

Milyen összetevői voltak a törökországi földrengés pusztításainak?

Az utóbbi idők egyik legszörnyűbb földrengésében mekkora részük lehetett maguknak a természeti erőknél, illetve az elmaradottságnak és a felkészületlenségnek?

Válaszol: *Meskó Attila* akadémikus, az MTA főtitkárhelyettese

Az izmiti földrengés 1999. augusztus 19-én pattant ki, nagysága a Richter által bevezetett magnitúdóskálán 7,4. A mozgás jellege: oldalirányú eltolódás (strike slip), azaz a kőzetblokkok vízszintes irányban mozdultak el. A földrengés az ismert Észak-Anatóliai törésvonal mentén következett be, a Török mikrolemez északi peremén. Ismeretes, hogy ezt a lemezt a jóval nagyobb Arab-lemez mozgása kényszeríti közel nyugati irányú eltolódásra. A mozgás azonban nem folyamatos, egyenletes. A lemezek peremén a mozogni nem tudó közettömegben feszültségek halmozódnak fel. Ezek többször a múltban is kisebb-nagyobb földrengésekben (gyors elmozdulásokban) oldódtak ki. Csak egyet említve a nagyobbak közül: 1939-ben ugyanezen törésvonal mentén 8,0 magnitúdójú rengés volt, mintegy 30 000 emberéletet követelve. Lehetett tehát tudni, hogy valamikor a törésvonal mentén vagy közelében nagyobb rengés lesz, nem lehetett azonban előre jelezni sem nagyságát, sem bekövetkezésének pontos idejét. A rengés augusztus 19-én nagy volt és epicentruma sűrűn lakott hely közelébe esett. Emiatt a halottak száma optimista becslés szerint is meghaladja a tizenötezeret, a kár pedig csak tízmilliárd dollárban mérhető. Súlyosbitja a helyzetet a hajléktalanok nagy száma, amely meghaladja az egymilliót és a jelentős termelés kiesés.

Joggal felvethető kérdés: szükségszerű-e ekkora pusztítás, milyen része van ebben a természeti erőknél, illetve a felkészületlenségnek?

A pusztításra jellemző megrázottság vagy intenzitás minden földrengés esetén az epicentrumra jellemző maximális értéktől a távolsággal valamilyen mértékben csökken. A csökkenés mértéke változó, a rengés mélységén kívül függ a kőzetek és a talaj energiaelnyelő tulajdonságaitól is.

Adott mélységű rengésekre a tapasztalatok szerint a magnitúdó és maximális intenzitás között közelítőleg lineáris kapcsolat van, azaz nagyobb magnitúdójú rengésnek nagyobb a maximális intenzitása is. A magnitúdó és fészekmélység azonban nem határozza meg pontosan a maximális intenzitást, arra még más

tényezők is hatással vannak. Megfigyelések és számítások szerint a maximális intenzitás — és így nagy rengéseknél a pusztítás is — jelentősen függ a felszín közeli rétegek rugalmas tulajdonságaitól. Laza talajon (lössz, folyami üledék, feltöltés) a megrázottság akár 1 vagy 2 fokozattal nagyobb is lehet, mint kemény, szálban álló kőzeten.

A mérnöki tervezés földrengésbiztos szerkezetek létrehozására a felszíni gyorsulást tudja a legjobban hasznosítani. Minden építménynek állva kell maradnia a normál gravitációs térben — azaz ki kell bírnia saját súlyát. A tervezésben rendszerint bizonyos ráhagyással élve ennél nagyobb terhelés elviselésére méretezik. Emiatt a földrengéshullámok vertikális (függőleges irányba eső) összetevőjének hatása — eltekintve különlegesen nagy rengésektől — nem kritikus. A vertikális irányú gyorsulásokat az építmények még akkor is károsodás nélkül viselik, ha a potenciális földrengések hatását a tervezésnél nem vették figyelembe. Annál fontosabb a horizontális (vízszintes síkba eső) gyorsulás összetevő számításba vétele. Tapasztalatok szerint a vízszintes gyorsulás egy kritikus érték felett jelentős károkat okoz. A gyorsulást rendszerint a gravitációs gyorsulás tört részeként adjuk meg. Például 1 ms^{-2} gyorsulás $0,1g$, 2 ms^{-2} gyorsulás $0,2g$ stb. Lényeges a gyorsulás csúcsertéke is, de még fontosabb az az időtartam, amely alatt — mindvégig — nagy a gyorsulás. Ennek meghatározásához rendszerint a $0,05$ küszöbértéket használják, és azt adják meg, milyen hosszú időtartamban nagyobb a gyorsulás a küszöbértéknél. Általános tapasztalat, hogy a vertikális irányú gyorsulás maximuma mintegy fele a horizontális irányú gyorsulásnak.

