

NSZ/NT betonok alkalmazása az M7 ap. S65 jelű aluljáró felszerkezetének építésénél

Betontechnológiai kísérletek

Laboratóriumi kísérletek

- Az I. kísérlet sorozatban azt vizsgáltuk, hogy azonos betonösszetétel mellett milyen hatást gyakorolnak a különböző gyárból származó adalékszerek és cementek a friss beton konzisztenciájára és a megszilárdult beton nyomószilárdságára.

Laboratóriumi kísérletek

- A II. kísérletsorozat célja a legalább C 50/60 szilárdság osztályú NSZ/NT beton összetételének meghatározása az építkezés organizációs körzetében beszerezhető alapanyagok felhasználásával.

Laboratóriumi kísérletek

- A III. kísérletsorozatban a különböző helyről származó homokok és a különböző típusú cementek hatását vizsgáltuk a friss és megszilárdult beton tulajdonságaira.

Laboratóriumi kísérletek

- A IV. kísérletsorozatban egy normál betont hasonlítottunk össze három különböző összetételű NT betonnal.

Laboratóriumi kísérletek

- A betonkeverékek összetétele:

Betonkeverékek összetevői			A betonkeverék jele			
			A	B	C	D
			Betonkeverék összetétele			
Adalékanyag	OH 0/4	[m%]	43	39,4	30,4	39,4
	OK 4/8	[m%]	21			
	UKZ 5/12	[m%]		19,2	25,6	19,2
	UKZ 12/20	[m%]			44,0	
	OK 8/16	[m%]	36	41,4		41,4
Víz	[liter]	148	114,5	129	115	
	CEM I 42,5 N	[kg]	360			420
	CEM II/A-S 42,5	[kg]		420	460	
	Szilika szuszpenzió	[kg]		50	50	50
	Folyósító	[kg]	3,60	7,14	5,24	8,4
	Kötéskésleltető	[kg]	1,08	1,26	1,38	1,26
	Légpórusképző	[kg]			1,15	
	Tervezett testsűrűség	[kg/m ³]	2424	2457	2425	2459
	Víz-cement tényező		0,42	0,35	0,35	0,35

Laboratóriumi kísérletek

■ **Alkalmazott vizsgálatok:**

1. Adalékanyagok vizsgálata:
 - nedvességtartalom
 - szemeloszlás
 - zúzottkő szemalakja
 - homok iszap-agyagtartalma

Laboratóriumi kísérletek

2. Friss beton vizsgálatok:

- testsűrűség
- hőmérséklet
- légtartalom mérése
- konzisztencia területtel

Laboratóriumi kísérletek

3. Megszilárdult beton vizsgálatai:

- **Nyomószilárdság vizsgálata:**
2,7, 28 és 90 napos korú, törésig vízben tárolt 15 cm élhosszúságú próbatesteken
- **Vízzáróság vizsgálata:**
az MSZ EN 12390-8:2001 szerint 5 bar nyomáson 72 órán át
- **Fagyállóság vizsgálata:**
ÚT 2-3.203:2003 5. fejezete szerint 3% NaCl oldatban, 150 fagyasztási cikluson


Laboratóriumi kísérletek

- **A beton fagy- és olvastósó-állósági vizsgálata:**
a pr EN 12390-9:2002 szerint vizsgáltuk és az MSZ 4798-1: 2002 szerint értékeltük
- **Kopásállóság vizsgálata:**
az MSZ 18290-1:1981 szerinti Böhme- féle eljárással vizsgáltuk és az MSZ 4798-1: 2002 szerint értékeltük

Laboratóriumi kísérletek

A beton klorid-ionok behatolásával szembeni ellenálló képességének vizsgálata:

ASTM C 1202:2004 amerikai szabvány szerint:

Kategória	Klorid-ion behatolóképeség	Áthatott töltés, Coulomb	Klorid-ion behatolással szembeni ellenálló képesség 
I	elhanyagolható	< 100	
II	nagyon kevés	100- 1000	
III	csekély	1000- 2000	
IV	mérsékelt	2000-4000	
V	nagy	> 4000	

Laboratóriumi kísérletek

Vizsgálati eredmények:

