

Feszítés a hídépítésben

Mészöly Tamás

Konzulens: Dr. Farkas György

2010. május 14.

Feszítési eljárások

- Előfeszítés
- Utófeszítés

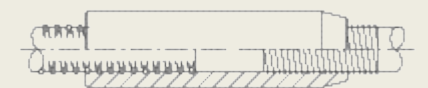
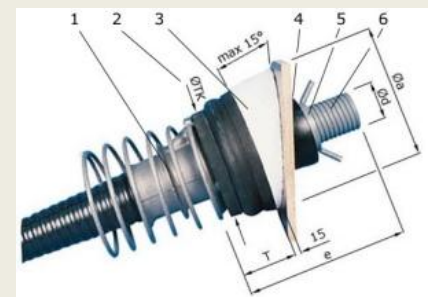
- Tapadásos
- Csúszókábeles

- Szerkezeten kívüli kábelvezetés (szabadkábeles)
- Szerkezeten belüli kábelvezetés

Termékek

Különböző cégek:

- Dywidag-System International (DSI)
- Freyssinet Group
- Vorspann System Losinger (VSL)
- Vorspann Technik (VT)
- ...
- feszítőhuzal
- feszítőpászma
- feszítőkábel
- feszítőrúd



Előfeszítés

Előnyei:

- zsaluzat- és állványmegtakarítás
- megbízhatóbb üzemi gyártás
- feszítőbetétek korrózióvédelme

Hátrányai:

- szállítás és szerelés
- vonalvezetés ált. nem optimális
- túlfeszítés veszélye

Utófeszítés

Előnyei:

- adott teherre optimális vonalvezetés
- nagy feszítőerő fejthető ki

Hátrányai:

- bonyolult lehorgonyzás
- megszilárdult betonon lehet csak
- korrózióvédelem (injektálás, zsírozott k.)
- zsámozás, állványozás

Tapadásos kábelek

Előnyei:

- helyi hatásokra jól dolgozik (határszilárdságig terhelhető, repedések kisebb tágasságúak)
- esetleges szakadás nem végzetes (rendkívüli hatások, pl. tűz, ütközés stb.)

Hátrányai:

- utólagosan tapadásossá tett kábeleknél bizonytalanságok
- súrlódás miatti korlátozott hossz

Csúszókábelek

Előnyei:

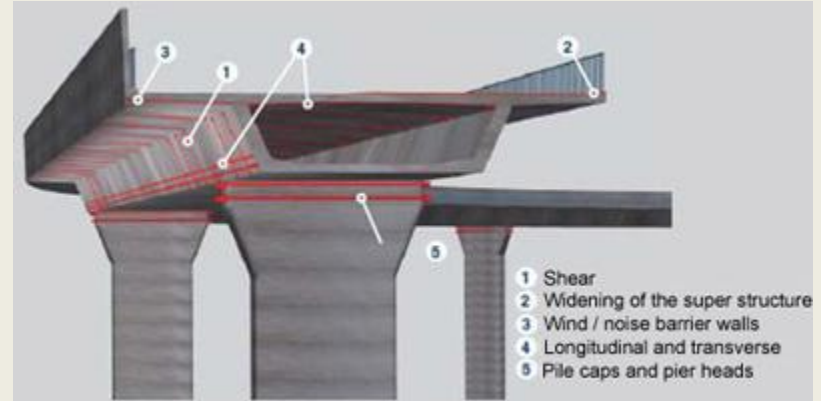
- korrózióvédelem
- nem szükséges a szerkezeti vastagságon belül vezetni

Hátrányai:

- nem lehet határszilárdságig kihasználni
- féloldalas terhelésre nem működik
- esetleges szakadás a teljes kábelt érinti

Mit és miért feszítünk?

- pályaszerkezet
 - hosszirányban
 - keresztirányban
- pilon
- földrengésre
- erőbevezetések, nyílások környezete
- merevítő diafragmák, gerinc nyírásra
- ...



Mit és miért feszítünk?

- ferde kábelek
- függőleges emelés
- építési folyamathoz



Mit és miért feszítünk?



