



Tekniske serviceydelser

TECHNotes

MÅLING AF VANDABSORPTION VED LAVT TRYK

Rilem-testmetode – testnr. II.4

Introduktion

RILEM (Reunion Internationale des Laboratoires D'essais et de Recherches sur les Matériaux et les Constructions), der har hovedkontor i Paris, er den internationale sammenslutning af test- og forskningslaboratorier for materialer og konstruktioner. På samme måde som for ASTM (American Society for Testing and Materials) bliver der nedsat tekniske komitéer inden for RILEM med henblik på at udvikle standardmetoder for måling af egenskaber og vurdering af ydeevnen og holdbarheden af mange forskellige byggematerialer.

En af disse tekniske komitéer (Kommission 25-PEM) har udviklet tests til måling af svækkelsen af sten og bedømmelse af effektiviteten af behandlingsmetoder. De standardtests, som Commission 25-PEM har udarbejdet, falder inden for forskellige kategorier, herunder metoder til bestemmelse af intern sammenhæng (III.), måling af mekaniske overfladeegenskaber (IV.) og detektering af vands tilstedeværelse og bevægelse (II.). Inden for kategori II. findes testmetodenr. II.4, der er udviklet med henblik på at måle den mængde vand, der absorberes af et murværksmateriales overflade over et bestemt tidsrum.

RILEM's testmetode II.4 er en enkel måde til måling af den hastighed, med hvilken vand bevæger sig gennem porøse materialer som f.eks. murværk. Testen kan udføres på stedet eller i laboratoriet og kan anvendes til at måle vertikal og horisontal vandtransport. Målinger af vandgennemtrængelighed i laboratoriet kan anvendes til at karakterisere uforvitret, ubehandlet murværk. Målinger foretaget på stedet (eller på prøver udtaget med henblik på en laboratorietest) kan anvendes til at bedømme den grad af forvitring, som materialet har gennemgået. Testmetode II.4 kan også anvendes til at bestemme graden af den beskyttelse, som en vandafvisningsbehandling giver. I nedenstående afsnit findes en beskrivelse af det udstyr og den procedure, der anvendes til at udføre denne test. Her behandles det teoretiske grundlag, som metoden er baseret på, og de forskellige måder, hvorpå testdata anvendes.

Teori

Da byggematerialer til murværk er porøse, kan vand til en vis grad trænge igennem dem. Den indre struktur af murværksmateriale er karakteriseret ved et system af fine sammenhængende porer. Befugtning med vand omfatter kapillær ledningsevne (sugning) gennem dette poresystem både ad vertikale og horisontale stier. Vertikal transport finder sted, når grundvand trænger ind nedefra i en konstruktion eller som regnvand gennem utætte tagrender. Slagregn, der trænger ind i vægoverflader, medfører horisontal transport. (Under de faktiske forhold afhænger mængden af indtrængende regnvand af de fremherskende vindforhold og af den udsatte overflades sammensætning og tilstand).

Når vand i flydende form kommer i kontakt med en murværksoverflade, fortsætter fugten gennem materialet som en front. Nøjagtige målinger af fremrykningen af denne fugtfront foretaget på forskellige byggematerialer til murværk har vist, at den karakteristiske fugtighedsgrad og hvert materiales mønster er direkte relateret til dets kapillærstruktur og fordeling af porestørrelse. Rent faktisk er der målt hastighedskonstanter for mursten, kalksten og andre murværksmaterialer. RILEM's testmetode II.4 er en enkel metode til måling af den mængde vand, der absorberes af et materiale inden for et angivet tidsrum.

Udstyr

Det udstyr, der er påkrævet for at måle vandabsorptionen under lavt tryk, er enkelt. Testen kan udføres på stedet eller i laboratoriet med et testapparat, der findes i to typer. Den ene er beregnet til brug på vertikale overflader og måler horisontal transport af vand eller dens modstand mod vinddrevet regnindtrængning*. Den anden type er beregnet til brug på horisontale overflader og måler vertikal transport.



