FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

FÖLDRENGÉSÁLLÓ FELHŐKARCOLÓ MAKETT

VEKOV Imre

Abstract

Every design process has its own specific details. In structural engineering modeling and scaled models are often used to verify the theoretic results. In every year the EERI (Earthquake Engineering Research Institute) organizes a competition called Seismic Design Competition (SDC) with the same porpoise, to spread the knowledge regarding earthquake engineering and seismic modeling. There are many aspects of scale modeling that have to be thought of. The properties of the material influence the seismic response of the structure. The design of the cross sections are important as well. The global structural response of the structure is determined by the overall structural behavior. The equally disposed structural elements, the symmetry axes and the design of the joints are all aspects that need to be taken care of. The architectural aspect is also important but sometimes it raises challenges from a structural point of view. The drawn conclusions help in building scale models that are effective against earthquakes and serve as a theoretical and practical background.

Key words:

earthquake, model, structure

Összefoglalás

Minden tervezési típusnak megvannak a maga sajátos szabályai. Az építőmérnöki gyakorlatban bevett szokás a különböző makettek, modellek felhasználása az elméleti eredmények leellenőrzése végett. Hasonló céllal hirdet minden évben versenyt az EERI (Earthquake Engineering Research Institute). A verseny neve Seismic Design Competition (SDC) és célja széles körben terjeszteni a földrengésekhez társuló ismereteket. Földrengésre ellenálló makett készítésnél több szempont is befolyásol. Figyelembe kell venni az anyagjellemzőket és azok időbeni/terhelésre való változását. Hasonlóan fontos a keresztmetszetek helyes megválasztása. A globális strukturális viselkedés az, ami meghatározza a makettünk fő tulajdonságait. Az alkotóelemek egyenletes és szimmetrikus elosztása, a csomópontok viselkedése megannyi részlet melynek megválasztása meghatározza a földrengésre való válaszreakcióját a makettnek. Az építészmérnöki szempontok bár fontosak, mégis néha hátrányos strukturális helyzetet teremtenek, mint az itt kiválasztott struktúra esetében is. A levont következtetések jelentősen segítenek egy későbbi makett építése során, elméleti és gyakorlati háttérrel biztosítva.

Kulcsszavak:

felhőkarcoló, makett, földrengés

1. Bevezetés

A tudományos munka során legtöbbször elengedhetetlen, de mindenképp hasznos kísérletek útján alátámasztani az elméleti eredményeket. Ez sokszor rávilágít néhány kevésbé megalapozott következtetésből származó hibára, valamint kiemeli a munka gyakorlati hasznát. A földrengésre való tervezéskor kifejezetten fontos a különböző léptékű makettek, modellek kigondolása és elkészítése.

Az EERI (Earthquake Engineering Research Institute) minden évben megrendezi egyetemisták számára meghirdetett versenyét, a „Seismic Design Competition”-t (SDC) melynek követelménye egy balsafa makett elkészítése, mely különböző földrengésből adódó terhelésnek kell megfeleljen. A maketteket rezgő asztalon tesztelik és különböző kritériumok alapján adják a pontszámokat [3]. A

rezgő asztalon három különböző földrengés-szimulációnak vetik alá a struktúrákat. Ezek közül a „Northridge” és az „El Centro” valós, megtörtént földrengések. A harmadik földrengés, a „Davis” mesterséges földrengés, melyet erre a versenyre generáltak (és amely több tekintetben is felülmúlja az előző kettőt).

2. Tervezési kritériumok

A makett tervezésénél különböző kritériumok lettek figyelembe véve. Több irányt adó szempont alapján is el lehet indulni. Az alap elgondolás egy merev struktúra létrehozása volt, mely elsősorban az alkotó elemek szilárdságára, merevségére hagyatkozik. Ebből kiindulva elsősorban az anyagjellemzőkre kell figyelni. Több típusú balsafa létezik, melyek között a legjelentősebb különbség talán a sűrűség. A sűrűség döntően befolyásolja a rugalmassági modulust amely gyakorlatilag meghatározza, hogy hogyan viselkedik az anyag terhelésre. A sűrűség alapján megkülönböztethetünk könnyű valamint közepes balsafát. A kitűzött elgondolás alapján haladva a strukturális elemek nagyobb részénél közepes sűrűségű balsafa lett felhasználva.

