

# ODOLNOST SENDVIČOVÝCH BETONOVÝCH DESEK PROTI VÝBUCHU

## BLAST RESISTANCE OF SANDWICH CONCRETE SLABS

TEXT Josef Fládr, Roman Chylík, Karel Šeps, Tomáš Trtík, Jiří Štoller

Odolnost běžného betonu proti výbuchu je známa řadu let, ale odolnost drátkobetonu, nebo dokonce vysokohodnotných betonů je nové téma s velkou budoucností, protože ztužení cementové struktury ocelovými vlákny významně ovlivňuje lomové vlastnosti materiálu. V článku jsou prezentovány výsledky prvotních zkoušek vysokohodnotných betonů na panelech různé tloušťky, a to jednovrstvých i sendvičových. Odezva panelu na zatížení kontaktním výbuchem je měřena pomocí ultrazvuku před výbuchem a po něm. Pro zkoušky byla použita výbušnina Pentrit o hmotnosti 150, 300 a 500 g. Získané výsledky jasně ukázaly, že vhodně složená sendvičová konstrukce je mnohem účinnější než jednovrstvá konstrukce o shodné tloušťce.

Resistance of ordinary concrete against explosions has been known for a long time, however, resistance of steel-fibre-reinforced concrete and, moreover, that of high-performance concretes is a new area with a bright future. Reinforcement of the cementitious matrix by steel fibres significantly affects the fracture mechanism of the material. The paper shows the results of preliminary tests using high-performance concrete in panels of varying thicknesses, both made as single skin and sandwich ones. The response of a panel to being loaded by a contact-explosion was measured by ultrasound both before and after the test. The explosive used was Pentrit with a mass of 150, 300 and 500 g. Results showed clearly that a sandwich structure appropriately designed was much more effective than a single-layer one of the same thickness.

S rostoucím geopolitickým napětím ve světě se v posledních letech zvyšuje důraz na dříve často zanedbávaná zatížení tlakovou vlnou, nárazem nebo průstřelem. U objektů patřících do tzv. kritické infrastruktury (přehrady, mosty nebo elektrárny) [1], [2] se s tímto zatížením konstrukce uvažuje již ve fázi jejího návrhu. Teroristé se však nezaměřují pouze na objekty kritické infrastruktury, ale velmi často jsou jejich cílem veřejné budovy, u kterých po útoku bývá poškození konstrukce značné proto, že na dané zatížení nebyla dimenzována. Vývoj materiálu a konstrukcí, které by dokázaly zvýšit odolnost veřejných budov, je tedy jistě přínosem.

Prezentované prvotní výsledky v tomto článku porovnávají odolnost proti zatížení kontaktním výbuchem u vysokohodnotného be-

tonu s různým ztužením cementové matrice ocelovými drátky [3]. Odolnost byla zkoušena na panelech s různou tloušťkou, panely byly testovány samostatně nebo vrstveně [4].

### Realizovaný experiment

Zkoušky byly realizovány na devíti čtvercových panelech o délce hrany 1 000 mm a tloušťce 50 mm pro panely jednovrstvé (A1 až A4) a 150 mm pro panely sendvičové (A5 až A9). Sendvič se vždy skládal ze dvou 50mm desek z vysokohodnotného betonu, mezi něž byla do středu panelu vložena čtvercová tlumicí deska z recyklované gumy o délce hrany 700 mm a tloušťce 50 mm (patrně např. na obr. 9b). Pro tlumicí vrstvu byl použit granulát vzniklý recyklací pneumatik, který byl následně lisován do desek s objemovou hmotností 1 050 kg/m<sup>3</sup>, osazených

do panelů A5 a A6, a desek s objemovou hmotností 700 kg/m<sup>3</sup>, osazených do panelů A7 a A8 (tab. 1).

Do panelu A9 byla místo vylehčovací desky osazena ocelová styčnicková deska s lisovanými trny typu gang-nail. Styčnicková deska byla osazena stejně jako vylehčovací desky, s tím rozdílem, že výsledný sendvič měl tloušťku pouze 100 mm (2× 50 mm vysokohodnotného betonu, vlastní tloušťka styčnickové desky je zanedbána). Soupis všech testovaných vzorků je přehledně shrnut v tab. 1.

### Receptura pro výrobu vzorků

Receptura vysokohodnotného betonu vycházela z dlouhodobých zkušeností pracoviště, kde byla receptura vyvinuta a patentována. Pro realizaci vzorků bylo nutné originální recepturu lehce upravit, protože výroba probíhala ve výrob-