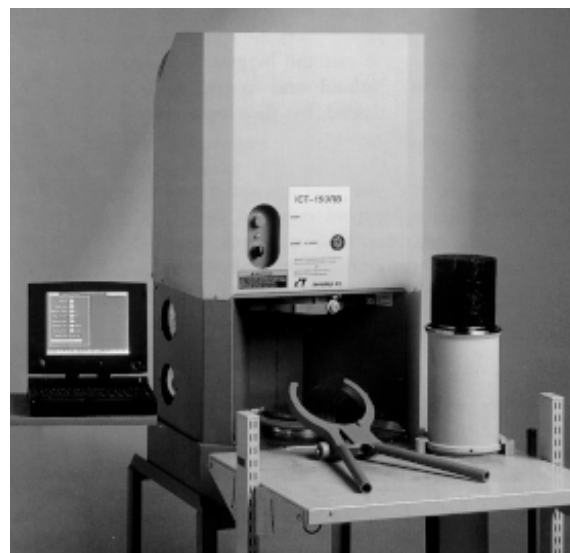
Tutkimustarkoituksessa voidaan käyttää haluttaessa myös suurempia tiivistystyön määriä (ylitiivistys).

Tiivistyminen mitataan kappaleen korkeuden muutoksena. Näytteen korkeus rekisteröidään tiettyjen työkiertojen kohdalla ja kokeen lopussa. Näytteen tilavuus työkiertojen suhteen kertoo tutkittavan massan tiivistettävyyden. Tuloksia vertailtaessa on syytä ottaa huomioon, millä koeparametreilla tiivistyskokeet on tehty.

Monet kiertotiivistimet mittaavat myös näytteen muodonmuutoksiin tarvittavia voimia. Niistä voidaan laskea näytteen leikkausvastus. Se koostuu elastisesta muodonmuutosvastuksesta ja massan sisäisestä kitkasta. Voimatiedot täydentävät käsitystä massan tiivistettävyydestä ja lujuudesta.

5.2 Laitteet ja tarvikkeet

- Kiertotiivistin, johon kuuluu tiivistävän toimilaitteen lisäksi yleensä ohjausyksikkö tai PC.
- Näytesylinteri(t) Ø100 mm tai Ø150 mm ±0,1 mm ja niihin kuuluvat pohja- ja



Kuva 2. Ohjaustietokone, Ø150 mm:n kiertotiivistin, tiivistyssylinteri, valmistettu koekappale ja siirtovaunu

MENETELMÄ POISTETTU KÄYTÖSTÄ

päätylevyt. Sylinteriosien toleranssien tulee olla oheisen taulukon mukaisia.

- vaaka, kapasiteetti 8 kg, lukem atarkkuus 0,1 g (Ø 100 m m:n näytteille) ja kapasiteetti 20 kg, lukem atarkkuus 1 g (Ø 150 m m:n näytteille)
- lämpökaappi, maksimilämpötila vähintään +200 °C, tarkkuus ±5 °C käyttöalueella
- lämpömittari, lukematarkkuus 1 °C
- näytemassojen käsittelyastioita
- tiivistetyn näytteen irrotuslaite

Laitteen käsikirja

Laitteen käsikirjassa annetaan yksityiskohtaiset ohjeet laitteen käsittelystä, kalibroinnista ja käytöstä.

5.3 Näytteen valmistelu

Testattava massa voi olla asfalttiasemalla valmistetusta massasta PANK-4001 mukaisesti otettu tai laboratoriossa laboratoriosekoittimella PANK-4003 mukaan valmistettu. Testinäytteen tulee olla kooltaan sellainen, että se tiivistettynä Ø100 m m tiivistyssylinterissä on korkeudeltaan noin 100 mm (tilavuus n.0,8 dm³), Ø150 mm tiivistyssylinterissä vastaava korkeus on noin 150 mm (tilavuus n. 2,7 dm³). Useimpiin käyttötarkoituksiin riittää 100 m m:n korkeus. Massamäärän suuruus riippuu massan (loppu)tiheydestä

5.4 Koemenettely

Kiertotiivistimen kalibrointi ja säätö

Tiivistimen korkeusmittaus, pyörintänopeus, poikkeuskulma, tiivistyspaine, joka vaikuttaa testikappaleeseen kohdistuvaan puristusvoimaan, säädetään, mikäli ne ovat säädettävissä ja kalibroidaan laitekohtaisen käyttöohjeen mukaisesti.

CEN:in mukaiset tiivistysparametrit ovat:

- poikkeutuskulma (gyratory-, nominaalikulma) 17,45 mrad (1°)
 - toleransseja ei ole toistaiseksi annettu (todennäköinen suositus tulee olemaan 1° ±1')
 - tällä hetkellä asetusrvot ilman kuormaa
- Tiivistyspaine näytteessä 600 kPa ±12 kPa
- Pyörintänopeus 6 - 32 rpm ±10 %
 - todennäköinen suositusnopeus tulee olemaan 30 rpm, erikoistapauksissa esim. sideaineen viskositeetin vaikutuksen osoittamiseksi 15 rpm

Jos ei ole mahdollista käyttää CEN:in mukaisia arvoja, valitaan paine ja gyratorykulma niin, että saadaan mahdollisimman hyvin sama tiivistystulos samalla kierrosmäärällä. Tällainen vaihtoehtoinen asetusta on esimerkiksi:

MENETELMÄ POISTETTU KÄYTÖSTÄ

- Gyrotorykulma 40 mrad
- Tiivistyspaine näytteessä 180 kPa

Tiivistyssylinteri varusteineen tem peroidaan $\pm 10^{\circ}\text{C}$ tarkkuudella testauslämpötilassa vähintään 2 tuntia.

Massanäyte siirretään näytesylinteriin. Massa suositellaan punnittavaksi yhdessä etukäteen punnittujen tiivistyssylinterin ja sen pohjan kanssa.

Tiivistyssylinteri ja siinä oleva massa pidetään tiivistyslämpötilassa $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 30 minuutista 2 tuntiin ennen testiä.

Näytteen pohjalla ja pinnalla voidaan käyttää ohutta silikonipaperikiekkoa. Muotti voidaan voidella kevyesti.

Täytetty näytesylinteri kiinnitetään toimilaitteeseen.

Ohjausyksikölle tai tietokoneohjelmiaan asetetaan laitteen ja ohjelman edellyttämät lähtötiedot;

Näitä ovat mm.

- näyte- tai mittaripaine tietojen rekisteröintijärjestelmän mukaan
- näytteen määrä
- kierrosnopeus
- työkierrosten määrä
- haluttaessa se tiiveysarvo, johon testi päätetään
- muu lisätieto, esim. tiivistyslämpötila

Ohjausyksikkö rekisteröi laitteiston testin aikana tekemät mittaustulokset kuten esimerkiksi näytteen korkeuden ja muokkausvoiman muutokset. Joissakin malleissa käyttäjä kirjaa loppukorkeuden ja haluttaessa väliarvoja.

Näytesylinteri näytteineen irrotetaan laitteesta.

Kun näyte on jäähtynyt riittävästi, tiivistetty koekappale irrotetaan sylinteristä staattisella puristuksella.

Massan tiivistettävyyttä ja esimerkiksi SMA-päällysteen

tilavuussuhteita määritettäessä voidaan käyttää 400-406 työkierrosta.

Jokaisesta testattavasta massasta tehdään vähintään kolme koekappaleta.

6. TULOSTEN ESITTÄMINEN

Laitteiston tallettamista tuloksista; näytteen korkeudesta ja muokkausvoiman momentista työkierrosten funktiona, voidaan laskea eri muuttujien funktiona testin päättyessä mm:

- leikkausvoima
- suhteellinen tiivistymisnopeus ("dilataatio")
- näytteen tiheys
- päällysteen tyhjätila
- kiviaineksen tyhjätila

MENETELMÄ POISTETTU KÄYTÖSTÄ

- täyttöaste

Testin tuloksena esitetään vähintään kolme koekappaleen tiivistyksessä saatujen tulosten keskiarvo. Käytetty laite ja laitteen asetusarvot on ilmoitettava tulosten yhteydessä.

6.1 Laskentakaavat

Koekappaleen tiheys $\rho_{(ng)}$ [kg/m³] lasketaan kaavalla

$$\rho_{(ng)} = m \times 1000^2 / (\pi \times (d / 2)^2 \times h_{(ng)})$$

missä m on koekappaleen massa [g]
 d koekappaleen halkaisija [mm]
 $h_{(ng)}$ koekappaleen korkeus n tiivistyskierroksen jälkeen [mm]

IC-laitteiston rekisteroimista voimamomenttilukemista $F_{(ng)}$ [Nm] voidaan laskea leikkausjännitys $S_{(ng)}$ [kN/m²] kaavalla:

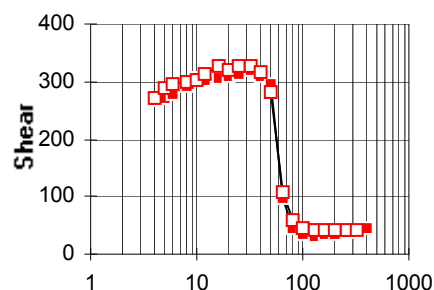
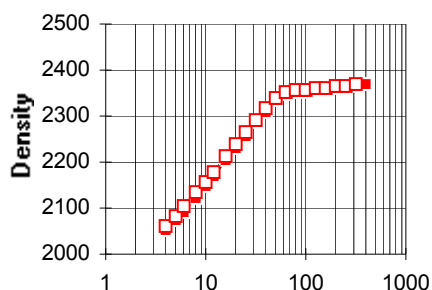
$$S_{(ng)} = 2 \times F_{(ng)} / (m / \rho_{(ng)})$$

missä m on koekappaleen massa [g]
 $F_{(ng)}$ voimamomentti n tiivistyskierroksella [Nm]
 $\rho_{(ng)}$ koekappaleen tiheys n tiivistyskierroksella

6.2. Tiivistettävyys

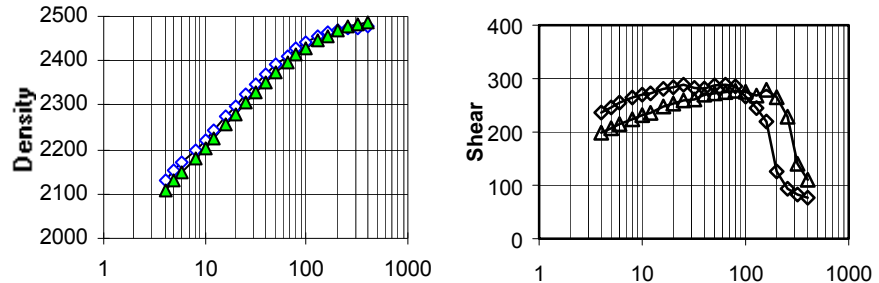
Asfalttimassan tiivistettävyttä voidaan arvioida kiertotiivistimen ohjelman tulostamista tiheys- ja voimamomenttikuvaajista. Mitä pienemmällä kierrosluvulla tiivistyminen loppuu tai tiivistyminen on hyvin vähäistä (tiheyskuvaaja kääntyy vaakasuoraan) ja mitä pienemmällä kierrosluvulla voimamomenttikuvaaja kääntyy alaspäin, sitä helpommin tiivistettävää on massa.

Seuraavissa kuvissa esitetään helposti tiivistyvä ja vaikeasti tiivistettävän massan kuvaajat.



MENETELMÄ POISTETTU KÄYTÖSTÄ

Kuva 3. Esimerkki helposti tiivistyvän massan tiheyden ja voimamomentin muutoksesta (Shear) ICT-laitteen tulostamissa kuvaajissa. Kierrosmäärä X-akselilla.



Kuva 4. Esimerkki vaikeasti tiivistyvän massan tiheyden ja voimamomentin muutoksesta (Shear) ICT-laitteen tulostamissa kuvaajissa. Kierrosmäärä X-akselilla.

6.3 Tarkkuus ja toistettavuus

Rinnakkaistulosten toistettavuuteen vaikuttavat m. m. massan homogeenisuus, näytteen otto, muotin täyttö sekä näytteen korkeuden oikeellisuus. Näyte ei saa olla liian matala. Pohjalevyjen ja tiivistyssylinterien on oltava puhtaita. Näytteen korkeuskalibroinnilla varmistetaan, männän yläosaman ja kalibrointimitan yläpinnan välimatka.

prEN 12697-9 kohta 9 Precision mukaan 19 laboratorion vertailutesti saman tyyppin kiertotiivistimellä ($h=150\text{ mm}$, $\varnothing=160\text{ mm}$) on antanut seuraavat toistettavuus- ja uusittavuusarvot

r	Repeatability kg/m^3	R Reproducibility kg/m^3
Gap graded asphalt concrete for thin wearing course at 40 gyrations	21 33	
Asphalt concrete for wearing course at 80 gyrations	16 24	
Asphalt road base at 120 gyrations	19	23

PANK-rengaskokeessa 13.9.1994 saadut tulokset:

Työkierros-määrä	Tiheys		Leikkausjännitys	
	Keskihajonta kg/m^3	Keskihajonta %	Keskihajonta kN/m^3	Keskihajonta %
AB 16				
40	25	1,04	10	19
81	9	0,36	15	50
161	4	0,16	14	79
323	5	0,22	11	70
SMA 16				
40	22	1,00	2	3
81	21	0,91	5	7
161	22	0,97	9	12
323	26	1,11	16	23