Építési módszer

Alapvető szerepe van

- állványon betonozott
- segédjármos
- mozgatott
 - betolt (hossz- vagy keresztirányban)
 - beemelt
 - beforgatott
- szabadon betonozott
- szabadon szerelt

Időbeli viselkedés

Legalább a következő állapotokat kell vizsgálni:

- feszítőerő ráengedése
- tárolási, szállítási, szerelési átmeneti állapotok
- végleges állapot:
 - forgalomba helyezés
 - élettartam végén

Időbeli viselkedés

Feszültségvesztések

- ékcsúszás
- hőérlelés
- súrlódás
- rugalmas alakváltozás
- beton zsugorodása
- beton kúszása
- feszítőpászma relaxációja



Időbeli viselkedés

Beton zsugorodásából:

$$\Delta\sigma_s = E_p \varepsilon_{cs}(t - t_0)$$

$$\varepsilon_{cs}(t) = \varepsilon_{ca}(t) + \varepsilon_{cd}(t)$$

$$\varepsilon_{ca}(t) = \left(1 - e^{-0,2t^{0,5}}\right) \cdot \left(2,5 \cdot 10^{-6} \left(f_{ck} \left[N/mm^2\right] - 10\right)\right)$$

$$\varepsilon_{cd}(t) = \frac{t - t_s}{t - t_s + 0,04\sqrt{h_0^3}} \cdot k_h(h_0) \cdot 0,85 \cdot 10^{-6} \left[\left(220 + 110 \alpha_{ds1}\right) e^{-\alpha_{ds2} \frac{f_{cm} \left[N/mm^2\right]}{10}} \right] \cdot 1,55 \left[1 - \left(\frac{RH}{100}\right)^3 \right]$$

Időbeli viselkedés

Beton kúszásából:

$$\Delta\sigma_c = E_p \varphi(t, t_0) \varepsilon_{c0}$$

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_0 \cdot \beta_c(t, t_0)$$

$$\varphi_0 = \left[1 + \frac{1 - \frac{RH}{100}}{0,1 \sqrt[3]{h_0}} \cdot \left(\frac{35}{f_{cm}} \right)^{0,7} \right] \left(\frac{35}{f_{cm}} \right)^{0,2} \cdot \frac{16,8}{\sqrt{f_{cm}}} \cdot \frac{1}{0,1 + t_0^{0,2}}$$
$$\beta_c(t, t_0) = \left[\frac{t - t_0}{t - t_0 + 1,5 \left[1 + (0,012 \cdot RH)^{18} \right] h_0 + 250 \left(\frac{35}{f_{cm}} \right)^{0,5}} \right]^{0,3}$$

Időbeli viselkedés

Feszítőacél relaxációjából:

$$\Delta\sigma_r = 0,66 \cdot 10^{-5} \cdot \sigma_{p0} \cdot \rho_{1000} \cdot e^{9,1 \cdot \frac{\sigma_{p0}}{f_{pk}}} \cdot \left(\frac{t}{1000}\right)^{0,75 \left(1 - \frac{\sigma_{p0}}{f_{pk}}\right)}$$

Kúszás, zsugorodás és relaxáció együtt:

$$\Delta P_{c+s+r}(x,t) = A_p \Delta\sigma_{c+s+r}(x,t) = \frac{E_p \varepsilon_{cs}(t) + 0,8 \Delta\sigma_{pr} + \frac{E_p}{E_{cm}} \varphi(t,t_0) \sigma_{c,QP}}{1 + \frac{E_p}{E_{cm}} \frac{A_p}{A_c} \left(1 + \frac{A_c}{I_c} z_{cp}^2\right) [1 + 0,8 \varphi(t,t_0)]}$$