Vizsgált paraméterek		Keverék jele			
		A	B	C	D
		Vizsgálati eredmények			
Friss beton testsűrűsége (mért)	[kg/m ³]	2409	2452	2420	2479
Terület	[cm]	54	55	55	57
Légtartalom	[%]	1,3	1,0	4,3	1
Friss beton hőmérséklete	[°C]	22,2	26,5	25,8	23,3
Nyomószilárdság 2 napos	[N/mm ²]	45,0	52,5	41,4	59,2
Testsűrűség töréskor 2 napos	[kg/m ³]	2422	2461	2433	2492
Nyomószilárdság 7 napos	[N/mm ²]	59,3	75,4	60,5	74,7
Testsűrűség töréskor 7 napos	[kg/m ³]	2438	2477	2458	2433
Nyomószilárdság 28 napos	[N/mm ²]	67,0	84,6	70,5	99,3
Testsűrűség töréskor 28 napos (száraz)	[kg/m ³]	2371	2401	2364	2437
Nyomószilárdság 90 napos	[N/mm ²]	74,8	102,9	88,1	103,6
Testsűrűség töréskor 90 napos (száraz)	[kg/m ³]	2370	2396	2365	2440
A beton minősége		C 45/55	C 60/75	C 50/60	C 70/85

Laboratóriumi kísérletek

■ Vizsgálati eredmények:

Vizsgált paraméterek	Keverék jele			
	A	B	C	D
Vizsgálati eredmények				
Vízzáróság (5 bar nyomáson 72 óráig)				
vizbehatalás mélysége [mm]	4, 6, 0	0	0	0
MSZ 4798-1 szerinti környezeti osztály	XV 3(H)	XV 3(H)	XV 3(H)	XV 3(H)
Kopásállóság				
nedves térfogatveszteség [cm ³]	12,8	12,47	12,25	10,78
száraz térfogatveszteség [cm ³]	3,19	2,77	2,35	2,35
MÉASZ ME-04.19 szerint értékelve	k 10/15	k 10/15	k 10/15	k 8/12
MSZ 4798-1 szerinti környezeti osztály	XK 4(H)	XK 4(H)	XK 4(H)	XK 4(H)

Laboratóriumi kísérletek

■ Vizsgálati eredmények:

Vizsgált paraméterek	Keverék jele			
	A	B	C	D
Vizsgálati eredmények				
Fagyállóság (150 ciklus, 3 % NaCl oldatban)				
tömegveszteség [%]	0,1	0,1	0,1	0,1
szilárdságcsökkenés [%]	11,1	4,3	6,0	4,7
szilárdság vizsgálatkori kor [nap]	160	154	152	138
etalon [N/mm ²]	79,7	104,4	92,6	100,6
fagyasztott, [N/mm ²]	70,8	99,9	87,0	95,8
Fagy- és olvasztósó-állóság				
tömegveszteség átlag [g/m ²]	1094,4	90,1	115,6	84,1
legnagyobb egyedi érték [g/m ²]	1229,12	118,54	179,46	118,6
MSZ 4798-1 szerinti környezeti osztály	-	XF4	XF4	XF4
Klorid-ionok behatolásával szembeni ellenálló képesség				
áthatolt töltés [Cb]	1644, 1908, 1449	172, 179, 187	261, 165, 186	182, 188, 232
osztályba sorolás	III. csekély	II. nagyon kevés	II. nagyon kevés	II. nagyon kevés

Laboratóriumi kísérletek

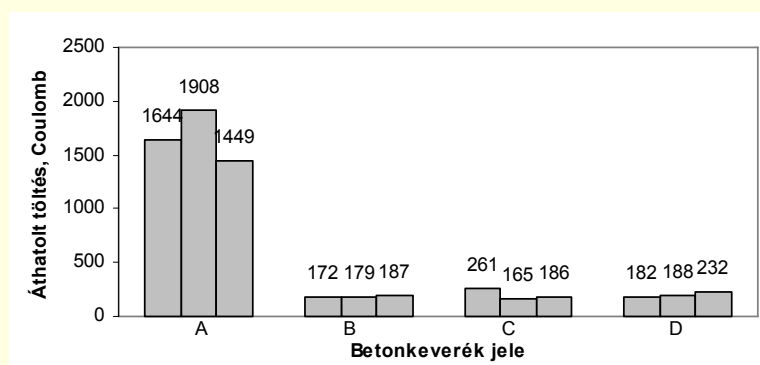
■ Vizsgálati eredmények értékelése:

A normál betonhoz képest az NT betonok

- vízzárósága és kopásállósága jobb,
- fagyállósága, fagy- és olvasztósó-állósága valamint a klorid-ionok behatolásával szembeni ellenálló képessége lényegesen jobb.

Laboratóriumi kísérletek

■ A beton klorid-ion behatolással szembeni ellenálló képessége:



Laboratóriumi kísérletek

- A CEM II/A-S 42,5 N kohósalak portlandcementtel készült NT beton vízzárósága, fagyállósága, fagy- és olvasztósó-állósága, klorid-ionok behatolásával szembeni ellenálló képessége ugyanolyan jó, mint a CEM I 42,5 N portlandcementtel készült betonkeveréké.