1. táblázat. A balsafa tulajdonságai – összegzés és összehasonlítás [1]

Fafajta	Sűrűség [kg/m ³]	E [MPa]	σ [MPa]		
			Húzás	Összenyomás	Hajlítás
Könnyű balsa	107	1803	10.89	3.73	10.13
Közepes balsa	143	3590	16.31	6.31	17.95
Tülevelű C24	420	11000	14.00	21.00	24.00
Lombhullató D30	640	10000	18.00	23.00	30.00

Hasonlóan meghatározóak a makettben felhasznált keresztmetszetek. A versenyszabályzat itt eléggé visszafogó kereteket szabott, mivel a keresztmetszet egy oldala sem haladhatta meg legtöbb esetben a 6 mm hosszúságot [2]. Ez korlátozta a „lap” jellegű strukturális elemek felhasználását. A felhasznált elemek keresztmetszet-méreteinek kiválasztásánál figyelembe lett véve a funkciók közötti különbségtétel. Az általunk felhasznált elemek méretei.

2. táblázat. Az általunk felhasznált elemek méretei

Elemtípus	Méret (mm)
oszlop	6x6
gerenda	3x3
szélrács	6x3

3. Strukturális viselkedés

Egy épületnek a földrengésre való „válasza” a strukturális viselkedés függvénye. Egy merev struktúra esetében ez az alkotóelemek olyan jellegű összehangolását jelenti, mely csökkenti az elmozdulásokat és ugyanakkor kellően egynemű rendszert eredményez. Törekedni kell a strukturális elemek, a

merevítések egyenletes elosztására. Erre úgy a síkban, mint a különböző magasságokon figyelni kell. Ugyanezen okból, valamint a tesztelés mikéntjéből adódóan fontos, hogy az épületnek legalább két szimmetriatengelye legyen. Az anyagnak a térbeli eloszlása határozza meg egy testnek a súlypontját. A földrengésből származó erők eredője hozzávetőlegesen ezen a ponton halad át. Az alkotó részek merevsége alapján lehet meghatározni a merevségi súlypontot. A test a földrengés hatására származó erők hatására a merevségi súlypont körül forog. Ideális esetben ez a két súlypont egybeesik. Amennyiben nem, úgy csavarodás, torzió lép fel, amely többletterhelést ad az alkotóelemeknek.

1. ábra. A makett első megépített változata.

A kiválasztott struktúrát az alaprajz négy sarkába elhelyezett merev oszloplábak jellemzik, melyek kiemelték az épületttestben kialakított bemetszést. Az alsó, valamint a felső három szint, melyben nincs bevágás összefogja a négy oszlopot, arra kényszerítve őket, hogy egységesen lépjenek fel a földrengésből származó terhelés ellen. Ez a megoldás építészmérnöki szempontból nagyon tetszetős volt, de nem nyújtott kielégítő megoldást több, a verseny által támasztott követelményre. A terhek

megközelítőlegesen szimulálásáért az épületre 3 szintenként (kb. 15 cm) megadott súlyú nehezékeket kell elhelyezni. A súlyok felfogása az épület közepén átfűzött rúddal történik. A bevágás következtében a rudak kevesebb ponton támaszkodnak és az így adódó erőkoncentrációk kevésbé előnyösek.

4. Következtetések / Összefoglaló

A makett tesztelése után újabb strukturális koncepció kidolgozása kezdődött el, mely jelentősebb mértékben összhangban áll a verseny által támasztott követelményekkel. A felhasznált szempontok lehetővé teszik a célként kitűzött makett megvalósítását, elméleti háttérrel biztosítva, de nem illeszkednek teljes mértékben a verseny követelményeihez. Bár jelen dolgozat alapja egy versenyre való felkészülés, mégis az elméleti eredményeket és a gyakorlatban való felhasználhatóságot hangsúlyosan el kell különíteni.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti a “Collegium Talentum” intézetet a kutatási munkához nyújtott támogatásért.

Irodalom

- [1] Bíró, Cs., és mások: *Balsafaépület-makett szeizmikus próbája*, 14. Műszaki Tudományos Diákkonferencia, Orizonturi Universitare kiadó, Temesvár, 2012 (ISBN 978-973-638-502-5)
- [2] EERI SLC Seismic Design Competition, *Official Rules*, http://slc.eeri.org/2013_SDC_Rules.pdf
- [3] EERI SLC Seismic Design Competition, *Competition Guide*, http://slc.eeri.org/2013_SDC_Guide.pdf

Vekov Imre, hallgató

Munkahely: Kolozsvári Műszaki Egyetem

Cím: 400020, Románia, Kolozsvár, C. Daicoviciu utca, 15 szám

Telefon / Fax: +40743826904

E-mail: wimrew@gmail.com