

Előregyártott betonpillérek statikai számolása és méretezése szeizmikus zónákban

Static Calculation and Design of Precast Concrete Columns in Seismic Regions

Calculul și proiectarea stâlpilor din beton prefabricat în zone seismice

Ing. M.Sc. SÁNDOR Gábor, Álmos¹, Prof. Dr. Ing. KISS Zoltán²

Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki kar, Struktúrák tanszék, Kolozsvár,

¹G. Barițiu u. 25, 400027, tel. +40 720 536 977, gabor.sandor@dst.utcluj.ro

²G. Barițiu u. 25, 400027, tel. +40 264 401 252, zoltan.kiss@dst.utcluj.ro

ABSTRACT

The present paper presents the design process of a precast concrete industrial hall located in a seismic region, mainly focusing on the design of the columns, comparing an exact 3D statics model which respects all the aspects of the Eurocode 8 norm, to a simplified manual method. Identical geometric aspects and loads were considered in both cases of calculus in order to minimize the differences between the final results.

ÖSSZEFOGLALÓ

Jelen dolgozat bemutatja egy szeizmikus zónában elhelyezkedő földszintes előregyártott betoncsarnokok tervezési folyamatát, a pillérek méretezésére összpontosítva, összehasonlítván egy pontos 3D-s statikai számolás eredményeit, (amelyek összhangban állnak az Eurocode 8-al), egy egyszerűsített kézi számolással. Mindkét számolás esetében azonos geometriai tényezők és azonos értékű terheléseket vettünk figyelembe, annak érdekében, hogy az eltérések minimálisak legyenek.

Kulcsszavak: Előregyártott vasbeton, Szeizmikus zóna, Eurocode 8, Pillér méretezés, Kézi számolás

BEVEZETŐ

A előregyártott földszintes betoncsarnokok tervezési folyamata olykor az építészeti követelmények mellett, egyéb nehézségeket is hordoz. Ezek közé sorolhatóak a bonyolult 3 dimenziós végeelem számítások (Push Over, Time History Analysis stb.). Ezen típusú épületek rövid élettartamából és a szerkezetük egyszerűségéből kiindulva felmerül a kérdés, hogy érdemes-e ezen kategóriájú épületek esetében is elvégezni ezeket a hosszadalmas és nagy odafigyelést igénylő számításokat, vagy elégséges egy egyszerűsített kézi számolást végezni, amely jóval lerövidíti a tervezési folyamatot.

AZ ÉPÜLET BEMUTATÁSA

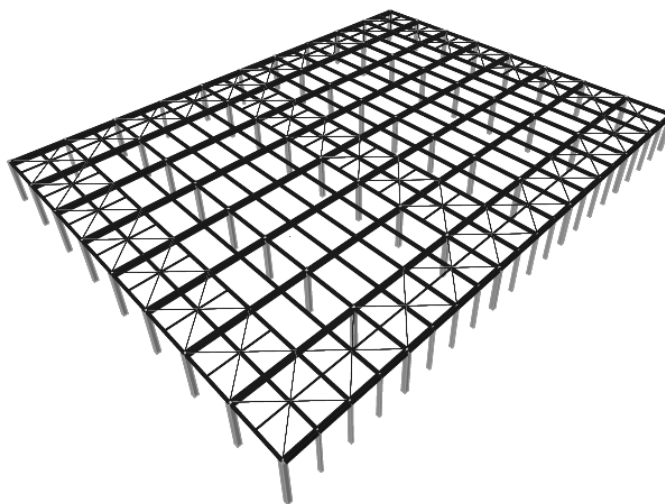
A vizsgált csarnok építészeti követelményei igen tiszták és jól áttekinthetőek, a nyitások és a belmagasság szokásosnak mondhatóak. Az épület területe 96 x 125m, és az építészetben követelt belmagasság 9,75m. Ebből kifolyólag az épületet 25 x 12m-es raszterek alkotják, amelyek 25m-es főtartókból és 12m-es szeleme-nekből állnak (lásd 1. ábra).

A tetőterheléseket az 1. táblázatban lehet megfigyelni.

Tetőterhelések [kN/m ²]	1. táblázat
Önsúly	0.45
Műszaki terhelések	0.50
Hóteher	1.35

Az épület alkotóelemeiből származó terhelések, amelyek az előméretezésből adódnak a 2. táblázatban figyelhetőek meg.

Alkotóelemekből adódó terhelések [kN/m]	2. táblázat
Főtartó	6.91
Szelemen	3.54
Pillér	15.36



1. ábra
A vizsgált csarnok 3D-s statikai váza (ETABS)

A pillérek számítási magassága 10,82m; keresztmetszetük 80 x 80 cm. A pillérek anyagminősége C40/50-es beton, amelynek (a vasalás súlyát is figyelembe véve) 25 kN/m³ a sűrűsége.