Keverőtelepi próbakeverések

- Betonkeverők korszerűsítése:
 - a számítógép vezérlő algoritmusainak (adagolási sorrend, mérlegek ürítési időzítése, víz többlepcsős adagolása) fejlesztése
 - a szilika-szuszpenzió adagolásának megoldása
 - automatikus nedvességmérő beépítése

Keverőtelepi próbakeverések

■ Vizsgálatok:

- adalékanyagok szemeloszlása, nedvességtartalma
- adagolási pontosság ellenőrzése, keverési idő mérése
- a levegő és a friss beton hőmérsékletének mérése
- a friss beton konzisztenciájának, testsűrűségének, víztartalmának mérése
- a beton nyomószilárdságának, vízzáróságának, fagyállóságának, kopásállóságának, fagy- és olvasztósó-állóságának és klorid-ion behatolással szembeni ellenálló képességének vizsgálata

A vizsgálati eredmények az elvárásoknak megfeleltek.

Próbabeépítések

- A keverési idő és a keverőgépek ciklusidejének meghatározása
- A betonkeverék egyenletességének vizsgálata
- A betonkeverék eltarthatóságának vizsgálata
- A beton szállíthatósága mixer gépkocsival
- A beton szivattyúzhatóságának vizsgálata
- A beton tömöríthetőségének vizsgálata
- Az egyenletes betonfelület kialakítása

Próbabeépítések

Felületképzés TREMIX SVE típusú vibrációs lehúzógerendával



Próbabeépítések

- A betonfelület érdesítésének módja
A beton felületének érdesítése seprűvel



Próbabeépítések

A beton felületének érdesítése műfüves hengerrel



Az S65 számú aluljáró megépítése

■ A beton összetétele:

Megnevezés	Tömeg%	Térfogat%	Térfogat [dm ³]	Tömeg [kg]
OH 0/4	39	40	278	735
UKZ 5/12	19	18	125	357
OK 8/16	41	42	292	772
Adalékanyag összesen:			696	1864
Cement CEM II/A-S 42,5 N			136	420
Szilika szuszpenzió	6		36	50
Víz			115	115
Adalékszer				
Folyósító	1,7		6,4	7,1
Kötéskésleltető	0,3		1,1	1,3
Levegő			10	
Összesen			1000	2457
Víz-cement tényező		0,35		

Az S65 számú aluljáró megépítése

■ Vizsgálati eredmények:

Mintavétel ideje	Beton kora	Nyomószilárdság [N/mm ²]		Testsűrűség töréskor [kg/m ³]
		egyedi	átlag	
2005.10.11. betonozás kezdetén	48 óra	35,3	37,1	2403
2005.10.11. betonozás közepén		37,6		
2005.10.12. betonozás végén		38,4		
2005.10.11. betonozás kezdetén	60 óra	41,8	42,1	2415
2005.10.11. betonozás közepén		42,3		
2005.10.12. betonozás végén		42,3		
2005.10.11. betonozás kezdetén	72 óra	50,1	48,6	2419
2005.10.11. betonozás közepén		47,2		
2005.10.12. betonozás végén		48,6		
2005.10.12.	5 nap	61,7	61,7	2433
2005.10.12.	7 nap	64,6	64,6	2426
2005.10.12.	14 nap	80,1	80,1	2400
2005.10.12.	90 nap	114,8	114,8	2433

Az S65 számú aluljáró megépítése

■ A beton 28 napos nyomószilárdságának értékelése:

- az ÚT 2-3.414:2004 IV. M5 2. 2 pontja szerint: a beton **C 55/67**
- Az MSZ 4798-1:2004 14. táblázat szerint: a beton **C 60/75**

Sorozat	Nyomószilárdság [N/mm ²]	Testsűrűség töréskor [kg/m ³]
1.	84,97	2421
2.	82,77	2396
3.	81,46	2409
4.	78,74	2390
5.	76,52	2369
6.	89,41	2439
7.	90,90	2456
8.	85,51	2440
9.	87,49	2458
10	85,00	2463
Átlag	84,3	2424

Az S65 aluljáró megépítése

- **Vízzáróság:** megfelel az XV3(H) követelményeinek
a legnagyobb vízbehatolás mélysége: 7 mm
- **Fagyállóság:** megfelel az XF4 követelményeinek
nyomószilárdság csökkenés: 0,93%, tömegveszteség: 0,07%
- **Fagy- és olvasztósó állóság:** megfelel az XF4
tömegveszteség átlagértéke: 243,7 g/m²,
a legnagyobb egyedi érték: 254,4 g/m²
- **Klorid-ionok behatolásával szembeni ellenálló
képesség:** II. kategória „nagyon kevés”
a legnagyobb áthatolt töltésmennyiség: 332,6 Coulomb
- **Kopásállóság:** megfelel az XK4(H) követelményeinek
térfogatveszteség (mm³): 2341 (száraz), 2095 (nedves koptatás)