Végül igen lényeges megfigyelés, hogy egy földrengés hullámainak laza talajon mért gyorsulása jelentősen nagyobb, mint ugyanazon földrengés hullámainak ugyanakkora távolságban, de a kemény kőzeten mérhető gyorsulása. A különböző rugalmas paraméterű rétegek vagy rétegsorok átviteli tulajdonságainak számításával ez a megfigyelés magyarázható, illetve előre is jelezhető. Nem ritka bizonyos frekvenciákon a különböző típusú rétegekre jellemző átviteli függvények közötti kétszeres vagy még nagyobb szorzó. Ha ez a talajmozgás jellemző (domináns) periódusú összetevőire is érvényes, a rezgések az adott területen, például a laza talajrétegek felszínén mintegy felerősödnek. Szomorú gyakorlati példát adott erre a Mexikóváros környéki, 1985. szeptember 19-i földrengés. A város egyes magasabban fekvő, szilárd kőzetalapra épült részei csak mérsékelten sérültek, míg a laza talaj fölötti épületek szinte teljesen elpusztultak.

Az Európa Tanács a legutóbbi földrengés előrejelzéssel foglalkozó konferencia után (Strasbourg, 1991 október) erre hívta fel a kormányok figyelmét:

„Európa sebezhetősége — a lakosság, a környezet és gazdaság sebezhetősége — a földrengések hatásaival szemben kritikusan növekszik, a lakosság gyarapodása, a nagy városok talajának bizonytalan állapota és az infrastruktúra bonyolult rendszere miatt és az olyan létesítmények növekvő száma miatt, amelyek sérülése katasztrófát okozhat. Ezen okok miatt sok lakott terület nagyon sebezhetővé vált olyan gyenge földrengések számára is, amelyek nem okoztak károkat a múltban.

A károk jelentős csökkentése érhető el a biztonsági előírások betartásával, amelyek között vannak állandóak, mint a megfelelő biztonságu építésre vo-

natkozók vagy időlegések, amelyeket hosszú távú (néhány évtized) vagy rövid távú (néhány hét vagy kevesebb) előrejelzés esetén léptetnek életbe.

A földrengések előrejelzése (hosszú távú és rövid távú egyaránt) korlátozott pontosságú és megbízhatóságú. Ennek ellenére a károk jelentős része elkerülhető, ha megfelelő biztonsági intézkedéseket léptetünk életbe.”

Az izmiti földrengés után készült fényképen jól látszik, hogy egymáshoz közeli házak nagyon különböző módon sérültek. A kép bal szélén csaknem sértetlen épület látható, míg a mellette álló házak csaknem teljesen rombadóltak. Vannak olyan épületek is, például a jobb oldali felső épület, amelynek tetőszerkezete károsodott, de állva maradt. Ez az egyetlen felvétel is bizonyítja, hogy döntő jelentősége van a megfelelő építkezésnek, ezen belül — a képen természetesen nem látható — alapozásnak. A rengés során a rosszul alapozott, gyenge minőségű anyagból épített, szerkezetiileg gyenge házak kártyavárként omlottak össze, míg a jól elhelyezett, jól alapozott, megfelelő anyagból gondosan épített házak, közöttük magas épületek, tornyok is csaknem sértetlenek maradtak.

A kérdésre tehát egyértelmű a válasz: a katasztrófát jelentősen súlyosbította a gondatlanság, az építkezési vállalkozók felelőtlensége. Ha teljesen nem is lehetett volna kivédeni a pusztítást, megfelelő építkezés a halottak számát és az anyagi kárt legalább egy nagyságrenddel csökkenthette volna. A megfelelő építési szabályzat kidolgozása és betartása nagyon fontos, mert földrengések a jövőben is lesznek, a tektonikai mozgásokat leállítani nem lehet, de az okozott kárt jelentősen mérsékelni tudjuk.