Időbeli viselkedés

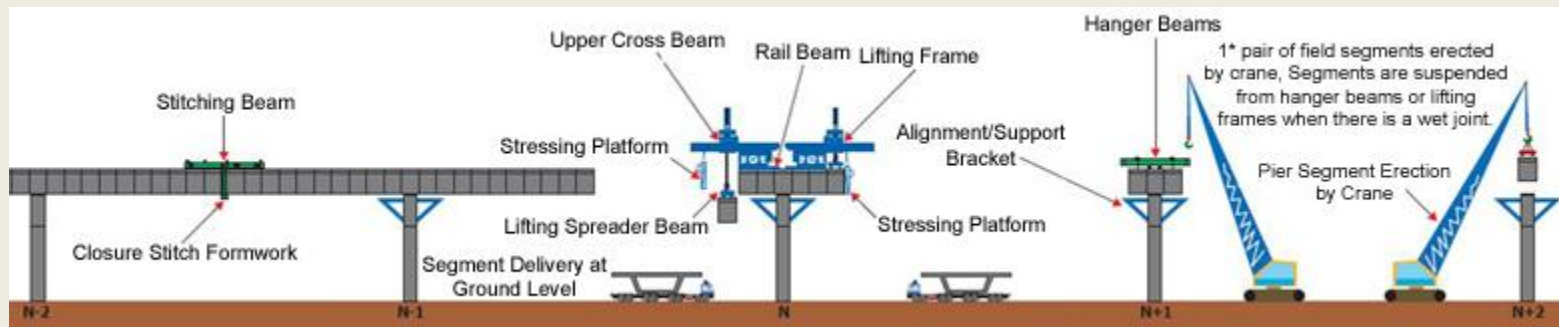
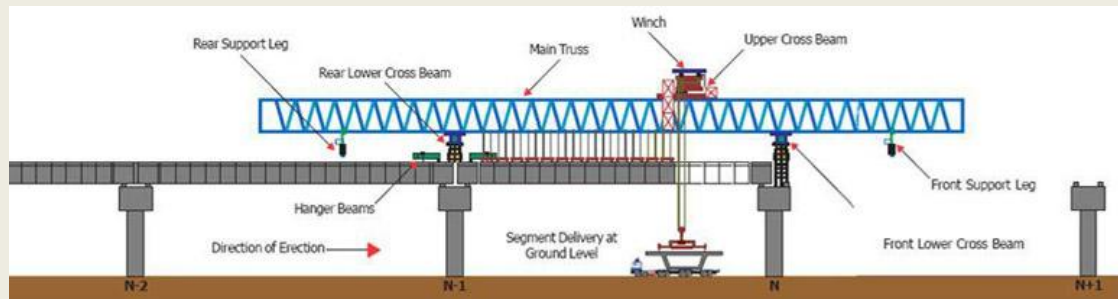
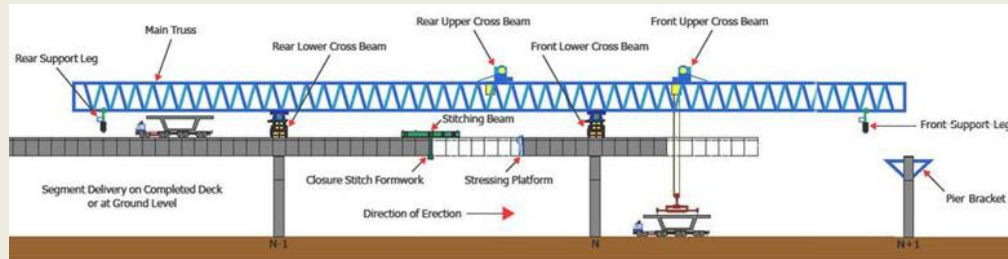
Igénybevételek

