

Zpráva k zakázce č. 2018/104:
Měření vývoje autogenního smrštění
cementových past po 28 dnech a zjištění
jejich základních mechanických vlastností.



autoři: Ing. Václav Nežerka, Ph.D.
Ing. Michael Somr
Ing. Jakub Antoš

odborné pracoviště: Fakulta stavební ČVUT v Praze
Thákurova 7/2077
166 29 Praha 6 Dejvice

1 Metodika

i Na základě vzorků poskytnutých investorem – firmou Advanced Concrete Technologies s.r.o., byly zjištěny průběhy autogenního smrštění cementových past – vzorky bazénových stěrek používaných pro mnoho aplikací. Byly poskytnuty dvě sady vzorků, každá sada obsahovala tři tělesa standardních rozměrů 40 x 40 x 160 [mm] dle certifikovaných nerezových forem.

Po měření vývoje autogenního smrštění po dobu 28 dnů (odečítáno jednou denně ve stejný čas) byla tělesa destruktivně testována na stroji MTS Alliance se zatěžovací kapacitou 60 kN. První zkouškou byl trojbodový ohyb, pro zjištění tahové pevnosti za ohybu a na přelomených trámcích byly následně provedeny tlakové zkoušky přes příložky, které měly rozměr 40 x 40 [mm].

Výsledky výše popsaných testů jsou předmětem této zprávy.

Použité měřicí přístroje: Úchylkoměr 0 10 / 0,01 mm s přitlačnou silou 80 N, destruktivní testovací stroj MTS Alliance, 60 kN.

2 Výsledky smrštění

- Vývoj smrštění cementových past – sada vzorků A – Diamond Brite Onyx

		DIAMOND BRITE ONYX [mm]				DIAMOND BRITE ONYX [%]				
date	day	I.	II.	III.	mean	I.	II.	III.	mean	std/2
18. 4.	0	159,27	159,23	159,22	159,24	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19. 4.	1	159,24	159,17	159,17	159,19	0,021	0,036	0,031	0,029	0,007
20. 4.	2	159,20	159,14	159,14	159,16	0,042	0,057	0,052	0,050	0,007
21. 4.	3	159,18	159,12	159,12	159,14	0,054	0,069	0,065	0,063	0,007
22. 4.	4	159,16	159,09	159,09	159,11	0,071	0,086	0,081	0,080	0,005
23. 4.	5	159,14	159,07	159,07	159,09	0,084	0,099	0,094	0,092	0,007
24. 4.	6	159,13	159,07	159,06	159,09	0,088	0,103	0,098	0,096	0,005
25. 4.	7	159,13	159,07	159,06	159,09	0,088	0,103	0,098	0,096	0,006
26. 4.	8	159,13	159,07	159,06	159,09	0,088	0,103	0,098	0,096	0,008
27. 4.	9	159,13	159,07	159,06	159,09	0,088	0,103	0,098	0,096	0,008
28. 4.	10	159,13	159,07	159,06	159,09	0,088	0,103	0,098	0,096	0,007
29. 4.	11	159,13	159,07	159,06	159,09	0,088	0,103	0,098	0,096	0,005
30. 4.	12	159,13	159,07	159,06	159,09	0,088	0,103	0,098	0,096	0,006
1. 5.	13	159,13	159,07	159,06	159,09	0,088	0,103	0,098	0,096	0,005
2. 5.	14	159,13	159,07	159,06	159,09	0,088	0,103	0,098	0,096	0,004
3. 5.	15	159,13	159,06	159,06	159,08	0,090	0,105	0,100	0,099	0,004
4. 5.	16	159,12	159,06	159,06	159,08	0,093	0,108	0,103	0,101	0,006
5. 5.	17	159,12	159,05	159,05	159,07	0,095	0,110	0,105	0,103	0,005
6. 5.	18	159,11	159,05	159,05	159,07	0,097	0,113	0,108	0,106	0,007
7. 5.	19	159,11	159,05	159,04	159,07	0,100	0,115	0,110	0,108	0,004
8. 5.	20	159,11	159,04	159,04	159,06	0,102	0,117	0,112	0,111	0,005
9. 5.	21	159,10	159,04	159,04	159,06	0,105	0,120	0,115	0,113	0,008
10. 5.	22	159,10	159,04	159,04	159,06	0,105	0,120	0,115	0,114	0,005
11. 5.	23	159,10	159,04	159,04	159,06	0,106	0,121	0,116	0,114	0,006
12. 5.	24	159,10	159,04	159,03	159,06	0,106	0,121	0,117	0,115	0,005
13. 5.	25	159,10	159,04	159,03	159,06	0,107	0,122	0,117	0,115	0,008
14. 5.	26	159,10	159,03	159,03	159,05	0,108	0,123	0,118	0,116	0,008
15. 5.	27	159,10	159,03	159,03	159,05	0,108	0,123	0,118	0,117	0,005
16. 5.	28	159,10	159,03	159,03	159,05	0,109	0,124	0,119	0,117	0,007

