

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF FLOOR STRUCTURES MADE FROM CLAY UNITS

P. Bouška*, M. Vokáč*

***Summary:** Recently, several collapses of assembled floors with large clay units took place in the Czech Republic. The failures are occurring in certain period after finishing of construction. Analysis of experimentally derived parameters shows that the principal reasons of failures consist in restrained volume changes of clay material. In laboratory conditions several experiments simulating real floor structure were realized. The reliability of floor structure was proved by ten different nondestructive methods.*

1. Úvod

V poslední době, zhruba v posledních 10 letech, vzbudily v ČR značnou pozornost havárie stropních konstrukcí s keramickými deskami HURDIS. K haváriím dochází až po delší době od dokončení stavby, v období zhruba za půl roku až po šesti i více letech. Ukazuje se, že v době rozvoje nových stavebních technologií je často nedostatečná všeobecná znalost základních mechanických a fyzikálně-chemických vlastností páleného střepe, zejména v spojení s jinými materiály. V některých případech tomu tak je i u stavebních odborníků, architektů, konstruktérů i statiků. Z tohoto důvodu laboratoře KÚ, Ústavu skla a keramik VŠCHT v Praze, TZÚS Praha s.p., VUT v Brně, Geobrick s.r.o. a dalších shromáždili řadu experimentálních výsledků, které osvětlují některé experimentální a teoretické poznatky páleného střepe a kompozitu tvořeného spojením betonu s páleným střepe.

Z hlediska statické bezpečnosti k nejvýznamnějším případům patří poruchy stropních konstrukcí s keramickými prvky. Podle svědectví odborníků vznikaly v zahraničí tyto poruchy již v 70. a 80. letech 20. století ve Francii, v Itálii, v SRN, v Kanadě a v Austrálii. Z příčin těchto havárií se uvádí kombinovaný účinek objemových změn betonu či malt. Z důvodů utajení se jen obtížně získává přístup k dokumentaci těchto poruch.

2. Porušení desek HURDIS v laboratorních podmínkách

V laboratorních podmínkách byla zjišťována změna tvaru modelu stropní konstrukce tvořené třemi deskami HURDIS uloženými do patek v maltovém loži na válcovaných profilech I 20. Schéma uspořádání zkoušky je na obr. 1.

* Ing. Petr Bouška, CSc., Ing. Miroslav Vokáč: Kloknerův ústav, ČVUT v Praze, Šolínova 7; 166 08 Praha 6; tel./fax: +420.224 353 537; e-mail: bouska@klok.cvut.cz

Na horní povrch keramických desek byl uložen cementový potěr tloušťky 20 mm. V polovině rozpětí byly na krajní desku a na střední desku umístěny potenciometrické snímače dráhy. Těmito snímači je po dobu téměř šesti měsíců zaznamenáván svislý posun horního líce desek. Za tuto dobu dosáhl průhyb hodnoty 1,8 mm, resp. 0,8 mm (obr. 2). Po dvou měsících po uložení potěru byly zjištěny v deskách na spodním líci střední části modelu vlasové trhliny. Změna šířky trhliny monitorovaná po dobu dvou měsíců ukazuje, že tento nárůst činí v průměru přibližně 1,0 μm za 24 hodin (obr. 4). Průběh teplotních změn v laboratorním prostředí je vynesena na obr. 3.

3. Příčiny vzniku poruch keramických desek

V podmínkách skutečné stropní konstrukce byl obdobným způsobem monitorován dlouhodobý nárůst šířky trhliny během letních měsíců. Na této konstrukci byl uložen 30 mm cementový potěr na keramické desky a po 4 letech po zabudování byly zjištěny trhliny na omítce spodního líce stropu. Podrobným průzkumem bylo potvrzeno narušení celistvosti keramiky. Monitorováním vývoje šířky trhliny v průběhu čtyř měsíců činil nárůst cca 60 μm .

Poruchy stropních konstrukcí s deskami HURDIS mají společný znak: oddělí se dolní části desek společně s omítkou nanesenou na spodním líci desky, lomové plochy procházejí stojinami desek. Destrukce nastává většinou náhle (po krátkodobém praskotu). V údobí před poruchou nedochází k výrazným varujícím vizuálním nebo akustickým jevům svědčícím o blížící se poruše většího rozsahu. Poruchy nastávají u desek HURDIS, které jsou uloženy do patek i u desek uložených na přírubách válcovaných nosníků. Existuje řada názorů na vysvětlení příčin poruch (Gottwald, 2002).

Pravděpodobnou příčinou poruch stropních konstrukcí s deskami HURDIS je společné působení účinků následujících zatížení a sil ve střepové hmotě desek:

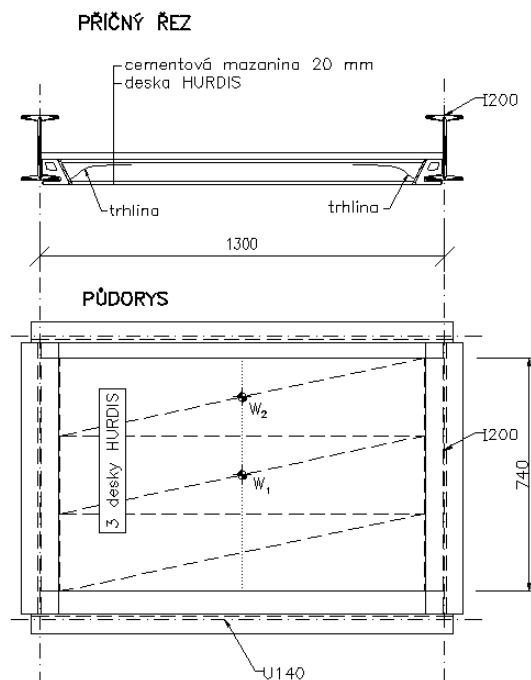
- síly vyvolané smršťováním vrstvy čerstvého betonu uložené na horním povrchu desek HURDIS a pevně s ním spojené soudržností;
- vodorovné síly vyvolané vlhkostní roztažností materiálu desek (Jedamczik, 1993; Bouska, Hanykýř, Pume, 2000); tyto síly působí jako tlakové síly rovnoběžně s podélnými osami desek HURDIS; vlhkostní roztažnosti brání tuhost zatvrdlého cementového potěru, případně i kontakt čel desek s patkami; účinek se projevuje se i ve směru kolmém na délku desky HURDIS;
- namáhání vyvolané účinky teplotních změn a teplotních gradientů po výšce průřezů ve stropní konstrukci;
- v menší míře namáhání vyvolané účinky plošných zatížení stropů.

Zatímco reologické vlastnosti betonu, resp. cementového potěru, jsou popsány v řadě technických norem, o objemových změnách keramiky chybí nejen dostatek experimentálních podkladů, ale i všeobecná znalost existence tohoto jevu.

4. Diagnostické metody

Vzhledem k množství zhotovených stropních konstrukcí byly ověřovány některé metody, kterými by bylo možné ohrožené stropní konstrukce prozkoumat a případně posoudit jejich statickou spolehlivost. Bylo ověřováno deset diagnostických metod. Rozborem dostupných metod se ukazuje, že připadají v úvahu metody vizuální, tj. průzkum spodního líce omítnutého stropu a průzkum dutin desek pomocí sondy endoskopu a metody akustické, ke

kterým náleží poslech odezvy na přímý poklep líce stropu, ultrazvuková metoda a metoda akustické emise.



Obr. 1 Schéma laboratorního modelu stropní konstrukce

5. Závěr

Experimentální vyšetřování šíření poruch v keramických deskách HURDIS v laboratorních podmínkách i v podmínkách reálné stropní konstrukce ukazuje, že rozvoj trhliny pokračuje s nepatrnou rychlostí řádu $1 \mu\text{m}$ i méně za 24 hodin. Rychlost šíření trhliny je způsobeno objemovými změnami betonu a keramiky a hygrotermickými podmínkami prostředí. Pro diagnostiku ohrožených konstrukcí se ukazují jako nejvhodnější vizuální a akustické metody. Problematikou havárií stropních konstrukcí se nyní zabývá řada pracovišť a odborníků. Neexistuje v současné zcela jednotný názor na příčiny těchto havárií. Pohledy na tuto problematiku jsou výstižně shrnuty v publikaci.

