

PODKLADY PRO RECYKLACI PANELOVÝCH OBJEKTŮ METODOU ŘÍZENÉHO ODSTŘELU

SOURCE DATA FOR RECYCLING PREFAB PANEL BUILDINGS USING THE CONTROLLED BLASTING METHOD

PETR FAJMAN, DAVID KNOLL

Při simulaci řízeného odstřelu na počítači je nutné použít nelineární výpočet. Můžeme použít různé modely nelineárního porušování panelových konstrukcí. Vzhledem ke složitosti úlohy je vhodné konstrukci zjednodušit a verifikovat, aby mohl být použit i v dalších aplikacích. Vhodnou verifikací je provedení experimentu a získaná data porovnat s modelem. Toto je však finančně náročné. Další možností je ověření dílčích zjednodušení na jiném relativně přesném modelu, což bylo aplikováno v tomto případě.

Non-linear calculations are employed for computer simulation of controlled blasting. Diverse models of non-linear failure of prefabricated panel constructions can be applied. For the model to be exploitable also in other applications, the construction should be simplified and verified viewing the complexity of the task. Conducting an experiment and comparing the data obtained with the model appear to be an appropriate verification method. However, it is financially demanding. Verification of partial simplifications on another, relatively accurate model is also a possibility; and it was applied in this case.

Podle údajů European Demolition Association (Evropské společnosti pro demolicí) činí průměrná doba životnosti betonové konstrukce zhruba padesát let. Konstrukce špatně provedené, nadměrně zatěžované a poškozené provozem (asi 20 %) mají životnost zhruba třicet let. Je-li betonová konstrukce řádně udržována, potom lze její životnost prodloužit na odhadovaných osmdesát až devadesát let. Nejstarší panelová výstavba bude tedy v dohledné době na konci své životnosti. Před námi stojí závažná otázka, co s tím uděláme?

Máme pouze dvě reálné cesty:

- sanace a rekonstrukce
- odstranění a nová výstavba

SANACE A REKONSTRUKCE

Tento způsob je aplikován na domech, kde nejsou závažné vady a poruchy. Jedná se zejména o tyto:

- nekvalitní materiál a provedení, které podstatnou měrou snižují životnost panelové konstrukce, zejména betonu použité na výrobu prefabrikátů a závlkové betonu, materiály použité na tepelné izolace, hydroizolace a těsnící prvky atd.,
- projektové vady vzniklé neznalostí nebo podceněním prostorového chování panelové konstrukce, vzájemného spolupůsobení dílců a chování konstrukce v čase,
- montážní vady vzniklé nepřesnou či chybnou montáží prvků do konstrukce, záměnou dílců, zabudování poškozených dílců,
- poruchy střešních a obvodových pláštů, kterými se projevují nedostatečné tepelně–izolační vlastnosti,
- poruchy dělicích konstrukcí vzniklé nedůsledným oddílováním od nosné konstrukce a zanedbáním dotvarování nosné konstrukce v čase,
- poruchy okenních výplní.

V současnosti se ukazuje, že nejvýznamnější vadou je podcenění interakce panelové konstrukce s vnějším prostředím, zejména vliv teploty. Panelová konstrukce má velkou tuhost a už malá změna vnější teploty vyvolá v konstrukci velkou napjatost. Ta vede ke vzniku trhlin.

Na téma sanace a rekonstrukce panelových objektů bylo napsáno množství článků a publikací [1], [2], [3], [4], [5], [6].

ODSTRANĚNÍ

Pokud objekt vykazuje závažné statické problémy nebo je z ekonomického hle-

diska výhodnější vystavět nový objekt, je nutné provést odstranění stávajícího.

To můžeme provést dvěma způsoby, demontáží (rozebrání bez poškození) nebo demolicí (bourání, destrukce).

Demontáž

V řadě míst, kde nelze provést demolicí z důvodu vysokého hluku či prašnosti, je aplikována demontáž. Při demontáži je panelový objekt postupně rozebírán na prvky. Styky mezi prvky jsou rozpojovány mechanickými, termickými či hydraulickými postupy. Demontované panely jsou znovu použity na jiném místě či recyklovány. V dnešní době existují technologické postupy na drčení prefabrikátů a oddělení výtzuže.

