FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1997, március 21-23

ÉPÍTMÉNYEK SZEIZMIKUS VÁLASZÁNAK PASSZÍV KONTROLLJA

Gábor Áron

The present paper deals with the seismic protection of constructions. Modern control systems of seismic behaviour of structures are presented. Particularly, the passive control systems (PCS) and his influence on the seismic response of the structure is detailed.

1. Bevezetés

A szeizmikus tervezés végső feladata az, hogy úgy alkossa meg az építményt, hogy a földrengés hatására minimális emberi és anyagi kár keletkezzék.

Kétféle módon lehet ezt megvalósítani.

A hagyományos tervezésben megfelelően alakítják az építmény merevségét, és a tartószerkezetben olyan részeket alakítanak ki amelyek, rugalmas és képlékeny deformációk által, képesek potenciális energiává alakítani a rengéstől származó mozgási energiát anélkül, hogy veszélyeztetnék az építmény stabilitását.

Sikeres -a törvényes előírásoknak megfelelő- tervezés és építés során sem jelenti ez minden esetben azt, hogy az építmény használható marad a földrengés alatt vagy követlen utána.

A másik és itt bemutatott új módszer abban különbözik, hogy az energiaátalakítási folyamatot nem tartószerkezeti elemek, hanem erre alkalmas, deformációs képességekkel és energiaelnyelő tulajdonságokkal rendelkező, a szerkezetbe beépített berendezések végzik el.

Előnyök: pontosan szabályozható és ellenőrizhető az átalakulási folyamat; a biztonsági határok kitolódnak, mivel ezek a rendszerek kevésbé érzékenyek a földrengések véletlenszerű változására; ezek a berendezések cserélhetők, ha megrongálódtak a használat során.

2. Az építmények szeizmikus viselkedését ellenőrző modern rendszerek

Az 1. ábrán ezek osztályozása látható.

1.ábra

A Passzív Kontroll Rendszerek (Passive Control Systems - PCS) esetén olyan berendezéseket építenek be amelyek hatással vannak az építmény rezgés-jellemzőire. A PCS rendszerek jól meghatározott tulajdonságokkal kell rendelkezzenek (vízszintes és függőleges rugalmasság, ciklikus terhelési állékonyság, amortizációs tulajdonságok, stb.). A leggyakrabban használt rendszerek.

Az Aktív Kontroll Rendszereknél (Active Control Systems - ACS) a beépített berendezések külső energia hatására végeznek munkát (pl. változtatják a szerkezet merevségét a lökésekkel összhangban).

A Hibrid Kontroll Rendszerek (Hybrid Control Systems - HCS) az ACS és PCS rendszerek kombinálásából jöttek létre. Szél és kiserejű földrengéseknél úgy viselkednek mint PCS, nagyobb amplitúdójúaknál pedig mint ACS rendszerek, ha a bevitt energia meghaladja a PCS képességeit.

3. Passzív kontroll rendszerek

A szeizmikus terhelés az időben gyorsan változik úgy, hogy jellemző periódusai összevethetők a szerkezet sajátlendési periódusával. A periódusok egybeesése rezonanciához vezet, ami külön veszélyt jelent, figyelembe véve a tehetetlenségi erőket. Ha az építménybe PCS rendszert építenek be elérhető, hogy a szerkezet és a földrengés periódusa elkülönüljön

A PCS rendszerek két osztályba sorolhatók: Szeizmikus Szigetelők (Seismic Isolators) és Lengéscsillapítók (Energy Dampers).

3.1. Szeizmikus szigetelők

A szeizmikus szigetelőket az alap és a felépítmény közé szerelik. Vízszintes merevségük kicsi ami azt eredményezi, hogy a domináns szeizmikus erők csökkentett hatással legyenek a szerkezetre. A rendszer

tervezésének fontos kritériuma a szigetelő szintjén fellépő horizontális maximális elmozdulás. Ez szabályozható ha megfelelő energiaelnyelő tulajdonságokkal rendelkezik a berendezés.

Négy fajta szigetelőt különböztetünk meg: Elasztomér Támaszok, Súrlódásos Támaszok, Görgős Támaszok és Rugók.

1. Az elasztomér támaszok természetes vagy szintetikus gumiból készülnek és hengerelt acél-elemekkel vannak erősítve. Többnyire rugalmasan viselkednek. Az energiaabszorpció 5-20%; ez növelhető ha a támaszt ólom vagy lágyacél betéttel látjuk el (2.ábra).

2. A súrlódásos támaszok két felület között fellépő súrlódás jellemzőit használja ki. Viselkedési görbéjük merev-képlékeny. A súrlódási tényező módosítható a felületek síkosításával (3. ábra).

3. A görgős támaszok fő jellemzője, hogy nagyon kis ellenállást fejtenek ki vízszintes mozgások esetén. Az erő-elmozdulás görbe szintén merev-képlékeny (4. ábra).

4. A rugókat acélból készítik és tökéletesen rugalmasan viselkednek. Sorbakapcsolva lengéscsillapítókkal pontos PCS - t alkotnak, amelyeket fontos ipari és nukleáris létesítmények védelmére használnak (5.ábra).

