

TUTKIMUSSELOSTUS

BETONISEN SEINÄELEMENTIN PINNAN ESIKÄSITTELYN VAIKUTUS PINTAKÄSITTELYJEN TARTUNTAAN

1.11.2010

1.11.2010

Sisällys

1	TUTKIMUKSEN YLEISTIEDOT	3
1.1	Tutkimuksen tilaaja	3
1.2	Tekijä ja ajankohta	3
1.3	Tutkimuksen tavoite ja tausta	3
2	KOEKAPPALEET JA TUTKIMUSMENETELMÄT	4
2.1	Koekappaleet	4
2.2	Pintakäsittelymateriaalit	4
2.3	Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen kulku	5
3	TUTKIMUSTULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	7
3.1	Sisäseinät	7
3.2	Ulkoseinät	9
4	JOHTOPÄÄTÖKSET	10



1.11.2010

1 TUTKIMUKSEN YLEISTIEDOT

1.1 Tutkimuksen tilaaja

Tilaaja Betoniteollisuus Ry
Arto Suikka
PL 381
00131 HELSINKI

Yhteyshenkilö Petri Mannonen
Gsm 040 501 0901

1.2 Tekijä ja ajankohta

Tutkimuksen tekijä Vahanen Oy
Halsuantie 4
00420 HELSINKI
puh 0207 698 698
faksi 0207 698 699
S-posti etunimi.sukunimi@vahanen.com

Yhteyshenkilö Matti Herranen, TkK, tutkija
gsm 040 8266 758

Tutkimus toteutettiin Vahanen Oy:n laboratoriossa osoitteessa Halsuantie 4, 00420 Helsinki 6/ 2010 - 10/ 2010 välisenä aikana.

1.3 Tutkimuksen tavoite ja tausta

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, millainen betoninen seinäelementin esikäsitteilymenetelmä on ominaisuuksiltaan riittävä tartunta-alustaksi erilaisille pinnoitteille. Tutkimuksessa käsitellään sekä sisäseiniä että betonisia julkisivuelementtejä. Sisäseinissä tutkitaan seinätaoiteiden ja maalien tartuntaa kuiviin sekä kosteisiin betonipintoihin. Ulkoseinissä tarkastellaan pelkästään maalien tartuntaa kuiviin pintoihin.

Tutkimuksen taustalla ovat alalla vallitsevat vaihtelevat käsitykset sopivasta esikäsitteilymenetelmästä riittävän tartunnan saavuttamiseksi erityyppisille pinnoitteille. Erityistä kiinnostusta on herättänyt elementin pinnan laikkauksen vaikutus verrattuna käsittelemättömiin teräsmuottipintoihin. Tässä tutkimuksessa pyrittiin saamaan laaja otos erilaisten elementtipintojen ja pinnoitemateriaalien tartuntalujuuksista.



2 KOEKAPPALEET JA TUTKIMUSMENETELMÄT

2.1 Koekappaleet

Koekappaleina tutkimuksessa käytettiin betonisia, elementtitehtaassa valettuja koekappaleita, mitoiltaan 300 mm x 300 mm x 40 mm. Koekappaleiden valmistuksesta vastasi Mikkelin Betoni Oy. Sisä- ja ulkoseinien koekappaleiden valmistukseen on käytetty erilaisia, ko. elementille tyypillisiä betonilaatuja ja muottiöljyjä. Sisä- ja ulkoseinien koekappaleita valmistettiin kumpaakin kuutena eri pintatyypinä. Tutkimuksessa käytettyjen koekappaleiden kokonaismäärä on 90 kpl. Sisäseinien koekappaleita valmistettiin 10 kpl ja ulkoseinien kappaleita 5 kpl kutakin pintatyyppiä kohden.

Sisäseinät: Betoni: K-30, muottiöljy: mineraaliöljypohjainen Neste M

SS I	teräsmuottipinta / ei käsittelyä	10 kpl
SS II	teräshiertopinta / ei käsittelyä	10 kpl
SS III	teräsmuottipinta / paineellinen pesu	10 kpl
SS IV	teräsmuottipinta / laikkaus	10 kpl
SS V	teräshiertopinta / laikkaus	10 kpl
SS VI	teräsmuottipinta / vesi-hiekkapuhallus	10 kpl

Ulkoseinät: Betoni: K-35 säänkestävä, muottiöljy: bioöljy Emulfix 38

US I	teräsmuottipinta / ei käsittelyä	5 kpl
US II	telattu pinta / ei käsittelyä	5 kpl
US III	teräsmuottipinta / paineellinen pesu	5 kpl
US IV	teräsmuottipinta / laikkaus	5 kpl
US V	Minicote-pintahidastin / paineellinen pesu	5 kpl
US VI	mikropesu Mini Etch Oil	5 kpl

2.2 Pintakäsittelymateriaalit

Tutkittavat pintakäsittelymateriaalit valittiin tilaajan toimesta yhdessä materiaalivalmistajien kanssa. Materiaalivalintojen kautta pyrittiin kattavaan otokseen erityyppisiä, mutta tyypillisiä uudisrakentamisessa käytettäviä pintakäsittelymateriaaleja. Sisäseinän pintakäsittelymateriaalit jakautuvat kahteen maaliin ja kolmeen tasoitteeseen. Ulkoseinien pintakäsittelymateriaaleiksi valittiin viisi erilaista maalivaihtoehtoa.

Sisäseinät

SS A	Tikkurila Ässäplast 3	akrylaattimaali
SS B	Tikkurila Siroplast 2	akrylaattivahvisteinen sekapolymeerimaali
SS C	Maxit Vetonit MT	märkätilatasoite



1.11.2010

SS D	Maxit Vetonit L	pohjatasoite
SS E	Fescon VF	pohjatasoite

Ulkoseinät

US A	Findur julkisivumaali Findur väripohja	kaksikomponenttinen polyuretaanimaali pohjuste
US B	Sto Stocryl V 200 StoCryl GW 100	akrylaattidispersiomaali pohjuste
US C	Tikkurila Finngard 150	akrylaattimaali
US D	Mapei Silancolor Plus	silikonihartsimaali
US E	Fescon Kiviväri S	sementtiperusteinen maali

2.3 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen kulku

Kuvia koekappaleista ja tutkimuksen vaiheista on esitetty Liitteessä 2.

