



# Acélvázaz mintaház földrengésvizsgálata



**Dr. Dudás Annamária**

Okleveles építőmérnök, építőipari igazságügyi szakmérnök, a BME Magasépítési Tanszékének adjunktusa. Kutatásait a szárazépítés, ökológikus építés, épületenergetika témakörében végzi.

Az európai szabványrendszernek megfelelően ma már hazánkban is figyelembe kell venni az épületek földrengéssel szembeni viselkedését. Többek közt ennek a követelménynek kívánt megfelelni az új könnyű acélvázaz építési rendszer.

Az építési rendszer statikai és épületszerkezeti fejlesztése során, melyet a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem felkért professzorai vezettek, a földrengésre való méretezés is megtörtént, így a Hardell építési rendszer kialakításaiban az előírásoknak megfelelő teherhordó váz született meg. Tekintetbe véve, hogy már a kisebb léptékű épületek (jellemzően földszintes, vagy tetőteres családi ház) esetében is az alaprajzi és a tömegforma változatos szerkezeti felépítést igényel, a földrengésre való méretezés előírásainak való megfelelés nehezen tipizálható.

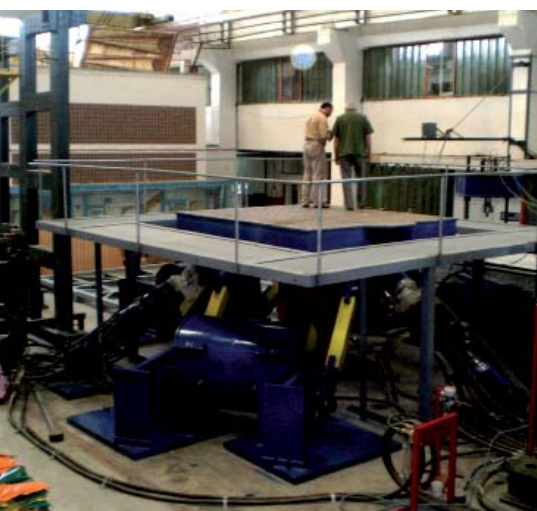
## VIZSGÁLATOK, BIZONYÍTÁS

A földrengésveszélyes területeken világszerte előnyben részesített könnyű acélvázaz építési rendszerek ez irányú hatékonysága a gyakorlati tapasztalatok alapján kiváló, viszont a szerelt házak földrengéssel szembeni viselkedésének bizonyítása számításokkal és szimulációkkal igen bonyolult. Amellett, hogy a vékonyfalú acélprofilokból álló vázszerkezet számítása önmagában is összetettebb, mint az acélszerkezeti méretezés általában, a földrengésre való méretezés számos elméleti feltetelezés figyelembe vételét igényli, melyek a számítások végeredményét döntően befolyásolják.

Mіндеzen körülmények alapján az elméleti számítások igazolására, és a szerelt épületek földrengéskor mutatott viselkedésének alaposabb feltérképezésére kísérleti alapú vizsgálatra

A földrengésvizsgáló berendezés

1. kép



volt szükség. A laboratóriumi kísérleti mérések elvégzésére a fent említett cég megbízásából 2008 júniusában a romániai Gh. Asachi Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karának független szerkezetvizsgáló laboratóriumában került sor, mely a környező országokban egyedülként rendelkezik földrengés-szimuláló berendezéssel.

## A FÖLDRENGÉSVIZSGÁLAT BERENDEZÉSEI

A vizsgálatot egy 1 : 1-es méretarányú modell-épület rázópados földrengésterhelésével hajtották végre. A vizsgálóberendezés több egységből áll: egyik része a mintadarabot – jelen esetben a modellépületet – fogadó szerkezet, illetve annak mozgását létrehozó szerkezetek. Másik része a mozgások létrehozását irányító, illetve a modellépület elmozdulásait mérő berendezések.