Mean = střední hodnota

Std = směrodatná odchylka, $std = \sqrt{\text{mean}(\text{abs}(x - x.\text{mean}())**2)}$

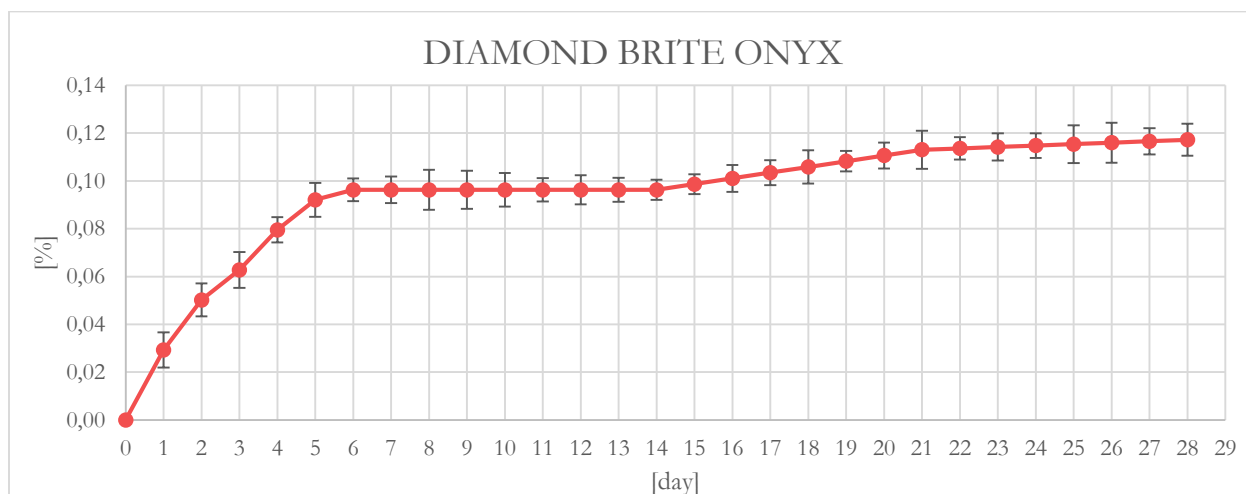
- Vývoj smrštění cementových past – sada vzorků B – Brite Crystal Light Blue