Koekappaleet toimitettiin tutkimuslaboratorioon viikolla 26/2010 kappaleiden ollessa 4 vrk ikäisiä. Näytteet varastoitiin tilaan, jonka lämpötila oli keskimäärin 22 °C ja suhteellinen kosteus 50 %. Puolet sisäseinien koekappaleista (5 kpl kutakin pintatyyppiä kohti, yhteensä 30 kpl) altistettiin täydelliselle vesiupotukselle heti koekappaleiden saapumisen jälkeen. Muiden koekappaleiden annettiin kuivua vapaasti.

Kuivatusta jatkettiin, kunnes vapaasti kuivuvien koekappaleiden betonin suhteellinen kosteus alitti 80 %. Saavutettu suhteellinen kosteus todennettiin porareikämenetelmällä Vaisala HMP44- mittapäällä. Vesiupotuksessa olleita koekappaleita pidettiin upotettuina kappaleen pinnoitukseen asti. Upotus kesti vähintään kuukauden ajan.

Koekappaleiden pintakäsittelytyöt käynnistettiin, kun betonin suhteellisen kosteuden todettiin saavuttaneen halutun tason. Vesiupotuksessa olleet koekappaleet poistettiin upotuksesta tunti ennen pinnoituksen alkua ja annettiin kuivua vapaasti. Vesiupotuksessa olleiden koekappaleiden betonin suhteellinen kosteus oli pinnoitushetkellä n. 100 %. Pintakäsittelytyöt tehtiin 1.9.–15.9.2010 välisenä aikana. Pintakäsittelytyöt suoritettiin materiaalikohtaisten työohjeiden mukaisesti Vahanen Oy:n laboratoriohenkilökunnan ja materiaalitoimittajien toimesta. Koekappaleiden pinnoitus suoritettiin vaakatasossa oleville koekappaleille.

Pinnoitustyön jälkeen koekappaleiden sivut peitettiin alumiiniteipillä ja varastoitiin siten, että kosteuden poistuminen kappaleista oli mahdollista ylös- ja alaspäin. Näytteet varastoitiin tilaan, jonka lämpötila oli keskimäärin 22 °C ja suhteellinen kosteus 50 %. Näytteitä säilytettiin samoissa olosuhteissa vetokokeiden suorittamiseen asti. Koestusikä maaleilla oli vähintään 14 vrk ja tasoitteilla vähintään 28 vrk.



1.11.2010

Vetokokeet suoritettiin kun materiaalikohtainen koestusikä oli saavutettu. Vetokokeita tehtiin 3 kpl kullekin koekappaleelle ja ne suoritettiin 24.9–20.10.2010 välisenä aikana. Vetokohtiin tehtiin 5 mm:n syvyinen esiporaus halkaisijaltaan 50 mm:n timanttilieriöllä. Vetopintaan kohdistettiin kalibroidulla vetolaitteella aksiaalisesti kuormitus, jota lisättiin tasaisesti nopeudella 98 N/s. Koejärjestelyn avulla määritettiin vetomurtoa vastaava jännityksen arvo. Käytetty tartuntalujuuden testausmenetelmä on kuvattu standardissa SFS 5446.

Kustakin vetokokeesta taltioitiin vetomurtoa vastaava jännityksen arvo sekä tapa, jolla murto tapahtui. Jokaisesta koekappaleesta mitattiin lisäksi betonin suhteellinen kosteus koestushetkellä. Kosteus mitattiin betonista 0-5 mm:n syvyydeltä pinnoitteen alapuolelta. Mittaukset tehtiin näytepalamenetelmällä käyttäen Vaisala HMP44-mittapäitä.



1.11.2010

3 TUTKIMUSTULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

3.1 Sisäseinät

Sisäseinien vetokokeiden tulokset on esitetty Taulukossa 1. Tulokset on esitetty koekappaleittain, kustakin kappaleesta tehdyn kolmen vetokokeen aritmeettisena keskiarvona. Kukin koekappale edustaa yhtä pinnoite – tartunta-alusta – kosteusyhdistelmää. Taulukon rivit kuvaavat eri tartunta-alustoja ja sarakkeet pinnoitteita sekä koekappaleen kosteustilaa pinnoitushetkellä. Taulukossa on lisäksi esitetty vetokokeiden murtotapa kunkin koekappaleen murtotapojen moodin avulla. Tulosten havainnollistamiseksi vetokokeiden tulokset on värikoodattu seuraavasti: punainen: $< 0,8 \text{ N/mm}^2$, keltainen: $0,8 - 1,5 \text{ N/mm}^2$, vihreä: $> 1,5 \text{ N/mm}^2$. Yksittäiset koetulokset ja kosteusmittaukset on esitetty Liitteessä 1.

Taulukko 1. Sisäseinien vetolujuuskokeiden tulokset ja murtotapa, kolmen vetokokeen keskiarvo, N/mm^2

	Maalit				Tasoitteet					
	SS A Ässäplast 3 kuiva	SS AW Ässäplast 3 kosteaa	SS B Siroplast 2 kuiva	SS BW Siroplast 2 kosteaa	SS C Vetonit MT kuiva	SS CW Vetonit MT kosteaa	SS D Vetonit L kuiva	SS DW Vetonit L kosteaa	SS E Fescon VF kuiva	SS EW Fescon VF kosteaa
I	3,1	1,9	2,8	2,0	0,8	1,0	0,4	0,5	0,8	0,7
	A	B	A	B	C	C	C	C	C	C
II	2,8	2,4	3,1	1,9	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,5
	A	B	A	B	C	C	C	C	C	C
III	3,0	2,8	3,2	2,3	1,0	1,1	0,3	0,4	0,6	0,6
	A	B	A	B	C	C	C	C	C	C
IV	2,7	2,8	2,3	1,3	0,8	0,8	0,3	0,4	0,6	0,7
	A	B	A	B	C	C	C	C	C	C
V	2,7	2,6	2,4	1,9	0,9	0,9	0,3	0,4	0,6	0,6
	A	B	B	B	C	C	C	C	C	C
VI	2,9	2,5	2,7	2,3	1,0	0,8	0,4	0,4	0,5	0,5
	A	B	B	B	C	C	C	C	C	C