3.2. Lengéscsillapítók

Karcsú, hajlékony szerkezetek esetén az al és felépítmény elszigetelése nem tudja hatékonyan befolyásolni az építmény szeizmikus viselkedését. Van olyan eset is amikor a vízszintes elmozdulást csökkenteni kell.

Ezekben az esetekben javasolt a lengéscsillapítók használata. A leggyakrabban használt csillapítók három kategóriába sorolhatók.

1. A Fém Lengéscsillapítók működési elve a fémeknek azon a tulajdonságán alapszik, hogy képlékeny deformációk révén nagy mennyiségű energiát szórnak szét. A legtöbb berendezés az acélt és az ólomot használja (6.ábra)

2. A Viszkózus Folyadékös Lengéscsillapítók mozgásban lévő, sűrű folyadékok (olaj vagy szilikon) belső súrlódása energiaelnyelő képességeit használják ki. Viselkedésüket a mozgás sebessége befolyásolja (7.ábra).

3. A Viszko-Elasztikus Lengéscsillapítók szerkezete bizonyos anyagok (szintetikus gumi) viszko-elasztikus tulajdonságain alapszik. A rugalmas összetevő ciklikus teherbírást, míg a viszkózus komponens energiaelnyelést biztosít (8. ábra).

4. Építmények szeizmikus válasza

Az építmények viselkedését válaszfüggvényeken -elmozdulások, sebességek, gyorsulások időbeli változásán- keresztül lehet jellemezni. Ezekben a függvényekben paraméterként szerepelnek a rezgés-jellemzők -sajátperiódus (T); csillapítási tényező (β)-. A jellemzők különböző értékeire kapjuk meg a válaszfüggvények maximális értékeit. A maximális értékek összessége alkotja a válaszspektrumokat és ezeket veszik alapul a szeizmikus tervezésben:

$S_A(T, \beta) = \ddot{u}(t)_{\max}$ - gyorsulások spektruma

$S_V(T, \beta) = \dot{u}(t)_{\max}$ - sebességek --/--

$S_D(T, \beta) = u(t)_{\max}$ - elmozdulások --/--

Ha a válaszfüggvényekben a PCS rendszer által módosított paramétereket (T_i, β_i) (9. ábra) vesszük figyelembe akkor a következő maximális értékeket kapjuk:

Az r -edik szint elmozdulása : $X_r \approx S_D(T_i, \beta_i)$

Az r -edik szint tehetetlenségi erő: $F_r \approx m_r \cdot S_A(T_i, \beta_i)$

A szigetelő szintjén fellépő nyíróerő: $T_b \approx M \cdot S_A(T_i, \beta_i)$

A 10. ábrán egy szigetelt, földrengést átélt, épület szeizmikus válasza látható.

5. Következtetés

Számos tanulmány, kísérlet és gyakorlati alkalmazás készült amely bizonyította, hogy a PCS rendszerek alkalmazásával csökkenthető és ellenőrizhető a földrengés hatása az építményekre.

Az elkövetkezőkben azokat a lépéseket kell megtenni a szeizmikus tervezésben amelyek általánosan elfogadottá teszik a rendszerek PCS használatát.

Könyvészet.

- [1] Dr. Csák B., Dr. Vértés György: Földrengések hatása az építményekre. MK, Budapest 1981.
- [2] R. I. Skinner et al.: An Introduction To Seismic Isolation. John Wiley and Sons Ltd., 1993.
- [3] V. A. : The 10th European Conference on Earthquake Engineering. 1995 Balkema, Rotterdam. pp. 1863-68; 1903-18;
- [4] Dr. Csák B.: Energy Absorbent Systems as Passive Seismic Response Control of Structures -Base Isolation Respectively-. 4th Int. Conf. Structures Under Shock and Impact. 1996 Udine, Italy.
- [5] Dr. Csák Béla: US Patent. Progressive Shock Absorption System for Reducing the Seismic Load of Buildings.
- [6] M.D. Symans, M.C. Constantinou: Seismic Responses of Structures with Supplemental Fluid-Viscous Dampers. NCEER Bulletin, vol. 7, no.4/oct/1993
- [7] C.S. Tsai, G.C. Lee: New Design of Viscoelastic Energy Dissipators. NCEER Bulletin, vol.7, no.2/'93
- [8] Tekton: Seismic Expansion Joints, Pyroflex Systems, Seismic Isolators and Dampers, 1994
- [9] # # #: Retrofit of Historic San Francisco Courthouse is Underway. NCEER Bulletin, vol.8, no.1/'94
- [10] Sumitomo Metals: Friction Damper for Earthquake Response Control
- [11] H. Iemura: Base Isolation Development in Japan.
- [12] V. A.: Nuclear Engineering and Design 84(1985), North Holland, Amsterdam. pp. 313-26; 331-38; 383-429. Elsevier Science Publisher B. V.

GÁBOR Áron

BME - Építészmérnöki Kar - Szilárdságtan Tanszék
H -1111 - Budapest, Műegyetem rakpart 3.

tel: (036) -1- 463 13 16; fax: (036) -1- 463 17 73

e-mail: d-gabaro@eszd.bme.hu