- átrendeződés
- növekedés

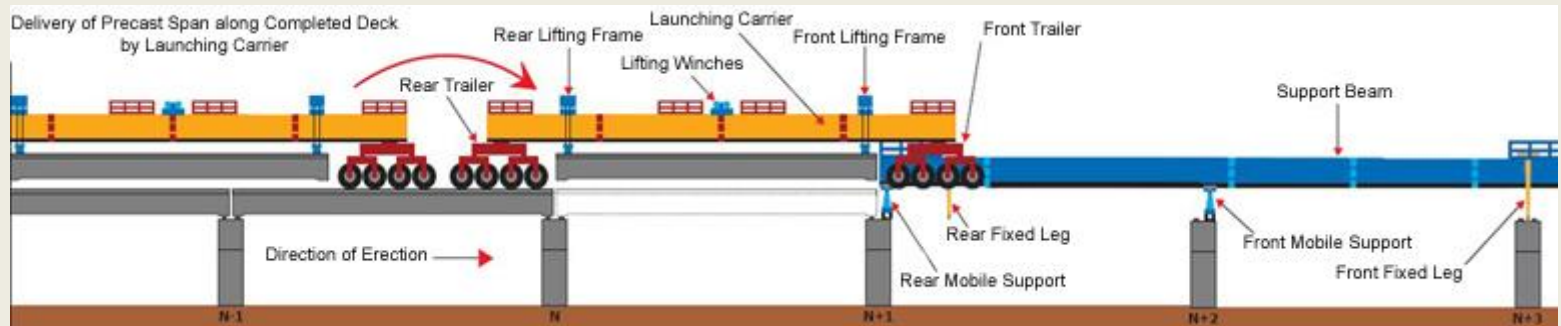
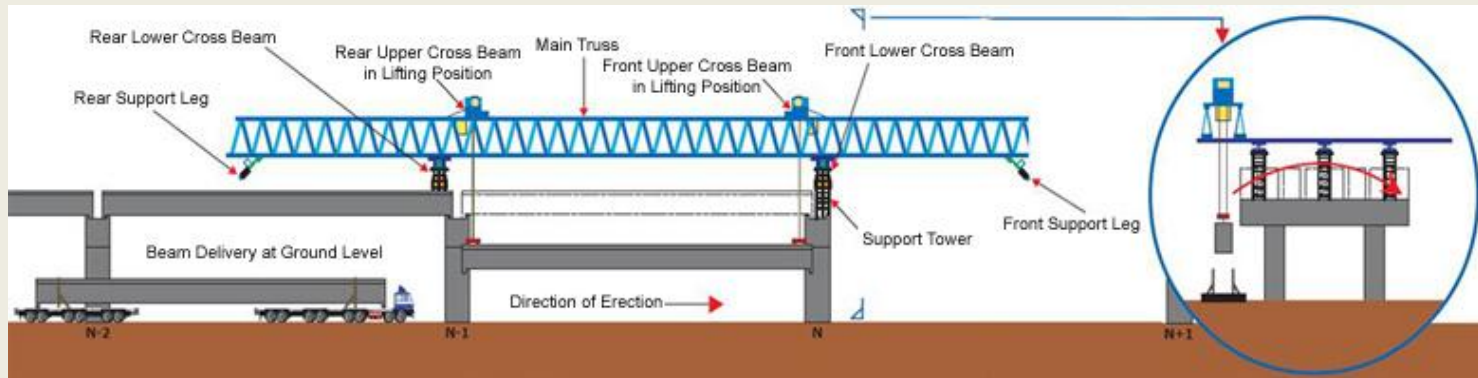
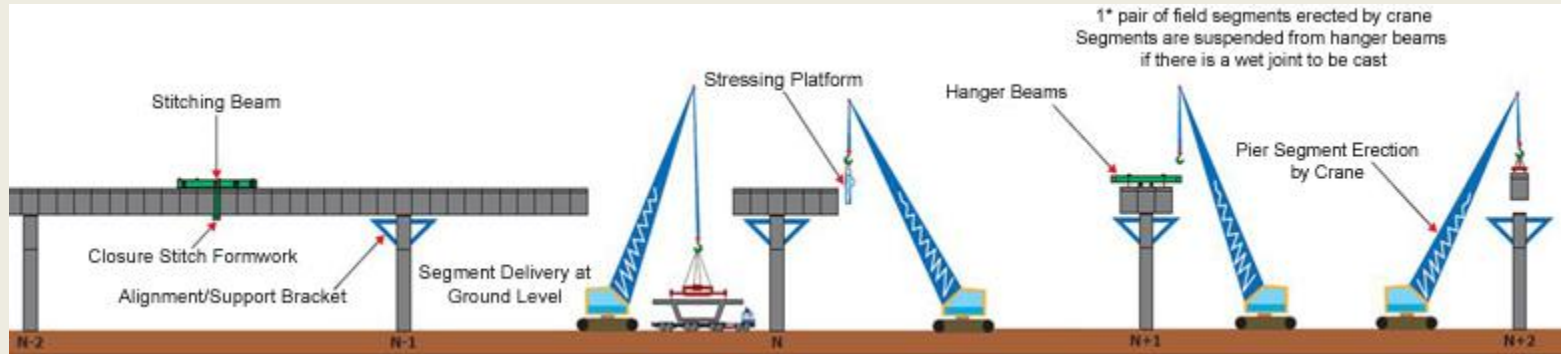
Alakváltozás