Tartunta-alusta

I	teräsmuotti/ei käsittelyä
II	teräshierto/ei käsittelyä
III	teräsmuotti/paineellinen pesu
IV	teräsmuotti/laikkaus
V	teräshierto/laikkaus
VI	teräsmuotti/vesihiekkapuhallus

Pinnoite

SS A	Tikkurila Ässäplast 3
SS B	Tikkurila Siroplast 2
SS C	Maxit Vetonit MT
SS D	Maxit Vetonit L
SS E	Fescon VF
W	Pinnoitettu kostealle alustalle

Murtotapa

A	alustabetonin murto
B	maalin ja betonin välinen tartuntamurto
C	laastin sisäinen murto

1.11.2010

Sisäseinien maalit

Sisäseinien maalien vetokokeissa pääosa kuivalle betonipinnalle tehdyistä pinnoituksista murtui alustabetonin sisäisesti. Tuolloin voidaan katsoa pinnoitteen tartuntalujuuden ylittäneen betonin vetolujuuden, eikä saatuja tuotekohtaisia tuloksia voida verrata. Kosteille pinnoille tehtyjen pinnoitusten vetolujuuskokeissa murrot tapahtuivat pääosin betonin ja pinnoitteen rajapinnasta. Tuloksissa ei kuitenkaan ole havaittavissa merkittäviä eroja erilaisten tartunta-alustojen välillä.

Sisäseinien tasoitteet

Sisäseinien tasoitteiden vetolujuuskokeissa kaikki murrot tapahtuivat tasoitteen sisäisesti. Tasoitteiden osalta voidaan katsoa niiden tartuntalujuuden olevan vähintään yhtä suuri kuin sisäisen lujuuden. Tasoitteiden vetolujuuskoetulokset kertovat ainoastaan materiaalien sisäisestä lujuudesta, eikä vertailua eri tartunta-alustojen välillä näin ollen voida tehdä.



1.11.2010

3.2 Ulkoseinät

Ulkoseinien vetokokeiden tulokset on esitetty Taulukossa 2. Tulokset on esitetty koekappaleittain, kustakin tehdyn kolmen vetokokeen aritmeettisena keskiarvona. Kukin koekappale edustaa yhtä pinnoite – tartunta-alustayhdistelmää. Taulukon rivit kuvaavat eri tartunta-alustoja ja sarakkeet pinnoitteita. Taulukossa on lisäksi esitetty vetokokeiden murtotapa kunkin koekappaleen murtotapojen moodin avulla. Tulosten havainnollistamiseksi vetokokeiden tulokset on värikoodattu seuraavasti: punainen: < 0,8 N/mm², keltainen: 0,8 – 1,5 N/mm², vihreä: > 1,5 N/mm². Yksittäiset koetulokset ja kosteusmittaukset on esitetty Liitteessä 1.

Taulukko 2. Ulkoseinien vetokokeiden tulokset ja murtotapa, kolmen vetokokeen keskiarvo, N/mm²

	Maalit				
	US A Findur kuiva	US B Stocryl kuiva	US C Finngard kuiva	US D Silancolor kuiva	US E Kiviväri S kuiva
I	2,4	2,3	2,4	2,3	1,8
	A	B	A	A	B
II	0,9	0,6	1,1	1,1	1,3
	B	B	B	B	B
III	2,2	2,4	2,4	2,3	1,9
	A	A	A	A	B
IV	2,4	2,5	2,5	2,3	1,9
	A	A	A	A	B
V	2,5	2,6	2,5	2,7	1,9
	A	A	A	A	A
VI	2,4	2,4	2,2	2,4	1,8
	A	A	A	A	B

Tartunta-alusta

- I teräsmuotti/ei käsittelyä
- II telattu/ei käsittelyä
- III teräsmuotti/paineellinen pesu
- IV teräsmuotti/laikkaus
- V minicote/paineellinen pesu
- VI mikropesu Mini ets

Pinnoite

- US A Findur julkisivumaali
- US B Sto Stocryl V 200
- US C Tikkurila Finngard 150
- US D Mapei Silancolor Plus
- US E Fescon kiviväri S

Murtotapa

- A alustabetonin murto
- B maalin ja betonin välinen tartuntamurto

Ulkoseinien maalit

Ulkoseinien maalien vetolujuuskokeissa pääosa näytteistä murtui alustabetonin sisäisesti. Tuolloin voidaan katsoa pinnoitteen tartuntalujuuden olevan vähintään betonin sisäisen vetolujuuden suuruinen, eivätkä eri tartunta-alustoille tehdyt pinnoitukset ole vertailukelpoisia keskenään. Poikkeuksen muodostavat telatulle elementtipinnalle tehdyt pinnoitukset, joiden vetolujuuskokeissa murto tapahtui betonin ja pinnoitteen välisestä rajapinnasta. Telatun pinnan vetolujuuskokeiden tulokset olivat kaikilla testatuilla tuotteilla selkeästi muita esikäsitteilypintoja heikompia.

1.11.2010

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Laboratorio-olosuhteissa suoritettussa kokeessa lähes kaikki pintojen esikäsitteilyjen ja pintakäsittelyjen yhdistelmät saavuttivat riittävän tartuntalujuuden. Riittävänä tartuntavetolujuutena voidaan pitää julkaisussa Betonirakentamisen laatuohjeet BY 47 esitetyjä vaatimuksia epäorgaanisille ja orgaanisille pinnoitteille:

- Keskiarvon on oltava $\geq 0,8 \text{ N/mm}^2$ ja yksittäisen koetuloksen $\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$

Lisäksi epäorgaanisille pinnoitteille esitetään lisäehto:

- Mikäli pinnoitteen sisäinen koheesio pettää, sisäinen vetolujuus $\geq 0,2 \text{ N/mm}^2$

Näiden ehtojen mukaan kaikki materiaaliyhdistelmät, lukuun ottamatta yhdistelmää "US B II", täyttävät niille asetetut vaatimukset.

Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, ettei laboratoriokokeista voida suoraan tehdä johtopäätöksiä esikäsitteilyjen soveltuvuudesta tartunta-alustaksi. Pääsyyinä tähän on se, että materiaalien sisäisistä murtotavoista johtuen vertailua eri esikäsitteilyjen tartuntalujuuksien välillä ei kyetty tekemään. Tulokset myös pätevät vain optimaalisissa olosuhteissa tehdyille pintakäsittelyille. Tutkimus ei sulje pois sitä mahdollisuutta, että tartunta-alustojen välille voi syntyä eroja työmaa- tai tehdasolosuhteissa. Tutkimus ei myöskään ota kantaa testattujen yhdistelmien pitkäaikaisominaisuuksiin.

Tutkimuksen pohjalta voidaan kuitenkin todeta, että optimaalisissa olosuhteissa kaikki tutkitut esikäsitteilyt, pois lukien telattu pinta, täyttävät tartunta-alustalle asetetut tartuntalujuusvaatimukset kaikkien pintakäsittelymateriaalien osalta.

Helsingissä 1.11.2010

Vahanen Oy



Matti Herranen
Tutkija, Laboratoriopalvelut



Pasi Parviainen
Yksikön päällikkö, Laboratoriopalvelut

Liitteet

- Liite 1 Tartuntavetolujuuskokeiden ja kosteusmittausten tulokset
Liite 2 Valokuvia näytteistä ja tutkimuksesta



SISÄSEINÄT

Tulokset N/mm²

Murtotapa

- A alustabetonin sisäinen murto
- B betonin ja pintakäsittelyn välinen tartuntamurto
- C laastin sisäinen murto
- Y liiman ja pintakäsittelyn välinen murto

Tartunta-alusta

- I teräsmuotti/ei käsittelyä
- II teräshierto/ei käsittelyä
- III teräsmuotti/paineellinen pesu
- IV teräsmuotti/laikkaus
- V teräshierto/laikkaus
- VI teräsmuotti/vesihiekkapuhallus

Pinnoite

- SS A Tikkurila Ässäplast 3
- SS B Tikkurila Siroplast 2
- SS C Maxit Vetonit MT
- SS D Maxit Vetonit L
- SS E Fescon VF
- W Pinnoitettu kostealle alustalle

Tunnus		Pinn.pvä	Veto pvä	Tulos 1	Murto 1	Tulos 2	Murto 2	Tulos 3	Murto 3	Tulos k:a	murto	RH %
SS A	I	1.9	24.9	3,1	A	3,1	A	3	A	3,1	A	68
SS A	II	1.9	24.9	3,1	A	2,4	A	2,8	A	2,8	A	68
SS A	III	1.9	24.9	2,9	A	2,8	A	3,2	A	3,0	A	68
SS A	IV	1.9	24.9	3	A	2,9	A	2,2	A	2,7	A	70
SS A	V	1.9	28.9	2,1	A	3,8	A	2,1	A	2,7	A	66
SS A	VI	1.9	28.9	3,1	A	3	A	2,6	A	2,9	A	58
SS AW	I	1.9	28.9	2,1	B	2,4	B	1,2	B	1,9	B	75
SS AW	II	1.9	28.9	2,6	B	1,9	B	2,6	B	2,4	B	83
SS AW	III	1.9	28.9	2,8	B	2,6	B	3	B	2,8	B	81
SS AW	IV	1.9	28.9	2,7	B	3	B	2,7	B	2,8	B	80
SS AW	V	1.9	28.9	2,2	B	2,6	B	2,9	B	2,6	B	74
SS AW	VI	1.9	28.9	2,3	B	2,7	B	2,6	B	2,5	B	74
SS B	I	1.9	28.9	2,9	A	2,5	A	3	B	2,8	A	53
SS B	II	1.9	29.9	3,5	A	3	A	2,7	A	3,1	A	51
SS B	III	1.9	29.9	3	A	3,1	A	3,6	B	3,2	A	51
SS B	IV	1.9	29.9	2,3	A	2,3	A	2,4	B	2,3	A	56
SS B	V	1.9	29.9	2,6	B	2,5	A	2	B	2,4	B	52
SS B	VI	1.9	29.9	2,5	B	2,4	A	3,2	B	2,7	B	54
SS BW	I	1.9	30.9	1,8	B	1,9	B	2,4	B	2,0	B	64
SS BW	II	1.9	29.9	2,1	B	1,6	B	2,1	B	1,9	B	72
SS BW	III	1.9	29.9	2,4	B	2	B	2,6	B	2,3	B	75
SS BW	IV	1.9	29.9	1,3	B	1,3	B	1,4	B	1,3	B	75
SS BW	V	1.9	29.9	1,5	B	2,6	B	1,5	B	1,9	B	72
SS BW	VI	1.9	30.9	2,5	B	2,1	B	2,2	B	2,3	B	77
SS C	I	6.9	6.10	0,8	C	0,8	C	0,9	C	0,8	C	40
SS C	II	6.9	6.10	1	C	0,9	C	0,8	C	0,9	C	53
SS C	III	6.9	6.10	1,2	C	0,9	C	0,8	C	1,0	C	55
SS C	IV	6.9	6.10	0,8	C	1	C	0,7	C	0,8	C	52
SS C	V	6.9	7.10	0,8	C	0,9	C	0,9	C	0,9	C	54
SS C	VI	6.9	7.10	1	C	1,1	C	0,8	C	1,0	C	45
SS CW	I	6.9	7.10	0,9	C	1,1	C	1	C	1,0	C	59
SS CW	II	6.9	7.10	0,9	C	1,2	C	0,5	B	0,9	C	62
SS CW	III	6.9	7.10	1	C	1,1	C	1,1	C	1,1	C	67
SS CW	IV	6.9	7.10	1	C	0,5	C	1	C	0,8	C	65
SS CW	V	6.9	7.10	0,9	C	0,9	C	0,8	C	0,9	C	57
SS CW	VI	6.9	7.10	0,7	C	0,8	C	0,8	C	0,8	C	69
SS D	I	6.9	4.10	0,3	C	0,4	C	0,4	C	0,4	C	47
SS D	II	6.9	4.10	0,3	C	0,4	C	0,3	C	0,3	C	53
SS D	III	6.9	4.10	0,3	C	0,3	C	0,4	C	0,3	C	57
SS D	IV	6.9	4.10	0,3	C	0,3	C	0,3	C	0,3	C	48
SS D	V	6.9	4.10	0,3	C	0,3	C	0,3	C	0,3	C	50
SS D	VI	6.9	4.10	0,3	C	0,5	C	0,3	C	0,4	C	50
SS DW	I	6.9	6.10	0,5	C	0,5	B / C	0,4	C	0,5	C	76
SS DW	II	6.9	6.10	0,4	C	0,6	C	0,5	C	0,5	C	65
SS DW	III	6.9	4.10	0,5	C	0,3	C	0,4	C	0,4	C	71
SS DW	IV	6.9	6.10	0,4	C	0,4	C	0,4	C	0,4	C	85
SS DW	V	6.9	6.10	0,5	C	0,4	C	0,4	B / C	0,4	C	73
SS DW	VI	6.9	6.10	0,5	C	0,4	C	0,4	B / C	0,4	C	69
SS E	I	13.9	13.10	0,7	C	0,9	C	0,7	C	0,8	C	39
SS E	II	13.9	14.10		C	0,5	C	0,5	C	0,5	C	42
SS E	III	13.9	14.10	0,6	C	0,6	C		C	0,6	C	43
SS E	IV	13.9	14.10	0,6	C	0,6	C	0,6	C	0,6	C	40
SS E	V	13.9	14.10	0,6	C	0,6	C	0,5	C	0,6	C	46
SS E	VI	13.9	14.10	0,5	C	0,5	C	0,6	C	0,5	C	43
SS EW	I	13.9	20.10	0,8	C	0,8	C	0,5	C	0,7	C	51
SS EW	II	13.9	20.10	0,7	C	0,4	C	0,5	C	0,5	C	51
SS EW	III	13.9	20.10	0,6	C	0,6	C	0,6	C	0,6	C	51
SS EW	IV	13.9	20.10	0,8	C	0,7	C	0,6	C	0,7	C	52
SS EW	V	13.9	20.10	0,5	C	0,6	C	0,7	C	0,6	C	65
SS EW	VI	13.9	20.10	0,5	C	0,6	C	0,4	C	0,5	C	59