date	day	BRITE CRYSTAL LIGHT BLUE [mm]				BRITE CRYSTAL LIGHT BLUE [%]				
		I.	II.	III.	mean	I.	II.	III.	mean	std/2
18. 4.	0	159,91	159,95	159,96	159,94	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19. 4.	1	159,89	159,91	159,93	159,91	0,014	0,027	0,021	0,021	0,003
20. 4.	2	159,87	159,89	159,91	159,89	0,027	0,039	0,034	0,033	0,006
21. 4.	3	159,85	159,87	159,89	159,87	0,035	0,048	0,042	0,042	0,003
22. 4.	4	159,84	159,86	159,88	159,86	0,043	0,056	0,051	0,050	0,004
23. 4.	5	159,82	159,84	159,86	159,84	0,056	0,069	0,063	0,063	0,004
24. 4.	6	159,81	159,83	159,85	159,83	0,060	0,073	0,067	0,067	0,006
25. 4.	7	159,81	159,83	159,85	159,83	0,064	0,077	0,071	0,071	0,003
26. 4.	8	159,80	159,82	159,84	159,82	0,068	0,081	0,076	0,075	0,006
27. 4.	9	159,80	159,82	159,84	159,82	0,068	0,081	0,076	0,075	0,006
28. 4.	10	159,80	159,82	159,84	159,82	0,068	0,081	0,076	0,075	0,007
29. 4.	11	159,80	159,82	159,84	159,82	0,068	0,081	0,076	0,075	0,007
30. 4.	12	159,80	159,82	159,84	159,82	0,068	0,081	0,076	0,075	0,005
1. 5.	13	159,80	159,82	159,84	159,82	0,068	0,081	0,076	0,075	0,006
2. 5.	14	159,80	159,82	159,84	159,82	0,070	0,082	0,077	0,076	0,007
3. 5.	15	159,79	159,81	159,83	159,81	0,073	0,086	0,080	0,080	0,003
4. 5.	16	159,79	159,81	159,83	159,81	0,077	0,089	0,084	0,083	0,004
5. 5.	17	159,78	159,80	159,82	159,80	0,080	0,093	0,088	0,087	0,003
6. 5.	18	159,78	159,80	159,81	159,80	0,084	0,097	0,091	0,091	0,008
7. 5.	19	159,77	159,79	159,81	159,79	0,088	0,100	0,095	0,094	0,006
8. 5.	20	159,76	159,78	159,80	159,78	0,091	0,104	0,098	0,098	0,005
9. 5.	21	159,76	159,78	159,80	159,78	0,093	0,106	0,101	0,100	0,004
10. 5.	22	159,76	159,78	159,80	159,78	0,095	0,107	0,102	0,101	0,006
11. 5.	23	159,76	159,78	159,80	159,78	0,096	0,108	0,103	0,102	0,004
12. 5.	24	159,75	159,77	159,79	159,77	0,097	0,110	0,104	0,104	0,003
13. 5.	25	159,75	159,77	159,79	159,77	0,098	0,111	0,105	0,105	0,005
14. 5.	26	159,75	159,77	159,79	159,77	0,099	0,112	0,107	0,106	0,005
15. 5.	27	159,75	159,77	159,79	159,77	0,101	0,113	0,108	0,107	0,007
16. 5.	28	159,75	159,77	159,79	159,77	0,102	0,114	0,109	0,108	0,007