- változó, nehezen számolható
- belőle többletigénybevételek (pl. konzolos építési módnál a zárást mikor és hogyan végzik)

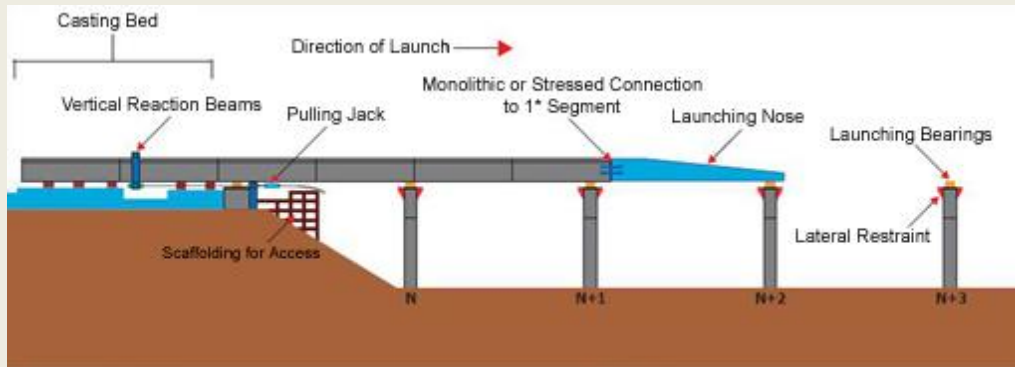
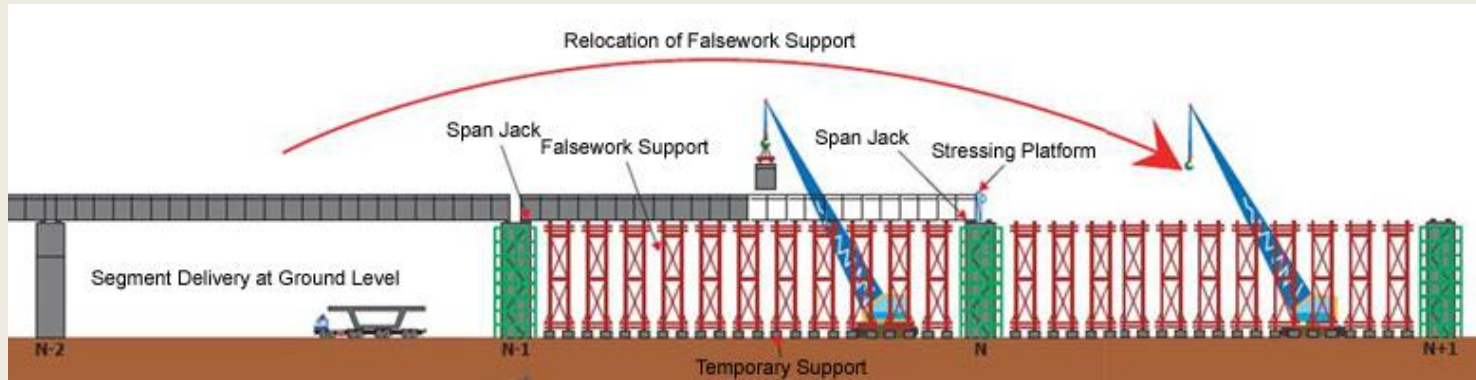
Építési módszer