ULKOSEINÄT

Tulokset N/mm²

Murtotapa

- A alustabetonin sisäinen murto
- B betonin ja pintakäsittelyn välinen tartuntamurto
- Y liiman ja pintakäsittelyn välinen murto

Tartunta-alusta

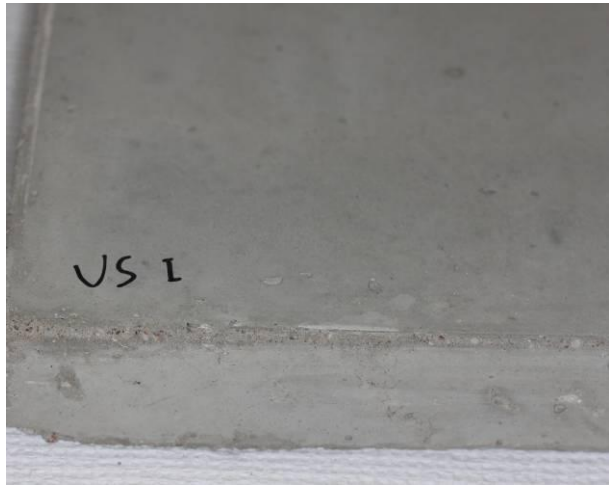
- I teräsmuotti/ei käsittelyä
- II telattu/ei käsittelyä
- III teräsmuotti/paineellinen pesu
- IV teräsmuotti/laikkaus
- V minicote/paineellinen pesu
- VI mikropesu Mini etch oil

Pintakäsittely

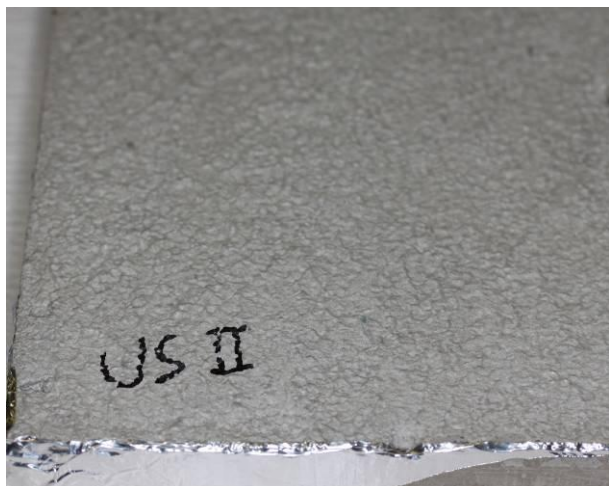
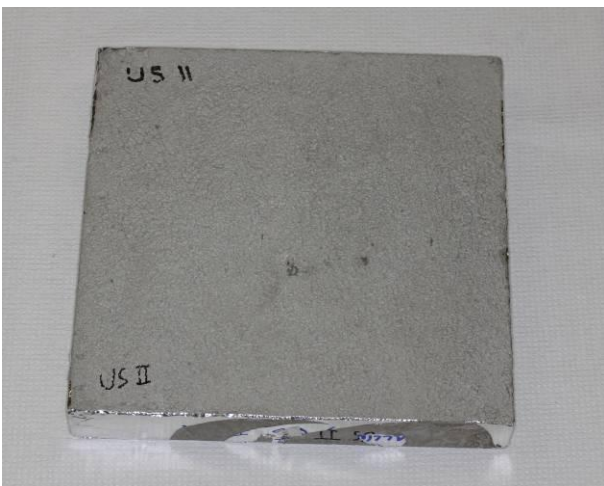
- US A Findur julkisivumaali
- US B Sto Stocryl V 200
- US C Tikkurila Finngard 150
- US D Mapei Silancolor Plus
- US E Fescon kiviväri S

