

## Ján Hájek: Pretvorenia betónových konštrukcií

VEDA, vydavateľstvo SAV, Bradáčova 7, 852 86 Bratislava, 1994, 321s., cena 120 Sk + DPH

Autor predkladá širší technické veřejnosti knihu, ve které uvádí jak teoretické a experimentální poznatky z oblasti přetváření betonových konstrukcí, tak i praktické způsoby výpočtu přetvoření přihlížející k předpisům CEB, EC2 a ČSN 73 1201.

Při výpočtu přetvoření betonových konstrukcí od zatížení přímých (síly) i nepřímých (objemové změny materiálu, hydratační teplo aj.) je třeba přihlížet ke třem okruhům problémů týkajícím se mechaniky přetváření, limitování hodnot přetvoření, spolehlivostnímu přístupu. Všemi těmito problémy se recenzovaná publikace zabývá.

V kapitole 1 jsou shrnuty základní pojmy z mechaniky kontinua. Je zde přihlédnuto i k vlivu času, způsobujícímu vratnost přetvoření. Z praktického hlediska se rozlišují následující části celkového přetvoření:

- a) počáteční přetvoření, které je součtem okamžitých a počátečních reologických přetvoření;
- b) reologické zpožděné přetvoření, které má složku vratnou a nevratnou; z hlediska odměrné základny je možné rozeznávat přetvoření makrostrukturální, lokální a globální.

Kapitola 2 se zabývá přetvárnými vlastnostmi základních látek. Jsou zde popsány pracovní diagramy betonu a výztuže při různých způsobech zatěžování. V závěru kapitoly je pak pojednáno o soudržnosti betonu a výztuže.

Při monotónním zatěžování betonu jednoosým tlakem a tahem jsou aplikovány různé matematické modely na výsledky experimentů provedených v tuhém i měkkém režimu zatěžování a odvozeny vztahy umožňující určit též příčné i objemové přetvoření. Při mimostředním namáhání betonu je třeba přihlížet i k vlivu gradientu přetvoření na proces přetváření. Zejména pokud v části průřezu působí tahové namáhání, může být tento vliv, který je důsledkem sestupné větve pracovního diagramu, významný. Autor navrhuje zjednodušenou metodu výpočtu meze tahového porušení založenou na porovnávacím napětí stanoveném s použitím součinitele gradientu přetvoření, jehož hodnota je závislá na výstřednosti normálové síly. Mimo přímého zatížení může být část celkového přetvoření vyvolána smršťováním, popř. nabýváním betonu, změnou teploty apod.; proto jsou tyto vlivy též pozorně sledovány. Při odvozování analytického vyjádření časového průběhu přetvoření je třeba přihlížet k celé řadě činitelů. Výsledky různých zkoušek ukazují, že do určité hladiny zatížení je možné přijmout předpoklad afinní podobnosti přetvoření. Na základě těchto poznatků je odvozen vztah, pomocí kterého je možné stanovit přetvoření vyvozené dotvarováním. Přitom se přihlíží k podmínkám prostředí (relativní vlhkosti), stáří betonu v okamžiku zavedení zatížení a k celé řadě dalších činitelů. Při výpočtech je kladen důraz na praktické použití. Dále jsou analyzovány i nemonotónní změny napětí a přetvoření včetně cyklického zatěžování.

Pro ocel jsou uvedeny tři typy pracovních diagramů:

- typ a s výraznou mezí kluzu, plastickou oblastí zpevnění,
- typ b s pružnou oblastí na níž navazuje plynule oblast zpevnění,
- typ c s plynulým zpevněním od počátku nárůstu přetvoření.

Přetvoření, které je závislé na čase a je výsledkem přenosu napětí mezi betonem a výztuží, je označováno jako *dotvarování v soudržnosti*.