A modell fogadószerkezete a rázópad, melynek felső síkján furatokkal kialakított acéllemez biztosítja a ráépített modell lehorgonyzását, ez a modellépület esetében az alapozást helyettesíti. A rázópad fogadófelülete 3,05 × 3,05 méter, teherbírása 160 kN. Mozgását 3-3 típusonként egymással 120°-os szöget bezáró, felváltva elhelyezett egység hozza létre. A kis frekvenciájú, nagy hullámhosszúságú mozgásokat a 3 tömeginga jellegű, fekvő henger formájú, forgó mozgást kis íven végző berendezés hozza létre. A rövid időtartamú, nagy frekvenciájú mozgásokat a másik 3 pneumatikus „puska” generálta. Az egységek platform körüli egyenletes geometriájú, váltakozó elhelyezkedése teszi lehetővé a földrengések tetszőleges irányú és – a berendezés teljesítményének határai között létrehozható – nagyságú szimulációját (1. kép).

A mozgóegységek üzemeltetését a vezérlőközpont számítógépein futó szoftvereken keresztül irányítják, illetve ezek fogadják és dolgozzák fel a modell mozgását mérő berendezések visszajelzéseit is. A vezérlőteremben folyamatos ellenőrzéssel értékelik a tervezett és a valóságban bekövetkező elmozdulásokat, amelyek maximum 2 százalékos eltérése esetén a vizsgálatot biztonsági okokból leállítják. Először fokozatosan terhelik a modellt a különböző

A cikk a Hardell készházszerkezet földrengésvizsgálatát mutatja be, az építési rendszer fejlesztésében a cikk írója is közreműködött.

Az építési rendszer forgalmazója:

Protektorwerk Hungaria Kft.

A kísérlet helyszíne: Iași, Románia

A kísérlet vezetője: Prof. Dr. Mihai Budescu



Acélszalagos merevítés az ajtónyílás mellett

2. kép

alapértelmezett rezgési mintákat alkalmazva. A laborban használt szoftverben 40 alaprezgési mintából lehet választani, amelyekből regisztrált lezajlott földrengések rezgésképéből nyert terhelések is összeállíthatók, és a modellre bocsáthatók. Ez utóbbi képezte a vizsgálat második szakaszát.

A vezérlőbe visszaérkező adatokat a modell-épület jellemző pontjain elhelyezett mérőműszerek szolgáltatják. A mérőműszerek azon csoportja, amely az elmozdulásokat regisztrálta, fix állványrendszerre rögzített mérőegységből a modellépületre kivezetett mérőszál hosszából adta meg az épület elmozdulásait. A másik csoportot az épület sarokpontjaira helyezett gyorsulásmérő műszerek alkották. A mért eredmények alapján a szoftver kirajzolja az időben változó elmozdulási, illetve gyorsulási értékeket, melyek a földrengésvizsgálat eredményeit képezik.

## A MODELLÉPÜLET

A vizsgálathoz a mérőberendezés, valamint a labor csarnokának, illetve darupályájának és annak emelési magassági méreteit is figyelembe vevő épületet kellett felépíteni, amely egy átlagos acélvázás családi ház jellemző szerkezeti kialakításait alkalmazza. Mindezek figyelembevételével egy kétszintes, ablaknyílásokkal és nagyméretű ajtónyílással is gyengített falmezőkből álló modellépület felépítése történt meg. A fogadószervezet relatív kis felülete miatt, arra egy acél keretszerkezetet kellett

tók voltak, viszont a födém szerkezetet a helyszínen készült.

Az építési rendszer sajátossága, hogy a földréteggel szembeni ellenállást, így a falmezők és a födémmezők síkbeli merevségét is acélszalagok biztosítják (2. kép). A szintek közötti kapcsolatot a födém síkban az acélszalagok csatlakozási pontjainál teherátadó csapok hozzák létre. Ugyancsak a merevítő szalagoknál a csatlakozó falvázoszlopokat lekötő csavarozással kell ellátni. Az épület (3. kép) térbeli merevítésére a faháncs lemezből készült borító réteg is

*A modellház építését, illetve a vizsgálatot több hallgató is megtekinthette a helyszínen. Kovács Péter és Vida Tamás BME építőmérnök hallgatók a témát feldolgozva és számítógépes szimulációval kiegészítve 2008-ban „Acélvázás szerelt házak földrétegvizsgálata” címmel, többek között a cikk szerzőjével konzultálva, dicséretes TDK dolgozatot készítettek.*

erősíteni, ami a  $4 \times 4$  méteres alapterületet biztosította az épületnek, ugyanakkor az alapozás helyettesítő szerkezeteként működött. A keret merevsége a modell vázszerkezetéhez képest végtelennek, így a mérések szempontjából a rázópad részének tekinthető.

