

NSZ/NT beton és hídépítési alkalmazása

Farkas Gy.-Huszár Zs.-Kovács T.-Szalai K.

„R” forgalmi terhelésű utak

- megnövekedett forgalmi terhelés
- fokozott tartóssági igény
- fenntartási idő és költségek csökkentése

Pályaszerkezeti kopóréteg

- nagy modulusú aszfalt, vagy
- nagy kopásállóságú beton

Hídszerkezet

- fokozott erőtani és tartóssági követelmények
- NSZ/NT beton felszerkezet
- fenntartási költségek csökkenése





Tartós hídszerkezetek betonból

- EN206 alkalmazása

$$f_{ci} \geq f_{ck} - 4; f_{cm} \geq f_{ck} + 4$$

$$\text{kopásállóság: } f_{ck} \geq C45/55$$

$$\text{só- és fagyállóság: } f_{ck} \geq C35/45$$

klorid-hatás: 55 mm betonfedés

- C60/75 és e fölötti betonokhoz

MSZ EN 1992-1-1 szerinti tervezés

Tanszéki kutatások

OTKA (1993-1997):

HSC/HPC betonok jellemzői

ÁKMI (2002-2003):

Tartós hídszerkezetek HSC betonból

NA Rt. (2003):

- Szigetelés nélküli híd-felszerkezethez
 - Alkalmazási Engedély
 - Műszaki Szállítási Feltételek

A kutatás célja:

- NSZ - NT betonok hazai hídépítési alkalmazása
- hazai vállalatok EU szintű versenyképessége

A kutatási feladat

Betonkeverék kifejlesztése

- megfelelő (minimum: C50/60) szilárdság
- külön szigetelést nem igényelő vízzáróság
- megfelelő fagy- és só-állóság
- az acélbetétek korróziómentessége
- hídgerendák készítése és törési vizsgálata
- tervezési eljárás kidolgozása

Közreműködők:

- Ferrobeton Rt. (Dubróvszky Gábor)
- TBG Basa utcai üzeme
- BME Építőanyagok és Mérnökgeológiai Tanszék Laboratóriuma (Dr. Balázs L. György)
- Kemokorr Kft. Laboratóriuma (Dr. Turner Tiborné)
- Spránitz Ferenc, Dr. Farkas János okl. szakmérnökök

NSZ - NT betonszerkezet

Nagyszilárdságú (NSZ) beton ($f_c = 60-120 \text{ N/mm}^2$)

- csökkent keresztmetszeti méretek
- kisebb önsúly
- tömörebb beton

Nagyteljesítőképességű (NT) beton

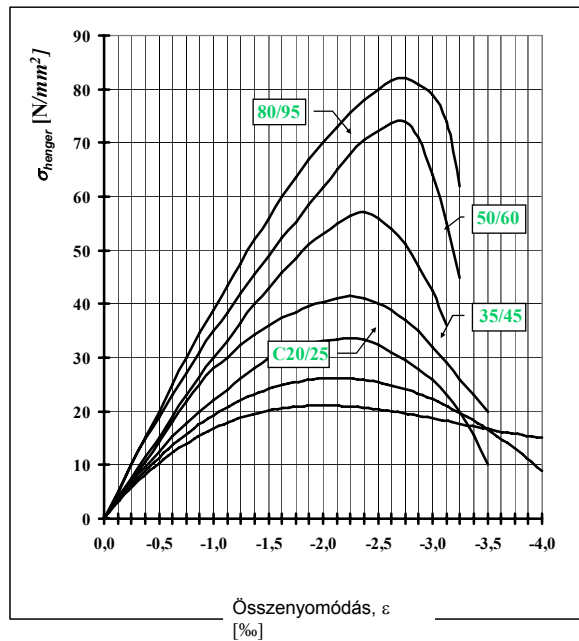
- növelt időállóság és tartósság:
 - korrózióvédelem
 - só-állóság
 - fagyállóság
 - kopásállóság
 - vízzáróság

NSZ - NT betonkeverék

A betonkeverék összetevői:

- cement (CEM I 42,5; 32,5)
- adalékanyag
(HK, „A” szemeloszlási görbe,
 $d_{\max} \leq 16 - 22 \text{ (mm)}$)
- víz/cement tényező (0,25-0,30-0,35)
- finom adalékok (szilikapor, pernye),
- adalékszer (képlékenyítő-,
kötéskésleltető szer, stb)

beton $\sigma - \epsilon$ ábra



A beton permeabilitása

Víz/cement tényező	O_2 D [m^2/s]	Cl^- D [m^2/s]
0,50 - 0,60	$21 \cdot 10^{-8}$	$500 \cdot 10^{-14}$
0,35 - 0,40	$5 \cdot 10^{-8}$	$100 \cdot 10^{-14}$
0,25 - 0,30	$2,1 \cdot 10^{-8}$	$1,2 \cdot 10^{-14}$

szilikapor

Anyagok	Fizikai jellemzők		Kémiai jellemzők
	Fajlagos felület (m ² /kg)	Sűrűség (kg/m ³)	
portlandcement	300-400	1300	SiO ₂ ; Fe ₂ O ₃ ; Al ₂ O ₃ ; CaO; MgO; K ₂ O; N ₂ O
pernye	400-700	1000	
szilikapor	15000 - 20000	200-300	

A tervezett betonkeverékek főbb adatai

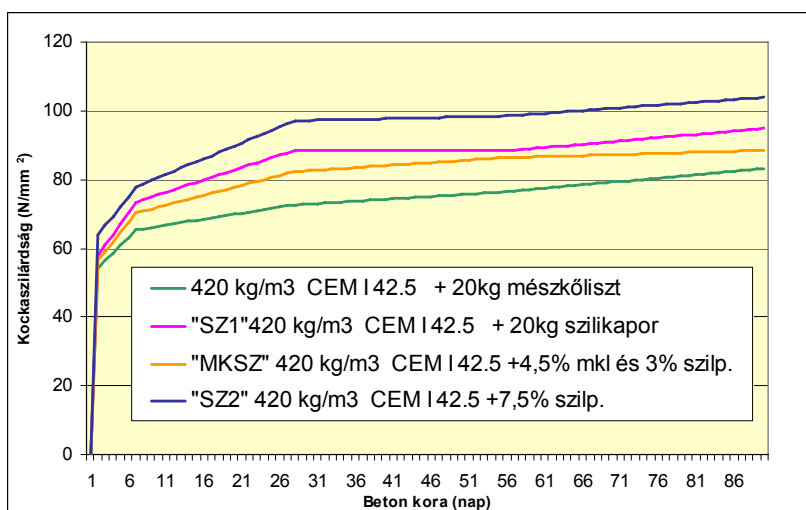
Beton jele	Jel	Cement (kg/m ³)	v/c	Adaléksze- r (%)	Mész- kőliszt (%)	Szilika- por (%)
C50/60	„A”	440,6 52,5	0,284	Glén. 51 1,15	--	--
C60/75	„B”	409,4 52,5	0,282	Glén.51 2,0	--	15
C70/85	„C”	450 52,5	0,264	Glén.51 2,0	--	10
C60/75	„MK”	420 42,5	0,28	FM95 2,5	4,5	--
C60/75	„SZ1”	420 42,5	0,28	FM95 2,5	--	4,5
C60/75	„MKSZ”	420 42,5	0,28	FM95 2,5	4,5	3,0
C60/75	„SZ2”	420 42,5	0,28	FM95 2,5	--	7,5

Nyomó-, hasító-húzószil. törési adatok

Próba keverék	f_c [N/mm ²]			f_t [N/mm ²]	$f_{c,28}/f_{t,28}$
	2	7	28	28 nap	
A jel (0% - 0)	59,6	66,5	75,2	6,19	12,2
B jel (15% - 0)	58,2	68,7	81,9	6,63	12,4
C jel (10% - 0)	60,9	77,8	82,5	7,42	11,1
MK jel (0 - 4,5%)	55,3	60,2	72,6	6,99	10,4
SZ1 jel (4,5% - 0)	56,8	70,6	85,7	7,77	11,0
MKSZ jel (3,0 4,5%)	53,4	64,1	81,7	6,50	12,6
SZ2 jel (7,5% - 0%)	64,0	73,9	98,6	7,12	13,9

A nyomószilárdságok alakulása

(közreműködő: Tóth Tibor Beton technológiai Centrum Kft.)



