

MEASURING OF PARAMETERS OF CONCRETE AT HIGH TEMPERATURES IN COMPRESSION

MĚŘENÍ PARAMETRŮ BETONU V TLAKU ZA VYSOKÝCH TEPLOT

P. Padevět¹

This paper is focused on the testing concrete specimens in compression. At faculty of Civil Engineering CTU were realized experiments with specimens at high temperatures. Specimens tested at temperatures up 50°C to 200°C achieved different strength. Structural processes done between 100°C and 200°C.

Klíčová slova: těleso; zkušební stroj; pevnost; teplota; pracovní diagram

1 Úvod

Testování betonu za vysokých teplot je poměrně zajímavým problémem. Při teplotách vyšších než 100°C dochází ke změnám vnitřní struktury betonu. To má za následek změnu chování materiálu při zatěžování. Zejména dochází ke změnám v pevnosti těles a na sestupné větvi pracovního diagramu.

2 Tělesa a zkušební zařízení

Pro testování byla použita tělesa průměru 150mm a výšky 300mm. Betonová směs byla navržena na pevnost 50MPa, s vodním součinitelem $w_c=0,404$. Pro lepší zpracovatelnost byl do směsi přidán plastifikátor, tak jak je naznačeno v tabulce 1. Tělesa byla ošetřována ihned po vyjmutí z kovových forem. Do doby testování byla umístěna ve vodní lázni. Dva dny před testováním byla tělesa zakoncována rychlovazným cementem. Testování proběhlo 28 dní po vybetonování. Jeden den před testováním byla tělesa vložena do pece a ohřívána na příslušnou teplotu až do doby testování.

Pro testování byl použit stroj DSM 2500 s řízeným přírůstkem deformace při testování. Tělesa byla osazena 3 tenzometrickými snímači na tělese přes celou výšku těles. Dále byla během testování měřena zatěžovací síla a čas od počátku zkoušky.

¹Ing. P. Padevět, Ph.D.

Číslo	Složky	Množství na $1m^3$
1	kamenivo 8 - 16	706kg
2	kamenivo 4 - 8	351kg
3	písek 0 - 4	754kg
4	portlandský cement 32,5	431kg
5	H_2O	174,3
6	plastifikátor	2,17kg

Tab. 1: Tabulka navržené betonové směsi.

teplota 20		
číslo tělesa	$\varepsilon_{na\ mezi\ pevnosti}$	σ_{max}
1	4,764	49,32
2	4,611	49,93
3	4,427	46,42
4	4,122	48,15
5	4,632	47,55

Tab. 2: Tabulka pevností a poměrných přetvoření při teplotě $20^{\circ}C$.

teplota 100		
číslo tělesa	$\varepsilon_{na\ mezi\ pevnosti}$	σ_{max}
1	4,031	38,97
2	4,254	44,43
3	4,297	41,55
4	4,058	43,02
5	4,112	41,86

Tab. 3: Tabulka pevností a poměrných přetvoření při teplotě $100^{\circ}C$.

3 Testování těles

3.1 Teplota $20^{\circ}C$

Tělesa testovaná v této sadě byla 12 hodin před testováním temperována na teplotu $20^{\circ}C$. Z 5 testovaných těles byla průměrná pevnost 48,25MPa. V tabulce jsou zobrazena jednotlivá tělesa a příslušné pevnosti a jím odpovídající poměrné deformace. Pracovní diagramy těles jsou zobrazeny v obrázku.

3.2 Teplota $100^{\circ}C$

Při teplotě $100^{\circ}C$ bylo testováno 5 těles rozměrů stejných jako při teplotě $20^{\circ}C$. U této série sestupné větve pracovních diagramů byly v poměrně velkém rozmezí. Průměrná pevnost 41,96MPa byla o 10% nižší než v případě těles testovaných při teplotě $20^{\circ}C$. Průměrné pevnosti odpovídá poměrné přetvoření $4,15 \cdot 10^{-3}$.

3.3 Teplota $150^{\circ}C$

Na obrázku 2 jsou zobrazeny pracovní diagramy těles testovaných při teplotě $150^{\circ}C$. V této sérii byly testována 4 tělesa s průměrnou pevností 44,83MPa. Těleso č.2 mělo pevnost velmi blízkou průměrné pevnosti, ale na vzestupné větvi pracovního diagramu došlo k selhání tenzometrických snímačů.

3.4 Teplota $175^{\circ}C$

Při teplotě $175^{\circ}C$ bylo testováno pět válcových těles s průměrnou pevností 48,25MPa. Ta byla podobná průměrné pevnosti těles testovaných při $20^{\circ}C$. Pevnost se dle tabulky 5 pohybovala od 40,98MPa do 53,77MPa.

teplota 150		
číslo tělesa	$\varepsilon_{na\ mezi\ pevnosti}$	σ_{max}
1	2,956	45,33
2	1,490	45,52
3	2,796	41,25
4	2,863	47,23

Tab. 4: Tabulka pevností a poměrných přetvoření při teplotě $150^{\circ}C$.

teplota 175		
číslo tělesa	$\varepsilon_{na\ mezi\ pevnosti}$	σ_{max}
1	4,628	48,75
2	4,452	46,89
3	4,909	50,87
4	4,372	40,98
5	5,120	53,77