A tető síkjában acél profilokból alkotott tetőmerevítés található (lásd 1. ábra), amely az épület szélső rasztereiben, illetve keresztirányban, az épület közepén figyelhető meg. Ez a merevítéskiosztás betartja az Eurocode 8 követelményeit. A szabvány a szélső raszterek, illetve minden ötödik keresztirányú raszter merevítését írja elő.

A fentiekben bemutatott csarnoknál megfigyelhető, hogy nincs minden raszter teljes egészében kimerevítve. Ez abból adódik, hogy az acélmerevítések 45°-os szög alatt dolgoznak a leghatékonyabban, és csak így képesek kialakítani és biztosítani a tető síkjában, a trapézlemez segítségével a kívánt tárcsahatást.

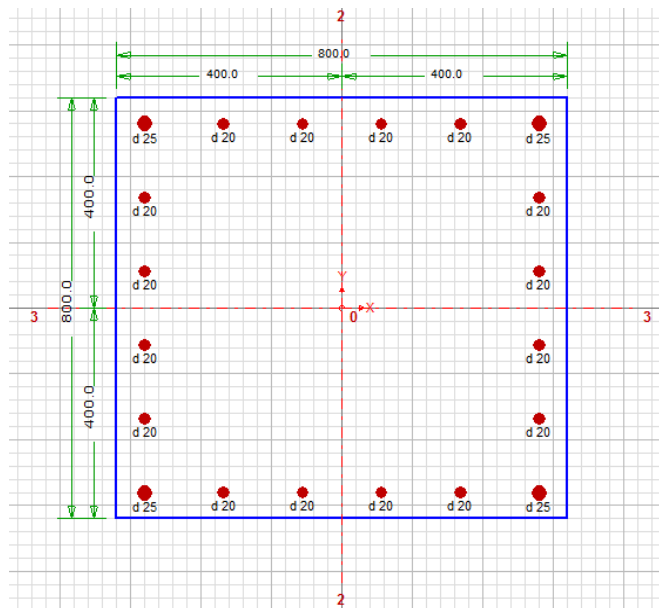
A szeizmikus zóna jellemzői a 3. táblázatban találhatóak.

Szeizmikus zóna tulajdonságai	3. táblázat
Tervezési talajgyorsulás - ag	0.20 g
Felső határ periódusidő - Tc	0.7 s
Viselkedési tényező - q	3.6
Fontossági tényező - γ_1	1.00

STATIKAI SZÁMÍTÁSOK ÉS PILLÉRMÉRETEZÉS

A számítógépes 3D-s számításokat a Computers and Structures, Inc. ETABS nevezetű programjában végeztük. Egy középső pillérre vonatkozó eredmények a 4. táblázatban találhatóak, az egyszerűsített kézi számítások kíséretében.

A kézi számításoknál a szerkezetet egy-egy szabadságfokú lineáris rendszerre egyszerűsítettük, a fordított inga elvét alkalmazva, amelynek periódusidejét a Rayleigh-módszerrel határoztuk meg.

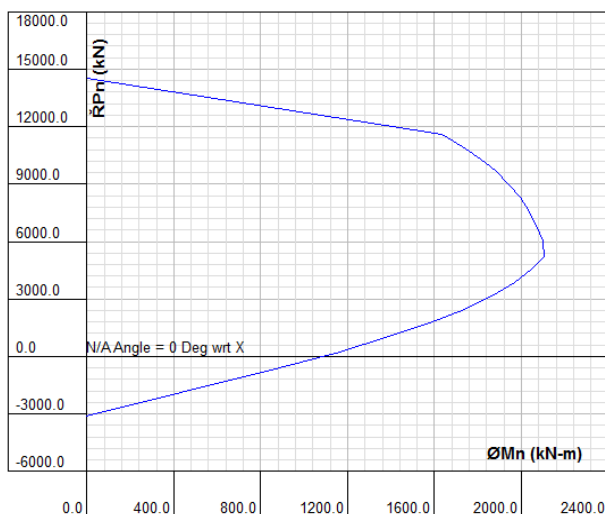


2. ábra
A pillér vasalása (Section Builder)

Mind a számítógépes modellezés, mind a kézi számítás megfelel az Eurocode 8 követelményeinek. A vasalás betartja az Eurocode 2 szabályait és előírásait. A pillér vasalása a 2. ábrán figyelhető meg. Továbbá a 3. és 4. ábrán láthatók a nyomóerő és nyomaték kölcsönhatás-diagramok (N-M és N-M-M), amelyek a CSI Section Builder programból nyertünk a pillér ajánlott keresztmetszetének ellenőrzése során.