Demolice

Nejběžnějším způsobem likvidace objektu je demolice pomocí drticích kleští (obr. 1). Jedná se o energeticky náročný způsob, který je omezen výškou a přístupem k objektu.

Dalším, méně častým způsobem odstranění panelového objektu je demolice pomocí řízeného odstřelu (obr. 2).

Při tomto způsobu je nutné bedlivě zvážit postup odstřelu, který musí být zpracován v projektové dokumentaci. Musí být vypracován časový postup jednotlivých odstřelů částí budovy, dále pak rozmístění náloží

Obr. 1 Drticí kleště

Fig. 1 Crushing pliers





Obr. 2 Odstřel – Connecticut, USA, 2000
Fig. 2 Blasting – Connecticut, USA, 2000

a jejich vlastní trhací síla. K tomu je třeba připravit kompletní statický rozbor panelů a stvků, ve kterém je nutné zohlednit vzájemné spolupůsobení jednotlivých prvků. Proto je snaha postup odstřelu simulovat výpočetním systémem.

VÝPOČETNÍ MODEL ŘÍZENÉHO ODSTŘELU

Prostorové řešení simulace odstřelu je velmi náročné. Pro výpočet musí být vytvořen model celého objektu, jehož nelineární řešení vede na rozsáhlou soustavu rovnic a časově náročný výpočet. K vystižení nelineárních materiálových vlastností panelů a stvků je nutné model složitě ladit a úloha může být vzhledem k rozsahu prakticky neřešitelná.

Proto byl navržen zjednodušující postup a prostorový model byl nahrazen 2D modelem. Ztužující stěny v rovině kolmé na řešenou 2D úlohu se promítly změnou tuhosti ve vybraných stvcích (postup byl aplikován na soustavě T08B-U).

Řešení 2D modelu simulace odstřelu panelové konstrukce je také časově nároč-

né. Vezmeme-li v úvahu opakující se dispozici jednotlivých podlaží, nabízí se možnost zjednodušení. Nejprve přesně vyřešíme jednotlivé prvky panelové konstrukce a jejich stvky. Z řešení získáme pracovní diagramy mezi momenty M a deformacemi κ , normálovými silami N a deformacemi ε . To umožní nahradit panely a stvky prutovými prvky spojenými pružně s tuhostmi získanými materiálovými modely. Tyto modely mohou být použity k dalšímu výpočtu, například v programu ADINA (obr. 3). Poté můžeme provést výpočet v reálném čase. Z uvedeného vyplývá, že nejdůležitějším bodem daného postupu je získání ověřených jednoduchých materiálových modelů stvků panelové konstrukce. V dalším se zaměříme na model, který zavedl Petr Kabele a je podrobně popsán v [7] a budeme ho nazývat zjednodušeným modelem porušování.

Do zjednodušeného modelu porušování je nutno získat několik materiálových konstant. Ty můžeme získat z experimentu, jehož provedení je technicky a finančně náročné. Druhou možností je použití výsledků z již uskutečněných zkoušek. Bohužel řada archivů byla po revoluci zničena a výsledky mnoha experimentů

jsou nenávratně ztraceny. Proto byl zjednodušený model v první fázi vyzkoušen pomocí nelineárních výpočtů MKP v programu ATENA.

Jako vhodný prvek k ověření zjednodušeného modelu byl vybrán předpjatý dutinový stropní panel systému T08-B s označením PPD 1 – 120/600 ve skeletových rozměrech 6 000 x 2 400 x 190 mm (obr. 4) [8]. U těchto stropních dutinových panelů byl použit beton s označením B 250 (označení dle ČSN EN 206-1 C 16/20). Předpínací výztuž byla vyráběna z oceli 10 607 tvářená za studena s přepínací silou 331 kN.