Építési módszer

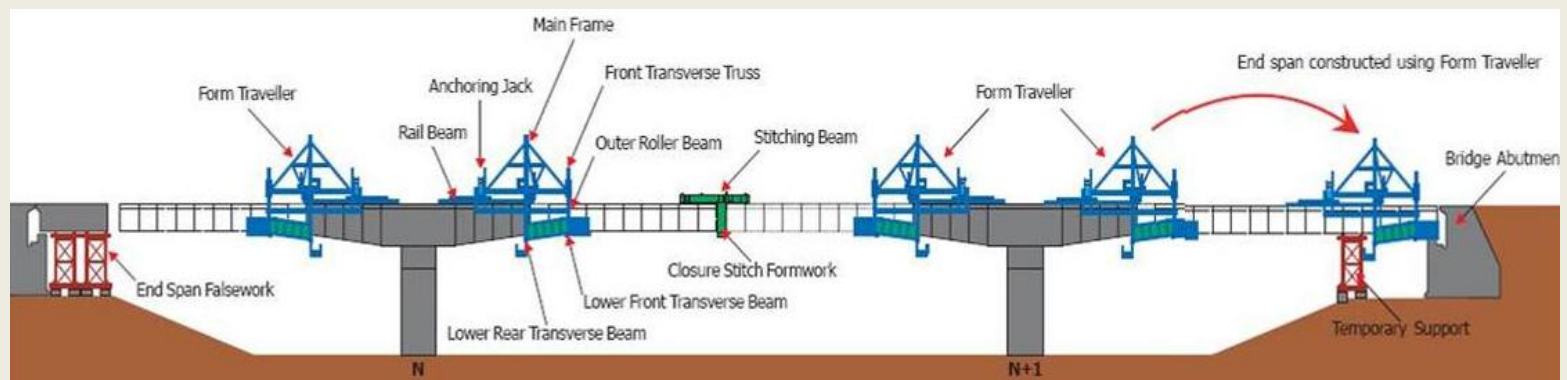


Építési módszer



TYPICAL CONSTRUCTION SEQUENCE

- 1 Cast segment (A), install launching nose, install pulling units
- 2 Pull segment (A) forward using pulling jacks attached to reaction beam
- 3 Construct segment (B), repeat stage 2 and 3 for remaining segments



Kombinált feszítés

Előny:

- igénybevételeknek megfelelő feszítés
- feszítés mértéke csökkenthető
- kevesebb állványzat, zsaluzat
- előregyártott elemek és a helyszíni beton együttdolgoztatása

Hátrány:

- gondosabb, számításigényesebb tervezés
- utófeszítő berendezés, szállítás, szerelés stb.

Feszített-függesztett hidak

Átmeneti szerkezet:

- függőhíd
- feszített gerendahíd

Jellemző építési technológia: konzolos

- szabadon szerelt
- szabadon betonozott

Feszített-függesztett hidak

Általában megtalálható:

- szerkezeten belüli tapadásos kábelek
 - szerkezeten kívüli csúszókábelek: ferde
 - szerkezeten belüli csúszókábelek: végleges és átmeneti állapotokhoz is
-
- elő- és utófeszítés
 - tapadó- és csúszókábelek
 - szerkezeten belüli és kívüli kábelek

Feszített-függesztett hidak

Előny:

- ferde kábelek fáradásra kevésbé érzékenyek
- gerendahídnál esztétikusabb
- ferdekábeles hídnál gazdaságosabb a köztes nyílásméreteknél

Mo-i alkalmazás:

- Korongi híd
- M43-as Tisza-híd (Móra Ferenc híd)