Kísérleti feszített vasbeton hídgerenda

Ferrobeton Rt. (Közreműködő: Dubróvszky Gábor)

C90/105 beton összetétele

Anyag megnevezése	[kg/m ³]	[kg]
1./ Cement: CEM 42,5	1300	420
2./ Szilikapor (7,5%)	200-300	32
3./ Víz (v/c=0,25)	1 000	104
4./ Adalékanyag D _{max} =16 mm, m ₀ = 6,24 OH 0/4 homok 38 % OK 4/8 kavics 15 % Zúzalék 16/22 47 %	2 640	1 920
5./ mészkőliszt (0 %)	2 710	0
6./ Adalékszer: FM95 (3%)	1 200	12,6
Frissbeton testsűrűség [kg/m ³]	2 489	

C50/60 - C90/105 nyomószilárdsági adatok

Tervezett érték	Nyomószilárdság, [N/mm ²]		
	2 napos	7 napos	28 napos
C50/60			
átlagos érték	60,7	60,8	63,85
karakterisztikus érték (f _{ck} = f _{cm} -4)			59,85
C90/105			
átlagos érték	72,6	85,7	112,38
karakterisztikus érték (f _{ck} = f _{cm} -4)			108,38

Egyéb vizsgálati adatok

Tervezett keverék	28 napos hasító- húzószilárdság [N/mm ²]
C50/60	
átlagos érték	4,92
karakterisztikus érték	$f_{tk} = f_m - 0,5 = 4,42$
C90/105	
átlagos érték	6,28
karakterisztikus érték	$f_{tk} = f_m - 0,5 = 5,78$

Zsugorodás: C50/60: 0,193 ‰ ; C90/105: 0,173 ‰

Vízzáróság: C50/60: 10-11 mm ; C90/105: 8-12 mm

Kloridion behatolás: nem mérhető

Fagyállóság: tömegvesztesség; szilárdságvesztesség

C50/60 : 0,09% 1,69 %

C90/105: 0,09% 1,77 %

Törési vizsgálatok



Törési vizsgálatok



Törési vizsgálatok



NSZ/NT betonok alkalmazása esetén

- terhek és hatások az Eurocode szerint
- szerkesztési szabályok a környezeti osztály függvényében
- erőtani követelmények teljesülésének igazolása az MSZ EN -en alapuló Műszaki Szállítási Feltételek alapján
- a beton ridegebb viselkedésével kell számolni
- anyagoldali parciális tényezők csökkenthetősége

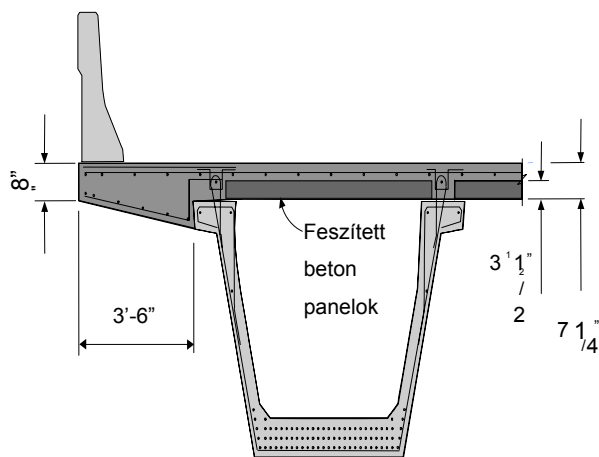
Összehasonlító adatok

Összehasonlítási esetek	EC	KH	EC szerinti többlet (%)
σ_c – feszítéskor a beton nyomási feszültsége (N/mm ²)	30,10	27,85	8,08
σ_c – kiemeléskori beton-nyomási feszültség (N/mm ²)	34,30	28,91	18,64
σ_c – beépítéskor a beton-nyomási feszültség (N/mm ²)	32,20	21,57	49,28
M_{Ed} ; M_M – hajlítási igénybevétel (kNm)	10678	9490	12,52
V_{Ed} ; T_M – a nyírási teherbírás (kN)	1209	1004	20,42
$y^{(-)}$ – felhajlás állandó teherre (mm)	88	46	91,30
$y^{(+)}$ – lehajlás mezőben (mm)	61	12	408,33

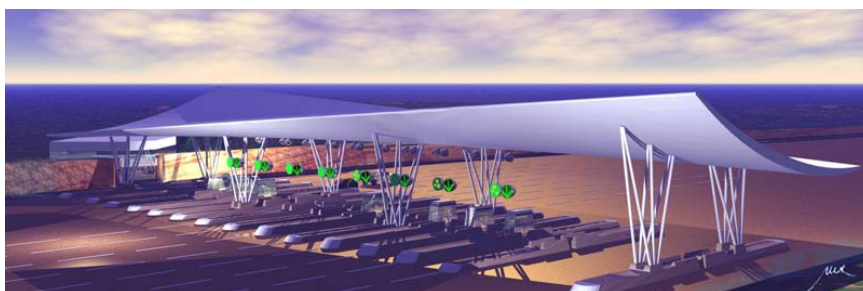
USA Louetta út feletti híd



USA Texas állam (1998)



Millau-i autópálya kapuhíd



VHPC betonból híd Tokióban