Tunnus		Pinn.pvä	Veto pvä	Tulos 1	Murto 1	Tulos 2	Murto 2	Tulos 3	Murto 3	Tulos k:a	murto	RH %
US A	I	1.9	24.9	2,6	A	2,3	A	2,4	A	2,4	A	73
US A	II	15.9	8.10	0,9	B	0,8	B / A	1	B	0,9	B	60
US A	III	1.9	24.9	2,1	A	2	A	2,5	A	2,2	A	67
US A	IV	1.9	24.9	2,5	A	2,4	A	2,3	A	2,4	A	72
US A	V	1.9	24.9	2,3	A	2,6	Y	2,7	A	2,5	A	75
US A	VI	1.9	24.9	2,5	A	2,1	A	2,5	A	2,4	A	69
US B	I	10.9	8.10	2,2	B	2,4	B	2,3	B	2,3	B	65
US B	II	10.9	8.10	0,7	B	0,8	B	0,4	B	0,6	B	58
US B	III	10.9	8.10	2,6	A	2,5	A	2,2	A	2,4	A	63
US B	IV	10.9	8.10	2,3	A	2,6	A / B	2,7	B / A	2,5	A	64
US B	V	10.9	8.10	2,8	A	2,6	A / B	2,4	A	2,6	A	67
US B	VI	10.9	8.10	2,1	A	2,6	A	2,6	A	2,4	A	66
US C	I	9.9	12.10	2,6	B	2,3	A	2,3	A	2,4	A	45
US C	II	9.9	12.10	1,4	B	1,1	B	0,8	B	1,1	B	46
US C	III	9.9	12.10	2,4	A	2,5	A	2,3	A	2,4	A	51
US C	IV	9.9	12.10	2,2	A	2,6	A	2,7	A	2,5	A	55
US C	V	9.9	12.10	2,6	A	2,4	A	2,5	A	2,5	A	50
US C	VI	9.9	12.10	2,1	A	2,3	A	2,3	A	2,2	A	48
US D	I	13.9	12.10	1,6	A	2,7	A	2,6	A	2,3	A	52
US D	II	13.9	12.10	1,6	B	0,7	B	1,1	B	1,1	B	46
US D	III	13.9	12.10	2,2	A	2,6	A	2,1	A	2,3	A	50
US D	IV	13.9	13.10	2,3	A	2,4	A	2,1	A	2,3	A	47
US D	V	13.9	13.10	2,8	A	2,7	A	2,6	A	2,7	A	46
US D	VI	13.9	13.10	2,3	A	2,2	A	2,7	A	2,4	A	48
US E	I	13.9	13.10	1,8	B	2	B	1,7	B	1,8	B	45
US E	II	13.9	13.10	1,5	B	1,7	B	0,7	B	1,3	B	37
US E	III	13.9	13.10	2	B	1,9	B	1,8	B	1,9	B	43
US E	IV	13.9	13.10	2	B	1,8	B	2	B	1,9	B	42
US E	V	13.9	13.10	2,1	A	1,9	A	1,8	A	1,9	A	45
US E	VI	13.9	13.10	1,8	B	1,8	B	1,7	B	1,8	B	38

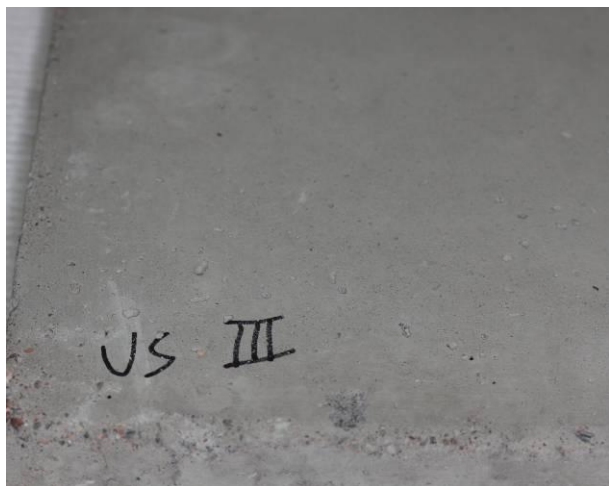
Koekappaleet



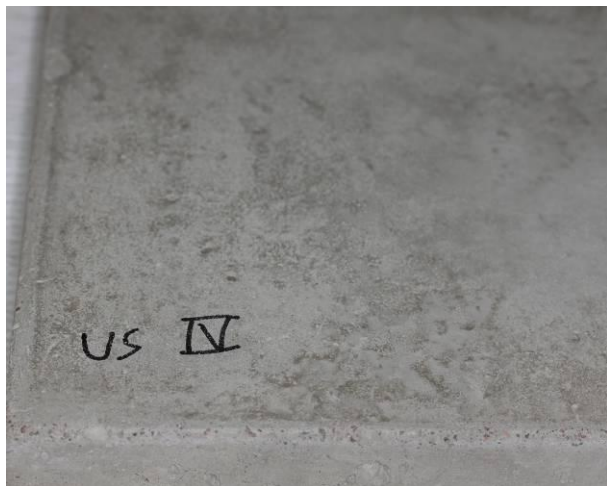
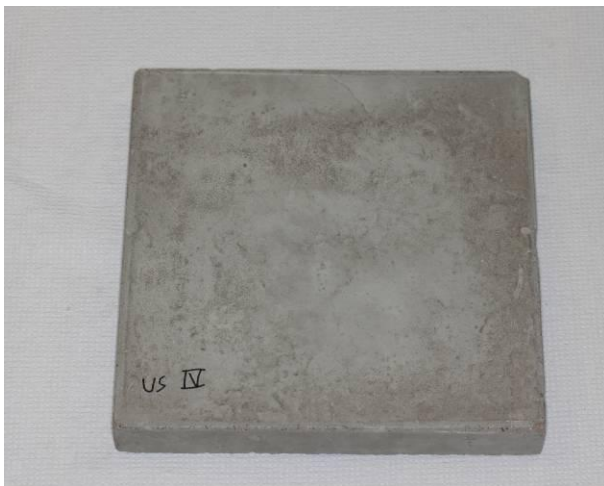
US I – ulkoseinä / teräsmuotti / ei käsittelyä