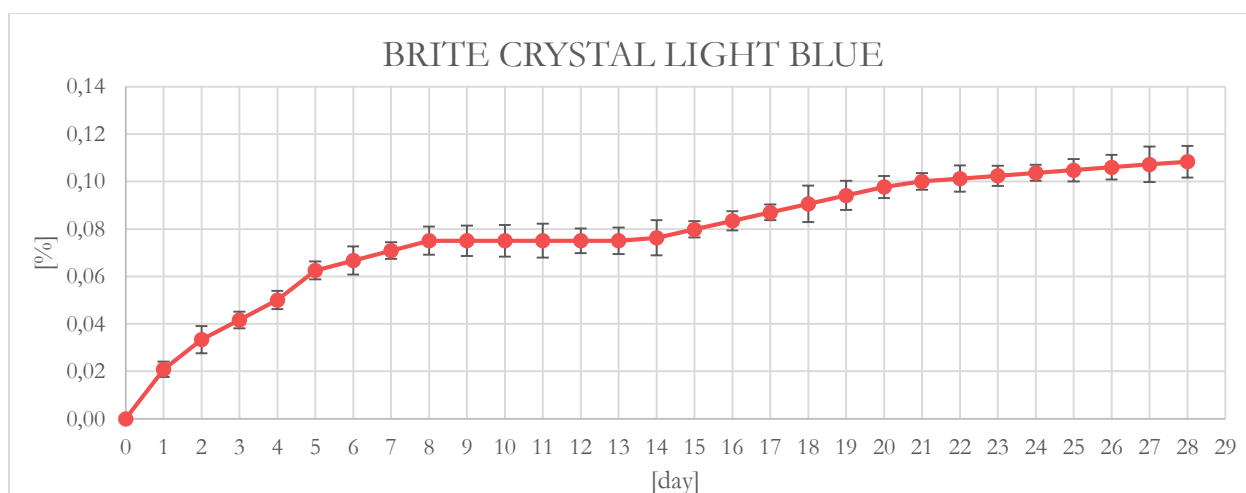
Mean = střední hodnota

Std = směrodatná odchylka, $std = \sqrt{\text{mean}(\text{abs}(x - x.\text{mean}())**2)}$

- Graf vývoje smrštění – sada vzorků A – Diamond Brite Onyx



- Graf vývoje smrštění – sada vzorků B – Brite Crystal Light Blue



3 Výsledky mechanických zkoušek

- Tahová pevnost za ohybu – tříbodový ohyb sada vzorků A
Diamond Brite Onyx
 - I. 1,87 MPa (269.78 psi)
 - II. 2,42 MPa (350.99 psi)
 - III. 2,34 MPa (339.39 psi)

- Tahová pevnost za ohybu – tříbodový ohyb sada vzorků B
Brite Crystal Light Blue
 - I. 6,38 MPa (925.34 psi)
 - II. 5,89 MPa (854.27 psi)
 - III. 5,75 MPa (833.97 psi)

- Tlaková pevnost – sada vzorků A
Diamond Brite Onyx
 - I.a 9,71 MPa (1408.32 psi)
 - I.b 8,94 MPa (1296.68 psi)

 - II.a 13,10 MPa (1899.99 psi)
 - II.b 12,82 MPa (1859.38 psi)

 - III.a 10,00 MPa (1450.38 psi)
 - III.b 9,80 MPa (1421.37 psi)

- Tlaková pevnost – sada vzorků B
Brite Crystal Light Blue
 - I.a 26,50 MPa (3843.50 psi)
 - I.b 27,42 MPa (3976.93 psi)

 - II.a 24,10 MPa (3495.41 psi)
 - II.b 24,98 MPa (3623.04 psi)

 - III.a 21,42 MPa (3106.71 psi)
 - III.b 22,30 MPa (3234.34 psi)

4 Závěr

Experimentálním měřením bylo zjištěno, že absolutní autogenní smrštění dodaných vzorků je v dlouhodobém časovém horizontu téměř shodné u obou sad vzorků. Rozdíl je v počáteční rychlosti vývoje chemického smrštění, kde v případě směsi Diamond Brite Onyx je vývoj smrštění rychlejší, než v případě směsi Brite Crystal Light Blue. Tento jev se může pozitivně projevit na menším vývoji mikrotrhlin v raných fázích aplikace a především hydratace cementové stěrky, kdy pevnosti v tahu zdaleka nedosahují svého maxima.

Pomocí mechanických bylo zjištěno, že bazénová stěrka Diamond Brite Onyx vykazuje výrazně menší tahové pevnosti než směs Brite Crystal Light Blue. Toto koresponduje s měřením tlakové pevnosti, kde v případě stěrky Diamond Brite Onyx bylo dosaženo výrazně vyšších pevností v tlaku. Větší odolnost stěrky Brite Crystal Light Blue vůči mechanickému namáhání je určitě přínosná a v jejím důsledku lze očekávat i větší trvanlivost stěrky Brite Crystal Light Blue.

V Praze 1.6.2018

Vypracoval: Ing. Jakub Antoš



MESOCOS s.r.o.
Na Pláni 2014/15
150 00 Praha 5
IČO: 04547705