Az épület az építési rendszerre jellemző hidegen hajlított vékonyfalú C és U profilokból került kialakításra. A helyszíni szerelést gyorsítandó az egyes falvázmezők és a kettős födémgerendák előszerelése még a hazai üzemben megtörtént. Az előszerelt falpanelek a helyszínen a daruk segítségével mozgatható

belejárásuk, azonban az ezek rögzítésére szolgáló csavarok terhelésre a faháncs anyagába berágódnak, ezért az ilyen jellegű merevítő hatás csak korlátozottan vehető figyelembe.

Az épület hasznos terheléseként előregyártott betonelemek kerültek a födémekre biztonságos rögzítéssel a vizsgálat közbeni elmozdulásuk megakadályozására.

## A VIZSGÁLAT ÉS KÖVETKEZTETÉSEI

A földrétegvizsgálatban első lépésként olyan alapvizsgálatokat kellett a modellépületre bocsátani, amelyekből annak dinamikai tulajdonságai, alapvető paraméterként a sajátfrekvenciája meghatározható. Ehhez egy állandó amplitúdójú, de fokozatosan növelt frekvenciájú szabványos sinus hullám alakú rezgést alkalmaztak. A sajátfrekvencia ismeretében választható olyan irányú és mértékű földrezgés az adatbázisból, amelyekre várhatóan érzékeny az adott mintaépület.

A választás a kaliforniai El Centróban (1940) és a romániai Vrancea területén (1986) bekövetkezett földrengések rezgésmintáira esett.

A végrehajtott földmozgási szimulációknak a modellépület – az előzetes várakozásokat is meghaladóan – kiválóan megfelelt, hiszen a vizsgálati értékek mindegyik terhelés esetén



Horpadás a koszorúprofil gerinclemezeiben

4. kép

számottevően meghaladták a magyarországinál sokkal szigorúbb romániai szabványban meghatározott határértékeket.

A fenti két földmozgás rezgés képének sérülésmentesen megfelelően, a megbízó és a vizsgálatot irányító professzor is úgy döntött, hogy fokozzák a terhelés mértékét valamilyen kismértékű tönkremenetel bekövetkeztéig, ami nem veszélyezteti sem a nézőket, sem a szimulátort, vagyis állékonysági probléma nem következik be. A további terheléshez a romániai földrengés mintáját vették alapul, és a rezgés intenzitását fokozatosan növelték.

A fokozódó elmozdulásértékek hirtelen megnövekedése – amelyet két lehorgonyzó csavar húzási tönkremenetele okozott – jelezte a vizsgálat befejezésének szükségét. A várakozásoknak megfelelően a fogadószervezet keretéhez való lekötésnél, a legnagyobb igénybevételeknél, ugyanakkor a leginkább gyengített falmezőben, az ajtónyílás mellett következett be a tönkremenetel. Emellett a koszorúsíkokban lévő profilok gerinclemezeiben (4. kép) és néhány lekötés környezetében lehetett horpadási torzulásokat látni. Azonban a modellépület állékonysága olyannyira megmaradt, hogy biztonsággal bejárható és szemrevételezhető volt. Az eredmények kiértékelésével bizonyítottá vált a kísérlet eredménye: a Hardell acélvázás szerelt épület a földrengési terhelésre kiválóan megfelelt.

A modellépület vizsgálatra készen

3. kép



## Irodalom

[1] Verificări seismice ale unui model experimental din elemente și subsansamble din tablă zincată profilată la rece – structuri tip Hardell. Department of Structural Mechanics, Faculty of Civil Engineering, „Gh. Asachi” Technical University of Iasi, România, 2008.

[2] MSZ EN 1998-1:2008 Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre. 1. rész



# HARDELL HÁZÉPÍTÉSI RENDSZER

Protektorwerk Hungaria Kft.

TELEFON: +36 1 260-43-08 FAX: +36 1 261-05-49 E-MAIL: INFO@PROTEKTOR.HU