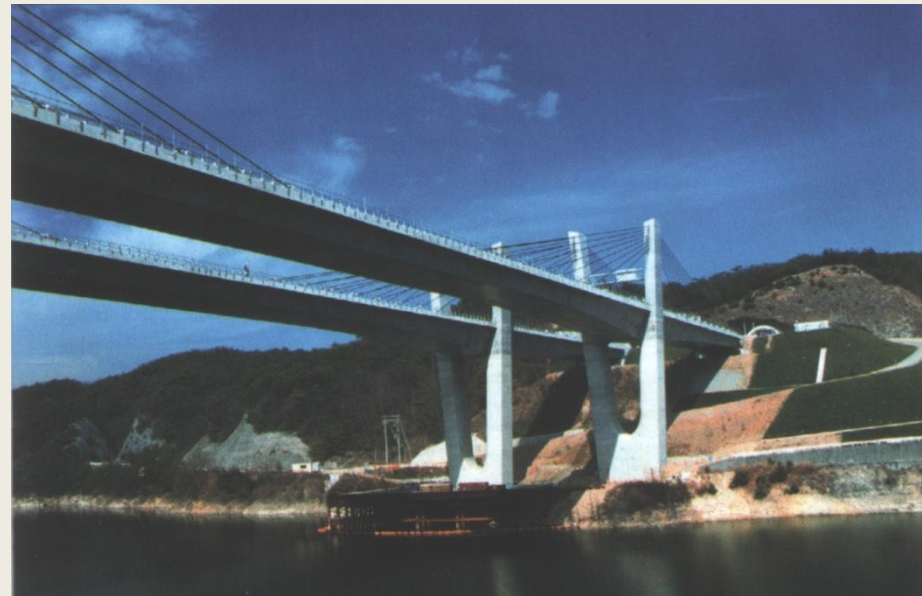
Feszített-függesztett hidak



Feszített-függesztett hidak



Feszített-függesztett hidak



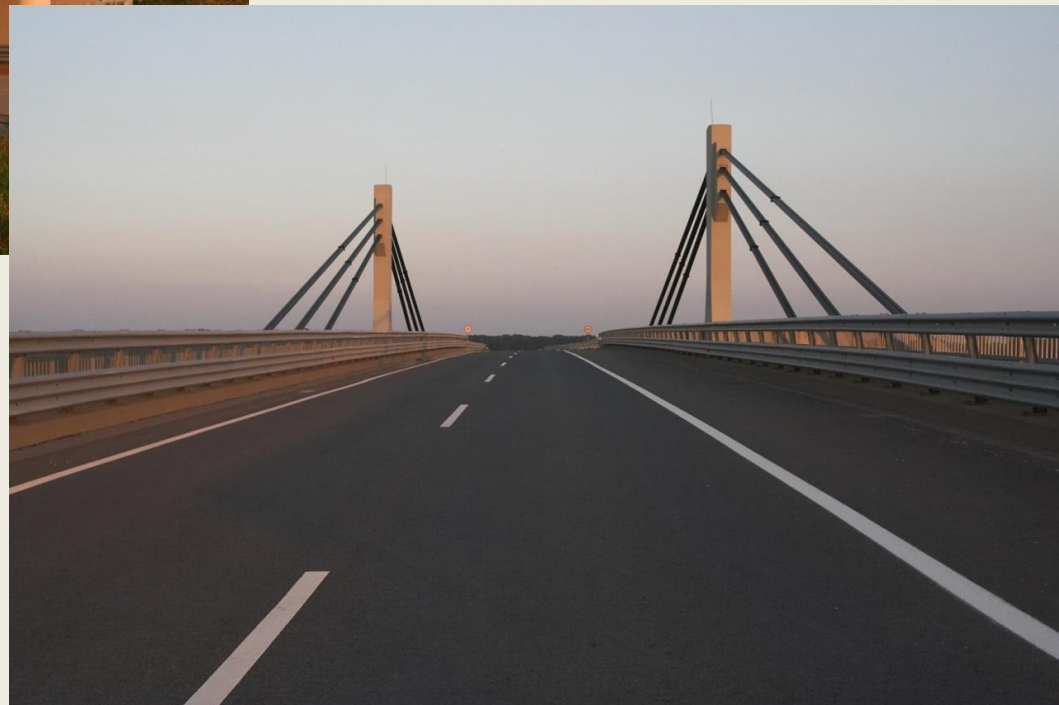
Feszített-függesztett hidak



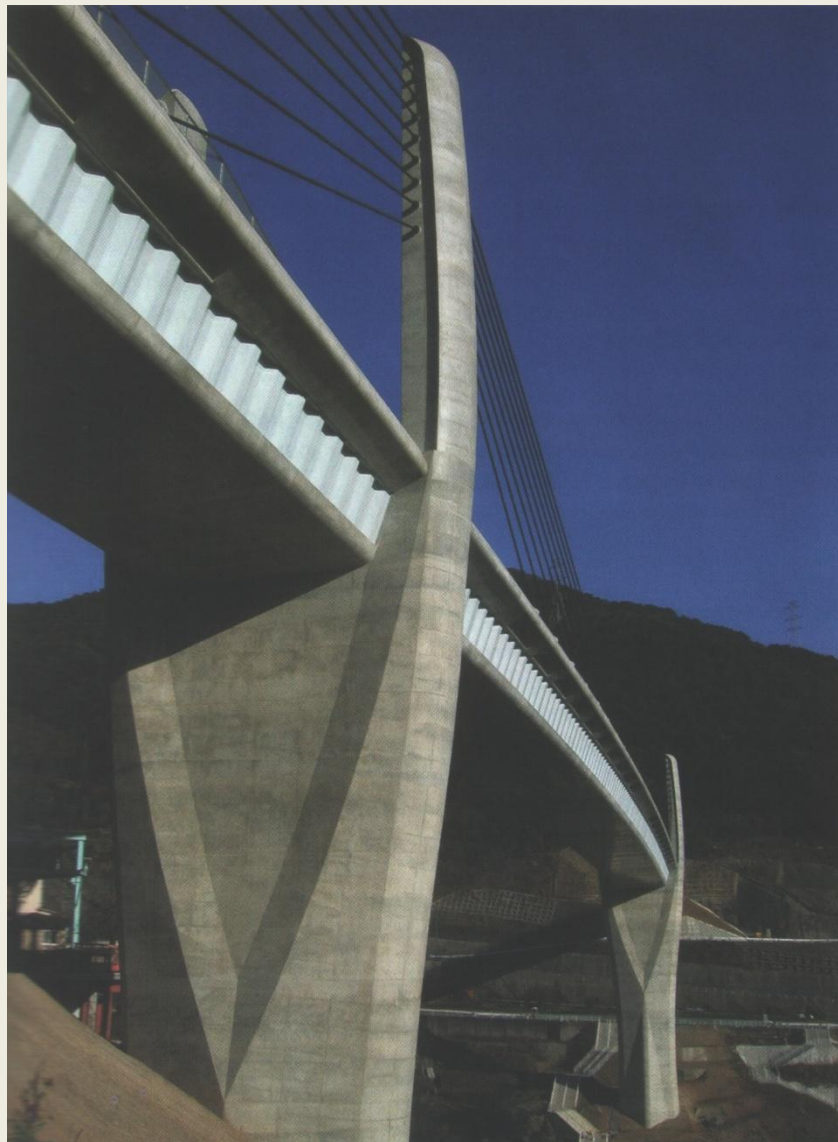
Feszített-függesztett hidak



Feszített-függesztett hidak



Feszített-függesztett hidak



Feszített-függesztett hidak



Jövő

Anyag oldaláról

- nagyszilárdságú és nagy teljesítőképességű betonok elterjedése
- nagyszilárdságú betonacélok

Technológia oldaláról

- különböző feszítési technológiák ötvözése, előnyeinek kihasználására, hátrányaik csökkentésére

Jövő

- Csökkenő keresztmetszetek
- Növekvő karcsúság és az ezzel járó stabilitási problémák előtérbe kerülése
- Új típusú öszvérszerkezetek elterjedése:
 - acél trapézlemez
 - acél merevítő diafragmák

Források és licencek

- <http://www.dywidag-systems.com/> © DYWIDAG-Systems International (DSI)
- Dr. Farkas György: Hajdú-Bihar Megyei Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Szakcsoportja – Továbbképzés; előadásfóliák
- <http://www.vsl.com/> © Vorspann System Losinger (VSL)
- Építési napló, Kőröshegyi völgyhíd © Hídépítő Zrt.
- <http://www.zimmermann-consult.at/> zimmermann consult ZT gmbh
- Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése; 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok; MSZ EN 1992-1-1:2008; © MSZT
- Mészöly Tamás: Diplomamunka – Extradosed közúti híd tervezése
- <http://structurae.de/> Saint-Rémy-de-Maurienne, fénykép: © Jacques Mossot
- <http://structurae.de/> Deba River Bridge, fénykép: © José Antonio Llombart
- [Golden Ears Bridge](#), cc-by: [sashafatcat](#)
- <http://www.nif.hu/> © Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt.