

RÝCHLA METÓDA PRE STANOVENIE VODOPRIEPUSTNOSTI BETÓNU

FAST METHOD FOR ESTIMATION OF THE WATER PERMEABILITY OF CONCRETE

VLADIMÍR ŽIVICA

Nová metóda pre stanovenie vodopriepustnosti betóna je založená na výpočte koeficienta vodopriepustnosti z výsledkov ortuťovej intrúznej metódy. Najvýznamnejšou prednosťou metódy je možnosť stanoviť vodopriepustnosť na vzorke betónu konštrukcie. Metóda je veľmi rýchla, výsledok je k dispozícii cca za 2 hodiny. Porovnanie výsledkov získaných popisovanou a normovou metódou ukazuje, že porozimetrická metóda je rovnocenná s normovým skúšobným postupom.

The principle of a new method for the estimation of water permeability of concrete is based on the calculation of the water permeability coefficient from the results of mercury intrusion method. An advantage of the porosimetric method is the possibility to estimate the water permeability of the test specimen of concrete structure. The method is fast, the result in 2 hours may be obtained. A comparison of the results of water permeability gained by the porosimetric method and those gained by the standard method shows that the porosimetric method is equivalent to the standard one.

Pri hodnotení stavu betónu v konštrukcii a nutnosti jej sanácie a rozsahu, vhodným a účelným doplnením informácií o vlastnostiach betónu sú údaje o vodopriepustnosti betónu. Táto predstavuje významnú technickú vlastnosť betónu, ktorá podmieňuje trvanlivosť betónu. Zvýšenie hodnoty vodopriepustnosti môže indikovať degračné procesy v betóne znižujúce jeho trvanlivosť. Má teda takáto informácia aj význam indikujúci zmenu kvality betónu.

Spôhlivú informáciu o vodopriepustnosti betónu konštrukcie však môže poskytnúť len skúška na vzorke odobranej z konštrukcie. Od tejto požiadavky sú vzdialené bežné skúšobné postupy, založené na skúškach laboratórne pripravených skúšobných vzoriek. Tieto vzorky samozrejme v žiadnom prípade nemôžu zodpovedať betónu hodnotenej konštruk-

cie. Preto aj normové skúšobné postupy, napr. STN 73 1321 založené na skúškach laboratórne pripravených vzoriek, nie sú pre hodnotenie betónu konštrukcii použiteľné [1].

Jednou z takýchto metód umožňujúcich zistiť vodopriepustnosť betónu konštrukcie je metóda založená na stanovení priepustnosti vzduchu betónu [2]. Na základe získaných výsledkov sa zistí hodnota vodopriepustnosti pomocou známych vzťahov [3].

Novú a rýchlu metódu tohoto druhu predstavuje skúšobný postup, vyvinutý na našom pracovisku [4], založený na výsledkoch ortuťovej porozimetrickej analýzy vzorky betónu a výpočte koeficienta jeho vodopriepustnosti.

Ortuťová porozimetria je založená na skutočnosti, že ortuť nezmačká povrchy tuhých materiálov a nepreniká do ich pórovej štruktúry spontánne, ale len za pôsobenia vonkajšieho tlaku. To umožňuje, za evidencie aplikovaného tlaku, vypočítať veľkosť ortuťov zaplnených pórov pomocou vzťahu:

$$r = \frac{K}{p} \quad (1)$$

kde r je polomer pórov, p aplikovaný tlak a K je konštanta. Súčasne za evidencie množstva vtláčanej ortute do vzorky je možné zistiť aj objem pórov.

Pre uvádzanú metódu zisťovania vodopriepustnosti sa na základe výsledkov porozimetrie určí tzv. štruktúrálny parameter, daný súčinom objemu pórov a priemerneho polomeru pórov. Na základe jeho hodnoty a pomocou experimentálne zisteného vzťahu medzi hodnotami tohoto parametra a koeficientu vodotesnosti sa určí jeho hodnota pre hodnotený betón.

Pre zistenie uvedeného vzťahu sa pripravili cylindrické vzorky s priemerom 150 mm a výške 30 mm z maltovej zmesi s rozličným pomerom miešania cement: piesok 2 až 6 a s vodným súčiniteľom v/c 0,4 až 0,7. Pre výrobu sa použil portlandský cement CEM I 42.5 podľa STN P ENV 197-1 a kremičitý piesok plynulej

granulometrie podľa STN 72 1208. U čerstvých zmesí sa zistila spracovateľnosť podľa STN 72 2441. Vyrobené skúšobné vzorky tvrdli pri teplote 20 °C a relatívnej vlhkosti 98 % po dobu 24 hodín. Po tejto dobe boli odformované a uložené do vody pri teplote 20 °C na dobu 28 dní. Po tejto dobe boli skúšobné vzorky podrobené stanoveniu koeficienta vodotesnosti a porozimetrickej analýze.

Koeficient vodotesnosti bol stanovený pomocou bežného zariadenia, u ktorého skúška spočíva vo vtláčaní vody do skúšobnej vzorky vzduchom. Hodnoty koeficienta boli vypočítané pomocou zákona Darcyho.

Pre porozimetrickú analýzu vzoriek malty odobratých z volených vzoriek sa použil porozimeter pracujúci v rozsahu 0,1 až 200 MPa, umožňujúci stanoviť póry s polomerom cca 0,3 mm až 3,75 nm.

Pre vzťah medzi koeficientom vodopriepustnosti (K) a štruktúrnym parametrom ($\dot{S}P$), znázornený na obr. 1, sa zistila regresná rovnica:

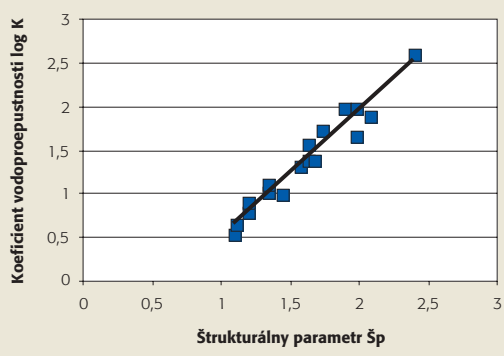
$$\log K = 1,438 \log \dot{S}P - 0,971 \quad (2)$$

s korelačným koeficientom 0,95.

Tab. 1 Výsledky stanovenia koeficienta vodopriepustnosti skúškou vodotesnosti a porozimetricky

Tab. 1 Results of determination of a water-permeability coefficient by water-permeability and porosity tests

| Malta č. | Piesok: cement | v/c | Koeficient vodopriepustnosti $K \cdot 10^{-20} \text{ m s}^{-1}$ | |
|----------|----------------|-----|--|--------------|
| | | | Skúška vodotesnosti | Porozimetria |
| 1 | 2 | 0,4 | 3,3 | 4,2 |
| 2 | 2 | 0,5 | 4,2 | 4,4 |
| 3 | 3 | 0,4 | 5,7 | 5,5 |
| 4 | 3 | 0,5 | 5,5 | 6,0 |
| 5 | 3 | 0,6 | 7,6 | 5,7 |
| 6 | 4 | 0,5 | 22,2 | 23,8 |
| 7 | 4 | 0,6 | 9,1 | 9,4 |
| 8 | 4 | 0,7 | 9,7 | 9,7 |
| 9 | 6 | 0,7 | 33,9 | 23,1 |



Pre ilustráciu sa uvádzajú výsledky stanovenia koeficientu vodopriepustnosti zistené skúškou vodotesnosti a porozimetricky.

ZÁVER

Získané výsledky preukazujú úplnú rovnocennosť porozimetrickej metódy so skúškou vodotesnosti. Zistená rovnocennosť

opravňuje považovať porozimetrickú metódu za vhodnú skúšku na zisťovanie vodopriepustnosti betónov. Významné prednosti porozimetrickej skúšky ako je možnosť skúšky na vzorkách betónu odbraných z konštrukcie a nepomeme vyššia rýchlosť skúšky (ca 2 hodiny jedna skúška) jednoznačne túto metódu uprednostňujú.

Ing. Vladimír Živica, DrSc.
Ústav stavebníctva a architektúry SAV Bratislava
Dúbravská cesta 9, 842 20 Bratislava
Slovenská republika
tel.: +421 2 5942 7157
e-mail: usarziv@savba.sk

Literatúra

- [1] STN 73 1321 Stanovenie vodotesnosti betónu
- [2] *Torrent R., Frenzer G.*: A method for the rapid determination of the coefficient of permeability of the „Concrete“. Int. Symposium Non-destructive Testing in Civil Engineering, Berlin, 26. – 29.9.1995, pp. 985 – 992
- [3] *Adámek J., Juránková V., Midzako O.*: Moderní nedestruktivní metody měření propustnosti betonu pro vodu a vzduch, Zborník „Stavebné materiály a skúšobníctvo“, ORGWARE, Štrbské Pleso, 2001, s. 155 – 157
- [4] *Bágeľ Ľ., Živica V.*: Relationship between pore structure and permeability of hardened cement mortars: on the choice of effective pore structure parameter, Cement and Concrete Research, vol. 27, 1997, No. 8, pp. 1225 – 1235

TECHNOLOGIE, PROVÁDĚNÍ A KONTROLA BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ 2002



20. a 21. března 2002 pořádala ČBS v Praze, v Masarykově koleji ČVUT, konferenci zaměřenou na technologii, provádění a kontrolu betonových konstrukcí. Konference se zúčastnilo přes 280 odborníků ze všech oblastí betonového stavitelství. Pořadatele konference těší, že inženýrská veřejnost si uvědomuje nutnost sledovat novinky a změny, které provází v posledních letech oblast betonového stavitelství a zejména pak v oblastech, na něž se soustředila pozornost konference.

Ve svých referátech prezentovali přednášející své poznatky ze zkoušení a používání nových příměsí do betonu a celé škály vysokohodnotných a speciálních betonů, ze zavádění systému betonářských norem ISO a EN do soustavy ČSN a z úprav a změn zavedených technologií a postupů tak, aby vyhovovaly nejen zvyšujícím se nárokům na ekologii výroby cementu a silikátových staviv, ale i na ochranu životního prostředí při vlastní výstavbě betonových konstrukcí. Posluchači tak získali množství cenných informací, které mohou využít při své denní práci, kdy je třeba obstát v tvrdých podmínkách konkurence na trhu stavebních prací a vypořádat se s často velmi náročnými požadavky investorů a budoucích vlastníků staveb.

Redakční rada časopisu rozhodla ve svém ročním plánu, že čtvrté číslo časopisu v roce 2002 bude věnováno právě otázkám jakosti betonu a betonových staveb a ochraně životního prostředí. Redakce proto vyzývá všechny čtenáře, kteří se uvedenou problematikou zabývají a mají „v šuplíku“ námět na příspěvek do časopisu, aby ho vytáhli, zpracovali a poslali do redakce do poloviny června. Doufáme, že Váš zájem bude stejný jako v případě březnové konference. Pro její další ročník pořadatel již teď hledá větší sál...
redakce