Kapitola 3 je věnována rozboru přetvoření lineárních prvků a nosníkůvých desek. U prvků dostředně zatížených (tlačných nebo tažených) je v čase sledováno osové poměrné přetvoření vlastní

(vyvozené přímým zatížením) a vynucené objemovými změnami. Pokud v prvcích působí tahové napětí, je důležitou charakteristikou jejich přetvářených vlastností mez trhlin. Při překročení této meze vznikají nové trhliny až do okamžiku, kdy se dosáhne stabilizace jejich hustoty, pak se pouze zvětšují šířky stávajících trhlin. Též v ohybaných prvcích vlastní i vynucené přetvoření ovlivňuje celkové přetvoření. Navržená metoda výpočtu celkových přetvoření, vyvozená zatížením nepřekračujícím hladinu provozního zatížení, je založena na předpokladu afinní podobnosti mezi počátečním přetvořením a přetvořením vyvozeným dotvarováním. Proto je nejprve věnována pozornost vztahům mezi ohybovými momenty a křivostmi průřezu bez trhlin a s trhlinami při krátkodobém zatížení. Pokud se nepřekročí mez stabilizace trhlin, je navržena zjednodušená bilineární závislost. Nad touto mezí se vliv tahového zpevnění zanedbává. Při výpočtu přetvoření se vliv smykových sil ve většině případů zanedbává. Pokud je však ohybová štíhlost prvku malá (menší než přibližně 10), pak je třeba přihlížet i k vlivu zkosení na velikost průhybu.

Na základě výsledků zkoušek provedených v Ústavu stavebnictva a architektury v Bratislavě, byly odvozeny vztahy pro výpočet průhybu vyvozeného ohybovými momenty a posouvajícími silami. Je navrhováno stanovit dlouhodobé průhyby s použitím součinitele afinity, který přihlíží ke stáří betonu a zohledňuje podmínky prostředí. Pro experimentální stáří betonu a zohledňuje podmínky prostředí. Pro experimentální vyšetřování byla použita metoda využívající uspořádání odměrných základen do trojúhelníkových soustav. Tímto bylo umožněno separovat průhyby vyvozené ohybovými momenty od průhybů vyvozených příčnými silami. Na základě výsledků zkoušek byly ověřeny odvozené analytické vztahy. Provedené zkoušky s odlehčováním umožnily odvození závislosti pro výpočet křivostí a průhybů po odlehčení. Na základě zkoušek jiných autorů se uvádí návrh na analýzu průhybů při cyklickém zatěžování. Analogicky jako u dlouhodobých průhybů byl přijat předpoklad, že průhyb po jistém počtu zatěžovacích cyklů je násobkem počátečního průhybu. V závěru kapitoly 3 je uveden rozbor vlivu kroucení na průhyby ohybaných prvků.

V kapitole 4 byl aplikován výpočet přetvoření využívající předpokladu afinní podobnosti počátečního a dlouhodobého přetvoření na obdélníkové desky působící ve dvou směrech. Pro výpočet průhybu je uvedena zjednodušená metoda, při které se ortotropní deska transformuje na izotropní s modifikovanou tuhostí. U desek je vliv smršťování betonu na průhyby mnohem významnější než u nosníkůvých desek, proto přetvořením vyvolaným smršťováním betonu je zde věnována velká pozornost.

V kapitole 5 jsou popsány důsledky nadměrných přetvoření na použitelnost nosných i nenosných částí stavebních objektů. Poškození a poruchy jsou analyzovány z hlediska konstrukčního, technologického i z hlediska působení na člověka.

Kapitola 6 je věnována zásadám stanovení limitních hodnot přetvoření a jejich vliv na spolehlivost konstrukcí z hlediska mezního stavu použitelnosti.

V kapitole 7 (Dodatku) je uveden výpočet charakteristik průřezů betonových prvků. Výklad je doplněn algoritmy umožňujícími napsání programu pro počítače, jakož i řadou číselných příkladů.

Velkou předností recenzované publikace je jasný a srozumitelný výklad doprovázený řadou názorných obrázků a velkým počtem praktických návodů pro výpočet, jakož i řadou řešených příkladů. Kniha je pěkně vybavena. Proto ji lze doporučit všem, kteří se zabývají navrhováním i zkoušením betonových konstrukcí. Bude jistě velmi vyhledávanou pomůckou jak v řadách praktických inženýrů, pracovníků zkušeben, výzkumných pracovníků, tak v neposlední řadě i studentů.

Jaroslav Procházka