Figur 1 illustrerer det rørlignende apparat, der er beregnet til vertikale overflader. Den flade, cirkelformede kant (i den nederste ende af røret) er fastgjort til murværksoverfladen med lidt kit. Den nederste åbne ende af røret har et areal på 4,9 cm². Det vertikale rør er gradueret fra 0-5 ml, hvor hver graduering repræsenterer en stigning på 0,5 ml (det er derfor muligt at estimere til 0,25 ml). Den totale højde af den vandsøjle, der anvendes på overfladen, målt fra midtpunktet af den flade, cirkelformede kant til det øverste af gradueringen, er 12 cm. Det svarer til et tryk på 1.177,2 pascal (ca. 0,17 psi), eller et dynamisk vindtryk på 157,8 km/time (ca. 98,1 mph).

Det apparat, der er beregnet til brug på horisontale overflader, og som svarer til det ovenfor beskrevne apparat til vertikale overflader, er illustreret i figur. 2. Det horisontale rør er gradueret på samme måde som det vertikale. Den totale højde af den vandsøjle, der anvendes på overfladen, målt fra den flade, cirkelformede kant til det øverste af gradueringen, er 13,4 cm. Det svarer til et tryk på 1.314,5 pascal (ca. 0,19 psi), eller et dynamisk vindtryk på 166,8 km/time (ca. 103,7 mph).

*Det skal bemærkes, at en standardmetode til måling af indtrængende og lækkende vand gennem murværk er beskrevet i ASTM E 514. Formålet med ASTM-testmetoden er at vurdere vægkonstruktion og -udførelse samt grad af forvitring og effektivitet af vandafvisningsbehandling. Det er derfor nødvendigt at gennemføre proceduren på en testmur, der er mindst 4 fod høj eller lang. Væggen udsættes for vand (3,4 gallon pr. kvadratfod/time) i et testkammer i 4 timer.

Brug på specialprodukter til murværk

Det er blevet stadig mere tydeligt, at specialprodukter til murværk giver nogle helt særlige udfordringer med hensyn til vandindtrængning. Disse produkters høje porøsitet og store kapillærer gør mange traditionelle vandafvisningsteknologier ineffektive. Ny vandafvisningsteknologi tager ikke alene disse udfordringer op, procedurer for felttests er også blevet revideret, så de omfatter teknik, der egner sig til sådanne materialer.

Efter omfattende laboratorietests har laboratoriet ændret den traditionelle rørenhed for at skabe mere reproducerbare resultater og for at minimere operatørens påvirkning af testresultaterne. Til dette formål er skabt et nyt design, der er nemmere at bruge og nu fås i et produkt, der er specielt egnet til test af specialprodukter til murværk. Se figur 3.

De vigtigste egenskaber ved det nye design er:  En bredere flange for nemmere vedhæftning på grove overflader.  En styrerille på flange for nemmere placering af kittet.  En hævet kant på undersiden for at forhindre kit i at "udfylde" åbningen og reducere testområdet.  Gradueringer i vinddrevet regn i miles/time.  En mindre alvorlig række vinddrevne regnvejrssimuleringer, der præcist afspejler "normale" vejrforhold.

Med dette nye design er der skabt et rør, der er nemmere at bruge, og som giver reproducerbare resultater med minimal træning. Den nye konstruktion kræver dog visse mindre ændringer i den teknik, der anvendes ved udførelse af feltvurderinger, og har givet anledning til en vurdering af dens indvirkning på retten til garanti. Traditionelle testprocedurer, hvor der blev anvendt en enhed, som simulerede vinddrevne regnvejrforhold på 97 mph, udsatte egentlig murværk for virkningerne af en kategori 2-orkan. Sådanne forhold er meget tæt på en kraft, der kan begynde at skabe konstruktionsmæssige fejl i visse facadesystemer!

Det nydesignede rør giver en maksimal testbetingelse for vinddrevet regn på en simuleret hastighed af 96,6 km/t (60 mph). Sådanne forhold er typiske eksempler på det, som konstruktioner udsættes for under kraftigt tordenvejr i store dele af USA, og ligger lige under de orkanbetingelser, der starter ved 119,1 km/t (74 mph).

Procedure

Testapparatet fastgøres ved at placere kit mellem den flade, cirkelformede kant af røret og overfladen af murværksmaterialet. Manuelt tryk udøves på cylinderen for at sikre vedhæftning. Vand tilføjes derefter gennem den øverste, åbne ende af røret, indtil søjlen når gradueringsmærket "0". Mængden af vand, der absorberes af materialet i den anførte periode, aflæses direkte fra det graduerede rør. De egnede tidsrum for testen afhænger af porøsiteten af det materiale, hvorpå målingen foretages. Generelt giver intervallerne 5, 10, 15, 20, 30 og 60 minutter de mest brugbare data. I mange tilfælde kan det være vigtigt at måle vandabsorptionen gennem mørtelfugen og overfladen af murstensunderlaget (eller naturstensunderlaget).



Rapport

Resultaterne af testmålingerne præsenteres i form af en vandabsorptionsgraf med mængden af vand absorberet i milliliter angivet som en funktion af tid i minutter. Den testede murværksoverflade skal nævnes i rapporten.

Anvendelse

Vand har længe været forbundet med forringelsesprocesser, der påvirker murværksmaterialer. Vands tilstedeværelse i murværkets indre porestruktur kan resultere i fysisk ødelæggelse, hvis materialet gennemgår en våd/tør-cyklus eller en frost/optønings-cyklus. Sidstnævnte er især skadelig, hvis murværksmaterialet har et højt indhold af lermineral.

Endnu vigtigere er det måske, at tilstedeværelsen af fugt er en nødvendig forudsætning for de fleste forringelsesprocesser. Forurenende gasser er skadelige, når de opløses i vand. Fluorescens-fænomener er afhængige af migrationen af salte opløst i vand. Fugt er et krav for biologiske organismers vækst. På grund af disse faktorer er vandgennemtrængeligheden for et murværksmateriale relateret til dets holdbarhed.

Resultaterne af testmetode II.4 kan derfor anvendes til at forudsige ubehandlede, uforvitrede murværksmaterialers potentielle sårbarhed over for vandrelateret forringelse.

Testmetode II.4 giver også nyttige oplysninger ved udførelse på forvitrede murværksoverflader. Et materiales vandgennemtrængelighed påvirkes, når overfladen er blokeret af tilstedeværelsen af atmosfærisk tilsmudsning eller biologisk vækst, eller når der er indvendige hygroskopiske salte. Dannelsen af en forvitringsskorpe på den udsatte (forvitrede) overflade som følge af mineralogiske ændringer kan i væsentlig grad påvirke målingerne af vandgennemtrængeligheden. Ved at sammenligne data om murværk, der har været udsat for elementerne, med målinger foretaget på uforvitrede prøver, er det muligt at måle graden af indtruffet forvitring.

Endelig kan RILEM's testmetode II.4 anvendes til at vurdere effektiviteten af en vandafvisningsbehandling. En effektiv behandling bør i væsentlig grad reducere vandgennemtrængeligheden for murværksmaterialet. På den måde vil behandlingen reducere materialets sårbarhed over for vandrelateret forringelse. En sammenligning af testresultater på henholdsvis behandlede og ubehandlede murværksprøver giver os oplysninger om den grad af beskyttelse, der kan opnås med vandafvisningsbehandling.

Referencer

Amoroso, G. and Fassina, V. Stone Decay and Conservation. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1983. (Se især kapitel 1, "Effects of water and soluble salts on stone decay".)

Hochman, Harry. "Measuring water permeability of masonry walls" (Technical Note N-1179). National Civil Engineering Laboratory, August 1971.

Sereda, P. J. and Feldman, R. H. "Wetting and Drying of Porous Materials" (Canadian Building Digest 130). Ottawa: National research Council of Canada, 1975.

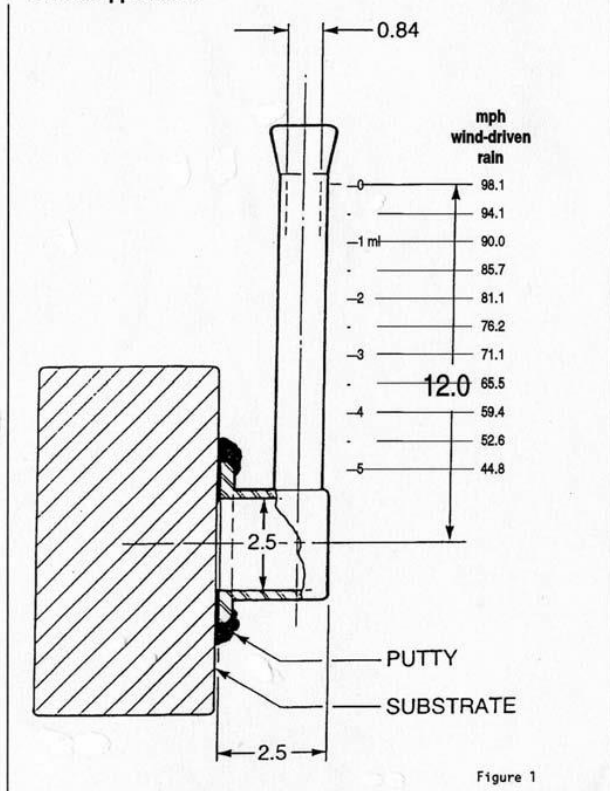
Stambolov, T. and van Asperen de Boer, J.R.J. The Deterioration and Conservation of Porous Building Materials and Monuments. Rom: ICCROM, 1976.

Torraca, Giorgio. Porous Building Materials. Rom: ICCROM, 1981.

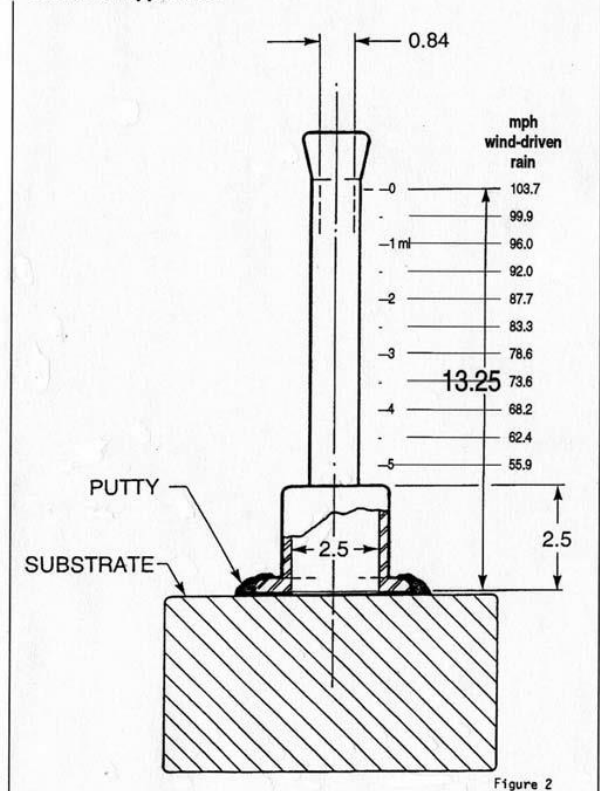
Samlet af Frances Gale, september 1987.
Revideret i februar 2001.



Rilem Test Method No. 11.4
Vertical Application



Rilem Test Method No. 11.4
Horizontal Application



RILEM's testmetode II.4

Nyt design til vertikal anvendelse
på specialprodukter til murværk.