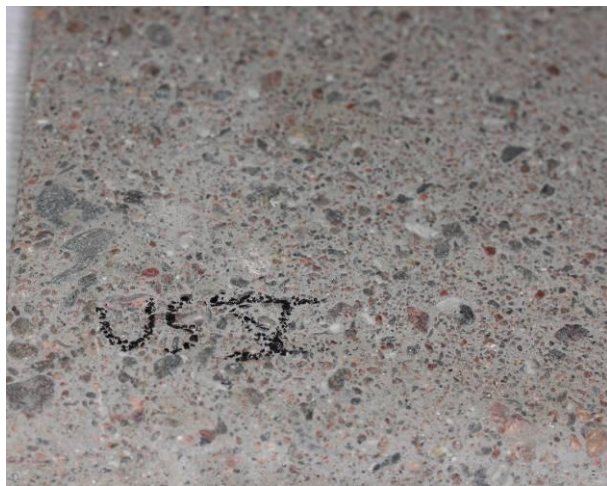
US II – ulkoseinä / telattu / ei käsittelyä



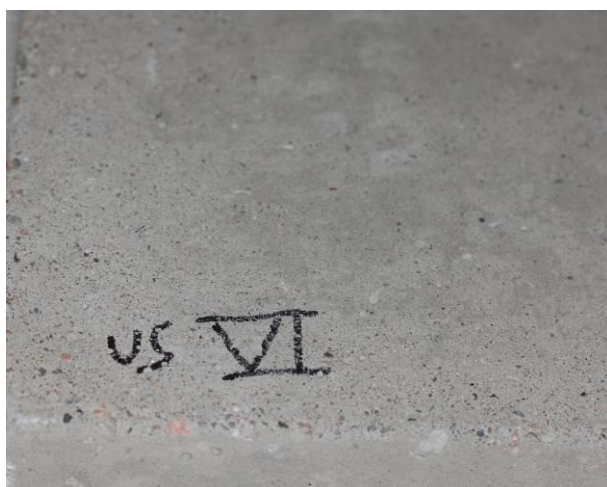
US III – ulkoseinä / teräsmuotti / paineellinen pesu



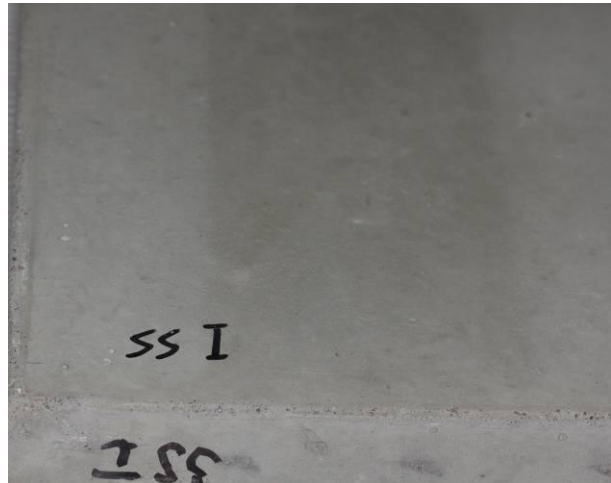
US IV – ulkoseinä / teräsmuotti / laikkaus



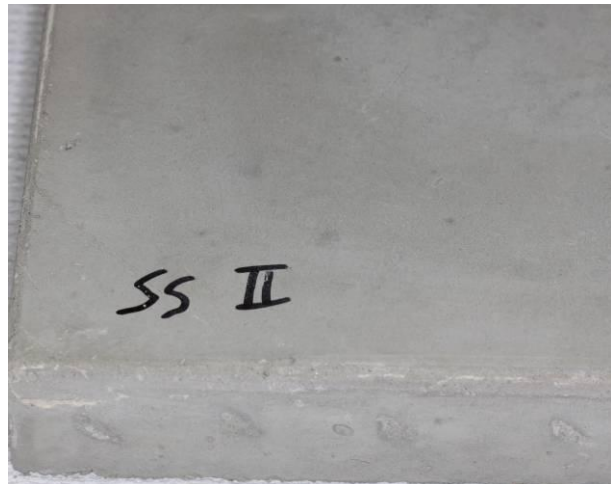
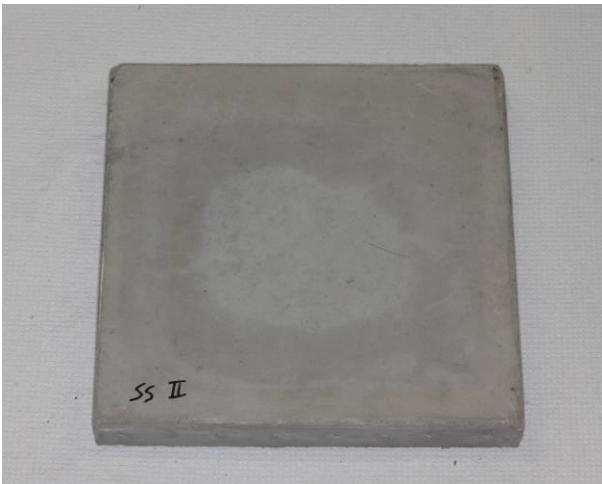
US V – ulkoseinä / Minicote / paineellinen pesu



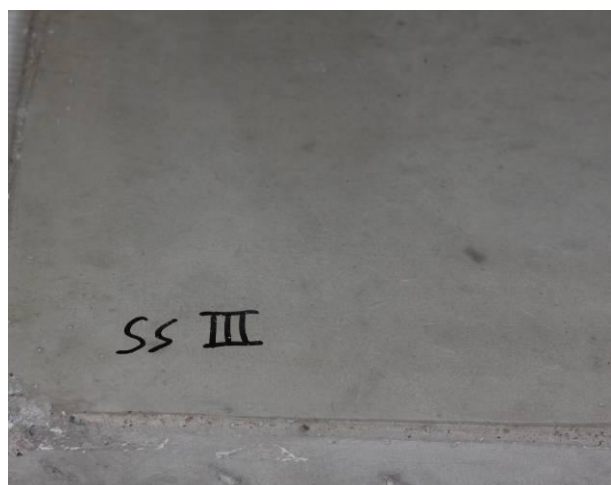
US VI – ulkoseinä / mikropesu Mini Etch Oil



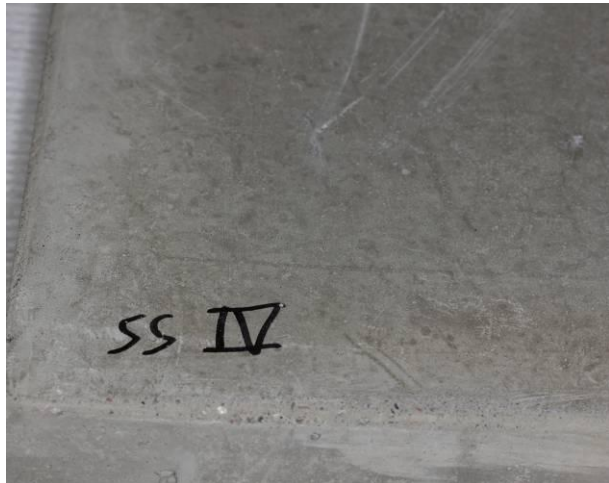
SS I – sisäseinä / teräsmuotti / ei käsittelyä



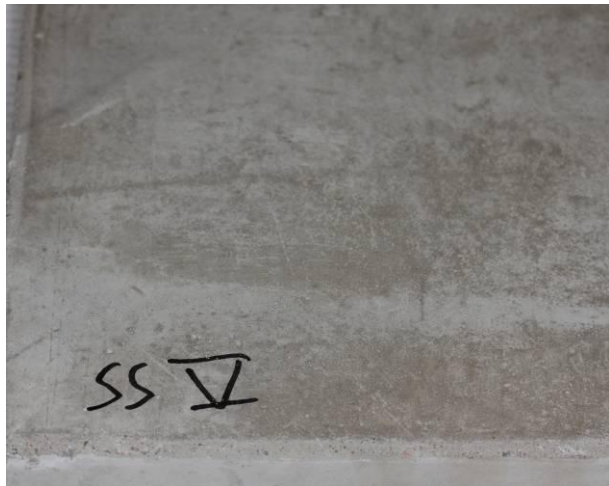
SS II – sisäseinä / teräshierto / ei käsittelyä



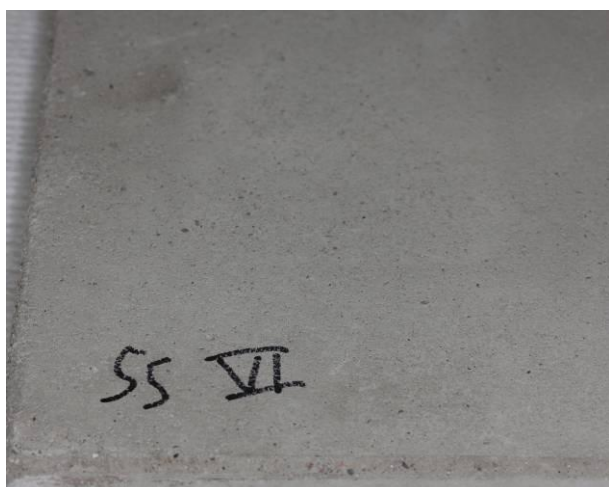
SS III – sisäseinä / teräsmuotti / paineellinen pesu



SS IV – sisäseinä / teräsmuotti / laikkaus



SS V – sisäseinä / teräshierto / laikkaus



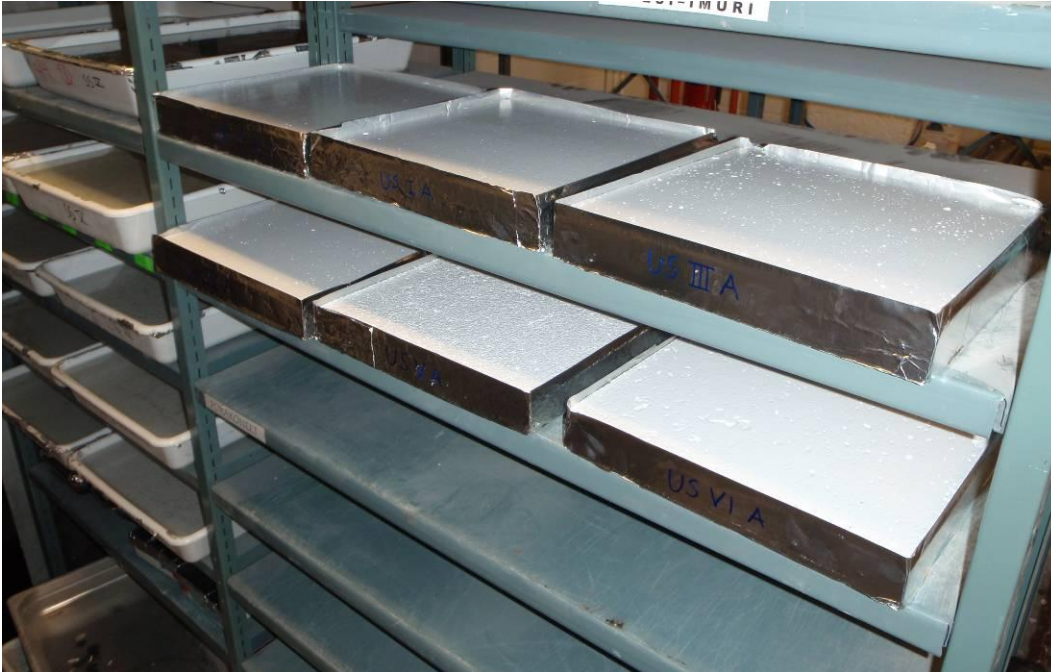
SS VI – sisäseinä / teräsmuotti / vesihiekkapuhallus

Pinnoitustyöt

Esimerkkejä



Näytteiden säilytys



Murtotavat



Runkobetonin sisäinen murto, esimerkki



Tasoiheen sisäinen murto, esimerkki



Betonin ja tasoiheen välinen tartuntamurto, esimerkki