6. Poděkování

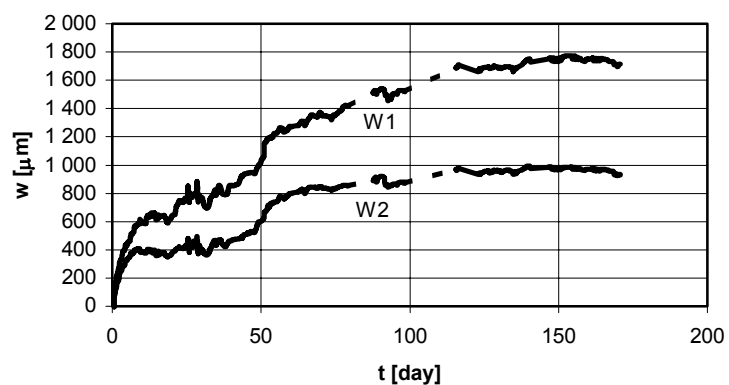
Práce vznikla za podpory grantu GAČR 103/00/0957 a projektu CEZ JO4/98 210000004.

7. Literatura

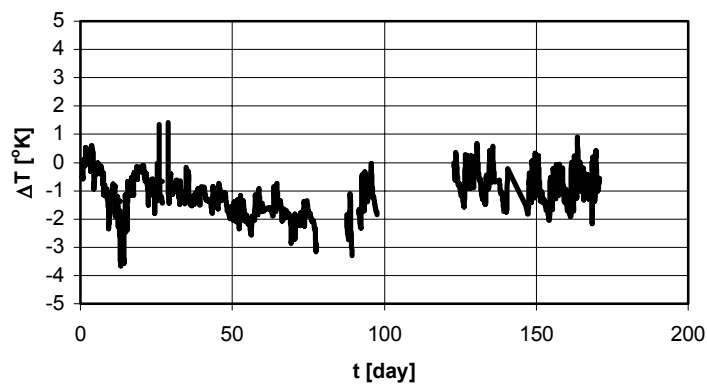
Jedamczik, H.W.: Contraction and Expansion. Deformation of Building Materials under the influence of Moisture, Part 1, Ziegelindustrie International 46, pp. 295-302, (1993), Part 2, 46, pp. 456-461, (1993)

Bouška, P., Hanykýř, V., Pume, D.: Volume Instability of the Clay Products and its Consequences. Brittle Matrix Composites 6, Edited by A.M.Brandt, V.C.Li and I.H.Marshall, Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Sciences, Cambridge and Warsaw 2000, pp. 416-419

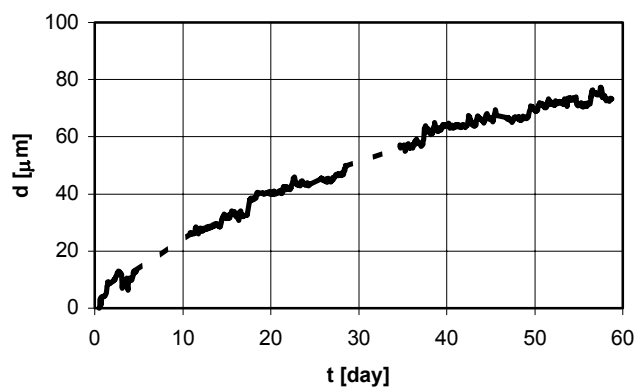
Gottwald, A.: Proč padají stropy z hurdisek, Materiály pro stavbu, 3/2002, pp. 36-40



Obr. 2 Průhyb w v střední části desek HURDIS laboratorního modelu stropní konstrukce v čase t



Obr. 3 Změna teploty ΔT v čase t



Obr. 4 Vývoj šířky trhliny d v desce HURDIS v čase t