Eredmények 4. táblázat

	Etabs	Egyszerűsített	
N	979.18	947.43	kN
M 2-2	528.17	667.68	kNm
M 3-3	626.19		
V 3-3	60.68	61.71	kN
V 2-2	58.66		kN
Kihajlás 2-2	14.76	15.71	cm
Kihajlás 3-3	14.27		



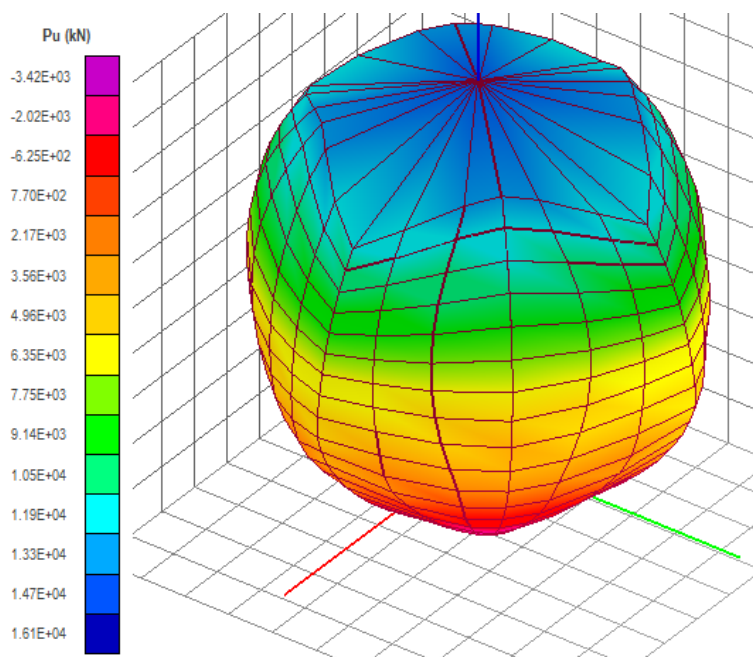
3. ábra
N-M kölcsönhatás-diagram 0°

KÖVETKEZTETÉSEK

Az adatok összegzése és feldolgozása után bátran kijelenthető, hogy az eredmények a vártnál is kisebb eltéréseket mutatnak. A kézi számolás során kapott eredmények gyakorlatilag egyformák a performans 3D-s modellezés eredményeivel. Az eltérés a nyomatékok, nyíróerők és a normalizált nyomóerő esetében is 3-5% közötti.

Abban az esetben, ha a saját rezgési periódusidő számolásánál nem a Rayleigh féle képletet alkalmazzuk, hanem más egyszerűsített képletet, akkor az eltérések enyhén nagyobbak lesznek.

A fent méretezett pillér kihasználtsága csupán 62,3% ami nagyon jól kitűnik a 3. ábrán található N-M kölcsönhatás-diagramból is. A keresztmetszet vasalására nagy hatása van az oldalirányú kihajlásoknak is. Ennek következtében megnő a szükséges vasmennyiség. Abban az esetben, ha csak az egyszerűsített számítást alkalmazzuk, figyelembe kell venni ezt a tényezőt is.



4. ábra
N-M-M térbeli kölcsönhatás diagram

Az Eurocode 8 megengedi a sík keretekre az egyszerűsített számítási módszerek alkalmazását jól meghatározott, szabályos, szimmetrikus szerkezetek esetében. Annak ellenére, hogy jelen tanulmány azt mutatja, hogy a kézi számolások egy lefedő eredményhez vezetnek, a nagy szeizmicitású zónákban ajánlott elvégezni egy 3D-s modellezést, ugyanis a szerkezeti kulypontosságból adódó csavarás további jelentős nyíróerőket és nyomatékokat vezethet be a szerkezetünkbe, amelyek tovább terhelik a pilléreket. Az egyszerűsített számítási módszer ennek a hatását nem foglalja magába.

A 3D-s modellezést követően arra a következtetésre jutottunk, hogy nem érdemes elvégezni egy Push Over típusú analízist is, amely az épület viselkedésének szeizmikus értékelése és az összeomlási mechanizmus meghatározására szolgál, mert ez a pillérek túlméretezéséhez vezethet. A Push Over számítást csak különös esetekben érdemes elvégezni, például, amikor a pillérek keresztmetszetét szeretnénk csökkenteni és ennek eléréséhez a vasalás növelésével próbáljuk a kihajlásokat a megengedett határok közé visszafogni.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] *** EN 1992-1-1: „Design of concrete structures. General rules, and rules for buildings”.
- [2] *** EN 1998-1-1: „Design of structures for earthquake resistance”
- [3] Kiss Z.; Onet T. (2008): „Proiectarea structurilor de beton armat după SR EN 1992-1”, ed. Abel, Cluj-Napoca
- [4] Paz M. (1994): „International Handbook of Earthquake Engineering”, Chapman & Hall, New York