Byl modelován podélný řez panelu o délce 385 mm. Minimální hodnota délky byla získána výpočtem panelu při různých délkách z podmínky, aby podepření neovlivňovalo sledovanou napjatost. Příčný řez s dutinami byl nahrazen náhradním průřezem I (obr. 4). Z průřezových charakteristik stropního panelu byly dopočteny tloušťky pásnic příruby a tloušťka stojiny. Materiálové charakteristiky byly zvoleny dle dostupných podkladů a doporučení. Ve svislém směru je konstrukce podepřena posuvným kloubem na levé straně, který odebírá jeden stupeň volnosti. Ve vodorovném směru je konstrukce podepřena ve všech čtyřech rozích (obr. 5). Pro vyhodnocení výsledků byl v každé podpěře zvolen monitorovací bod pro vypisování velikostí reakcí a posunů. Na základě těchto informací byly dopočítány deformace ε a κ a vnější síly M a N .

Obr. 3 a) 3D model, b) 2D model, c) zjednodušený model

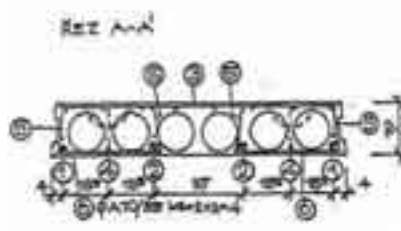
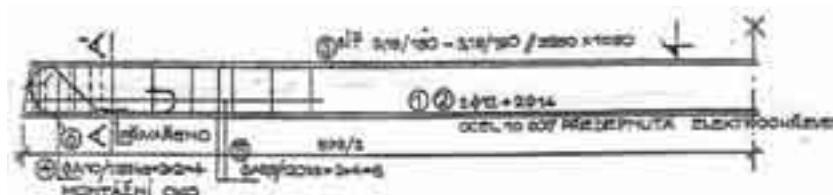
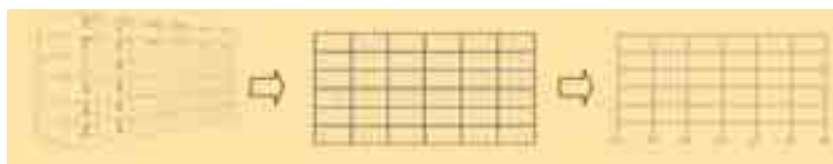
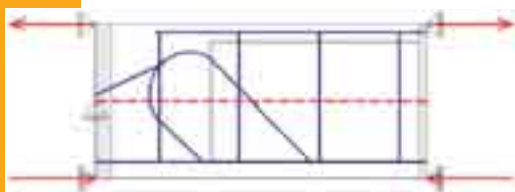
Fig. 3 a) 3D model b) 2D model c) simplified model

Obr. 4 Výkres výztuže stropního panelu PPD 1–120/600 a koncepce ideálního průřezu

Fig. 4 Drawing showing reinforcement of the floor panel PPD 1–120/600 and a concept of an ideal section

Obr. 5 Řešený výsek s okrajovými podmínkami při momentovém namáhání

Fig. 5 Sector to be solved with boundary conditions under the moment stress



Literatura:

- [1] Dům techniky: Regenerace panelových konstrukcí: teorie, konstrukce, technologie 1989, 178 s.
- [2] Blažek V., Fajman P., Šejnoha J.: Nelineární analýza konstrukcí panelových budov s jednovrstvým nosným obvodovým pláštěm na účinky teploty, Beton a ždivo 2001/6
- [3] Witzany J.: Sanace a rekonstrukce nosných konstrukcí panelových domů, ČKAIT, 2000 edice: Regenerace panelových domů, 83 s.
- [4] Kučera P.: Zkušební postupy k diagnostice stavu konstrukcí a vnitřního prostředí panelových domů, ČKAIT, 2000, edice: Regenerace panelových domů, 74 s.
- [5] Barták K.: Rekonstrukce v panelovém domě I-IV, Grada Publishing 1999, 126 s.
- [6] Barták K. Procházková N., Hektar J.: Panelový dům, Vydavatelství Enigma, Praha 1999, 109 s.
- [7] Kabele P., Kalousková M.: Multiscale Stochastic Simulation of Building Demolition. Prez.: WCCM VI in conjunction with APCOM'04, Beijing, China 2004
- [8] VTS: Prefabrikace – sb. konf. I. a II., Brno: Čs. věd. – techn. společ. sekce pro staveb. při ČSAV, 1959

Celkem bylo řešeno šest zatěžovacích stavů výpočetní metodou Newton-Raphson pomocí řízených posunů. Vzhledem k tomu, že ve zjednodušeném modelu není uvažován vliv smyku, byly první dva výpočty V+ a V- provedeny na různých délkách panelu (385, 600, 800 a 1 000 mm). Z výpočtů je možné vyzorovat, kdy se jedná o smykové porušení a kdy o momentové porušení. Poté byla konstrukce namáhána posuny simulujícími namáhání M+, M-, N+, N-. Transformace silového zatížení do posunů umožnila zkoumat chování prvku

Obr. 6 Porovnání výsledků získaných programem Atena (červeně) a zjednodušeným modelem (zeleně), levé grafy zobrazují momentové zatěžování, pravé normálové

Fig. 6 Comparison of the results gained from the Atena program (red) and a simplified model (green); graphs on the left show the moment stress, those on the right present the normal stress

Délka panelu [mm]	Typ porušení	
	V+	V-
385	S	S
600	S	S
800	O	S+O
1000	O	O

Tab. 1 Vliv smyku za ohybu.

Pozn: S – smykové porušení, O – ohybové porušení

Tab. 1 Shear effect in bending. Note:

S – shear failure, O – bending failure

za mezí únosnosti a zjistit odtěžovací větev pracovního diagramu až do jeho úplného kolapsu. Výpočet byl prováděn postupným přetěžováním (tzv. výpočetem v krocích). V prvních čtyřech výpočtových krocích byla aktivována předpínací síla s výslednou hodnotou 331 kN. V těchto krocích vznikla počáteční deformace ϵ , κ . Po aktivaci předpínací síly byl model zatěžován pouze řízenými deformacemi podle toho, jaký stav byl simulován. U tahového a tlakového namáhání byly deformace udělené na spodní a horní straně roznášecích desek shodné 1.10^{-2} m. U namáhání ohybem byla ve spodní části udělena deformace $2,764.10^{-2}$ m, na horní straně deformace opačného znaménka a dopočtená dle podobnosti trojúhelníků, kdy vrchol trojúhelníku se nachází v ideálním těžišti, v hodnotě $2,819.10^{-2}$ m.

Po provedení všech výpočtů bylo nutné provést jejich vyhodnocení.

Nejdříve byly vyhodnoceny první dva zatěžovací stavy, které ukázaly vliv smyku při momentovém namáhání (Tab. 1). Jak je patrné z uvedené tabulky, čisté smyko-

vé porušení nastane při délce modelu do 800 mm. Destrukce tak krátkého stropního panelu, však nastane velmi zřídka a proto lze vliv smyku zanedbat.

Výsledky zbylých čtyř zatěžovacích stavů získané programem ATENA (červená křivka) a zjednodušeným modelem (zelená křivka) jsou vykresleny v grafech na obr. 6. Lze konstatovat, že shoda modelů je dostatečná.

ZÁVĚR

Při porovnání výsledků (obr. 6) můžeme konstatovat, že zjednodušený model a výpočty pomocí nelineární analýzy se dobře shodují. Zjednodušený model porušování umožní zredukovat úlohu z 3D na prutový model při zachování materiálových nelinearit modelu. To výrazně zkrátí časovou náročnost výpočtu analýzy řízeného odstřelu panelové konstrukce. Pro předstihu, jeden zatěžovací stav v programu ATENA byl počítán cca 5 hod. (v závislosti na počítačovém vybavení) a zjednodušený model cca 1 min.

Výsledky uvedené v příspěvku byly získány za dílčí podpory výzkumného záměru MSM 6840770001.

Doc. Ing. Petr Fajman, CSc.

e-mail: fajman@fsv.cvut.cz

tel.: 224 354 477

Ing. David Knoll

e-mail: david.knoll@fsv.cvut.cz

tel.: 224 354 498

oba:

Katedra mechaniky Stavební fakulty ČVUT v Praze

Thákurova 7, Praha 6

Článek byl lektorován.