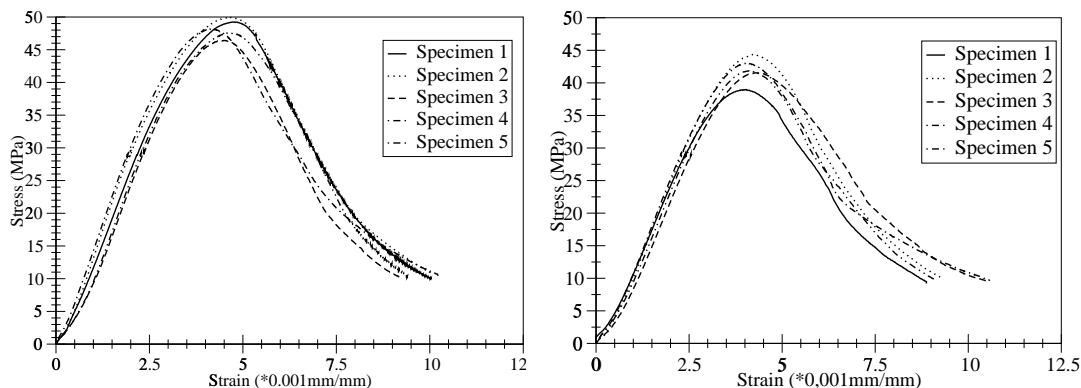
Tab. 5: Tabulka pevností a poměrných přetvoření při teplotě $175^{\circ}C$.

teplota 200		
číslo tělesa	$\varepsilon_{na\ mezi\ pevnosti}$	σ_{max}
1	3,382	52,74
2	3,277	54,57
3	3,556	53,40
4	3,429	48,94
5	3,150	56,10

Tab. 6: Tabulka pevností a poměrných přetvoření při teplotě $200^{\circ}C$.

3.5 Teplota $200^{\circ}C$

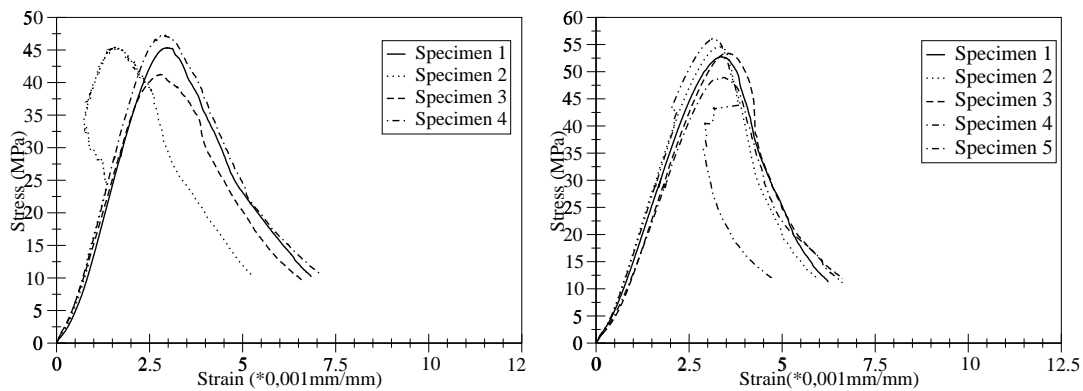
Jako poslední byla testována sada 5 těles při teplotě $200^{\circ}C$, jejichž pevnosti jsou zobrazeny v tabulce 6. Průměrná pevnost $53,15\text{MPa}$ převyšovala pevnost sady testované při $20^{\circ}C$. Na sestupné větvi tělesa č.4 došlo k posunu břitů snímačů deformace a tím ke zkreslení výsledků.



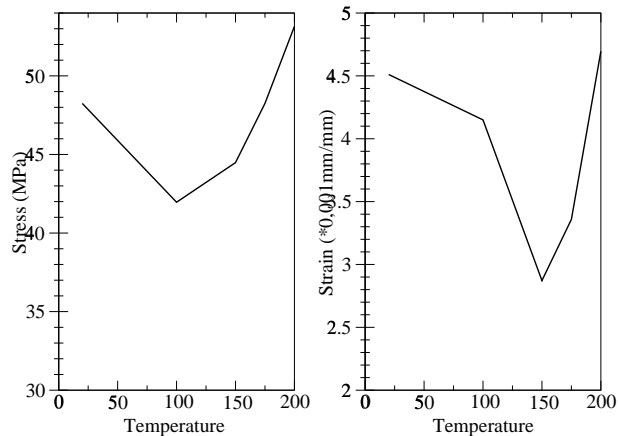
Obr. 1: Pracovní diagramy při teplotě $20^{\circ}C$ a $100^{\circ}C$.

4 Výsledky

Celkem bylo testováno 24 těles při teplotách $20, 100, 150, 175$ a $200^{\circ}C$. Výsledné pevnosti vztažené k teplotám jsou zobrazeny v obrázku 3. V levém obrázku jsou zobrazeny



Obr. 2: Pracovní diagramy při teplotě 150°C a 200°C .



Obr. 3: Výsledky pevností při všech testovaných teplotách.

pevnosti a vpravo poměrná přetvoření. Z počátku dochází ke snižování pevnosti až do oblasti kolem 100°C . U pevnosti dochází při teplotě 100°C ke změně v její velikosti. Se zvyšující se teplotou se za hranicí 100°C pevnost začíná zvyšovat. Při teplotě 200°C byla pevnost o 10,1% vyšší než při 20°C . Zajímavou kapitolu tvoří tvar pracovního diagramu na sestupné větvi. Při porovnání pracovních diagramů vztahených k teplotám dochází za teplotou 100°C k příkřejšímu tvaru křivky.

Provedené experimenty byly podporovány projektem Ministerstva školství a tělovýchovy č. 339711320.

Literatura

- [1] Padevět, Pavel, Experimentální zjišťování a testování betonu v tlaku, 2000, disertační práce, Praha.
- [2] Konvalinka, Petr, Concrete in High Temperature, VII bilaterální česko-německé symposium v Liblicích, ČR, 1999.