

la alia verko, kiam bovoj kaj ĉevaloj levas supren siajn kapojn, kokoj klukas kaj hundoj bojas — tio profetas tertremon. Dank' al longtempa empiria observado aperis konkludo: antaŭ tertremoj la bestoj kondutas sin strangmaniere.

Tertremprognozoj en mezepokaj tempoj kutime sin bazis ne sur ia aparta simptomo, sed sur komplekso da simptomoj. Observoj, supre pritraktitaj, permesis al la mezepokaj ĉinoj entrepreni difinitajn rimedojn por preventi aŭ minimumigi viktimojn kaj detruojn kaŭzataj de tertremoj. Inter ili troviĝas kontraŭsismaj rimedoj en arkitekturo kiuj garantiis firmecon de konstruaĵoj; provizora loĝado ekster la domoj se ekzistis danĝero de tremripetoj.

Oni devas agnoski ke nuntempe prognozado de tertremoj ne ĉiam estas efektiva, kontentiga kaj eĉ ĝustatempa. Pro tio do sendube meritas specialan atenton la scioj en tiu ĉi fako kiujn akumulis generacioj pasintaj.

Adreso de la aŭtoro:

Andrei P. Kolganov, kand. de Sci. (Hist.),
 Instituto de Orientalismo,
 Chilanzar 17-2-9
 SU 700135 Tashkent
 USSR Uzbekistan

ĈU NI KONSENTU SURPRIZIĜI ?

Andrzej Kaniak

En la lasta periodo, la 80-aj jaroj de XXa jarcento, pligrandiĝis tertremoj sur la terglobo. Katakliismoj en Armenio, Peruo, laŭlonge de limo inter Panamo kaj Kostariko, en Gruzio kaj Indonezio profunde maltrankviligis la mondopinion. Ĉiuflanke fluis financa, materiala kaj teknika helpo al regionoj tuŝitaj de tragedio. Geografio de tiuj regionoj montras, ke ĉi-foje la sorto trafis tre malriĉajn naciojn.

C. Lomnitz, penetrante malantaŭen tra 200 milionoj da jaroj ĝis triaso (1), traktas pri la superkontinento Pangea, kiu disfalis je sep partoj kaj donis komencon de novaj kontinentoj. Bordo de tiuj kontinentoj fariĝis fontoj de sismaj fenomenoj ĝis la nuntempo.

Nombro da hipotezoj pri sismo-aktiveco rimarkinde kreskis. Ekde 1960 naskiĝis tendencoj dividi la litosferon je sismo-regionoj kaj analizi ilin laŭ ties propraj, specifaj karakterizoj. Ekestis termino "seismicity" pri la regiono, sub kiu oni komprenas la lokigon, tertreman gradon M kaj profundon de tertrem-fokuso en pritrakto de iliaj historiaj demonstriĝoj.

Sismistoj konsentas pri tio, ke 75% da tertremoj okazas en la bordoj de Pacifiko-plato, kaj la ceteraj, ĉirkaŭ 25%, distribuiĝas en strio tra Hindukuŝo, Azio-centro, Turkio kaj Balkano kaj ankaŭ laŭ bordoj de Mediteraneo ĝis Azoroj.

El Norda Kalifornio tra Meza Ameriko, Peruo ĝis duono de Ĉilio fleksiĝas la malbonaŭgura "Ringo de Fajro", kiu situas tra okcidenta flanko de Nov-Zelando, Filipino kaj Indonezio, Japanio kaj Aleutaj Insuloj kaj fermiĝas ie norde.

N. N. Ambraseys informas (2), ke ekde 1966, inter Azoroj okcidente, tra Suda Europo ĝis Pakistano oriente, oni registris 400 tertremojn. Studante aliajn fontojn (3), mi preparis propran mondstatistikon pri konstruaĵkataroj, kiu enhavas ankaŭ tertremojn ekde 1969 ĝis 1987.

Analizo de tiuj donitaĵoj respegulos sismoinfluojn en konstruaĵoj, sed ankaŭ

prezentos gradon de aliaj damaĝoj, de ili devenaj. Tio estos averioj kazitaj per kvazausismaj skuoj en minejoj, forŝovoj de delklivoj, au finfine kazitaj per eksplodoj, kiu naskas fokusojn de ondo-damaĝoj: vulkanoj, enminejaj eksplodoj, ktp.

Clarence R. Allen konstata kun miro (4), kiom multe da katastrofoj kazitaj de la samaj fenomenoj restas nekonataj nur pro tio, ke ili ne estis esploritaj pli profunde, au tial, ke oni opiniis ke ili ne meritas specialan analizon. Tiu vidpunkto en pasinteco kazuus surprizon pri fenomenoj, kies rezultojn oni povis minimumigi kaj nuntempe ni regos pri ili.

La kontinenta terkrusto troviĝas de longa tempo en la varmoekvilibro. Ĝi elradias eksteren kvanton da varmo egalan al sumo da varmo ricevita de grundo-bazo kaj kreata en la terkrusto per disfalo de radioaktivaj elementoj. Ties tavoloj estas influataj se streĉfortoj pro konstanta malgrandiĝado de sismo-tavoloj. Rezulte de tio formiĝas renversitaj faultoj, faldoj kaj surŝovoj. Tiu formiĝado estas kauzo de tertremo.

En homogena kaj izotropa medio, la vibro-energio pasanta dum sekundo je unito de surfaco paralela al la fronto de sismoondo lau Mendenhall (5) prezentigas jene :

$$E = 2 \pi \rho v A^2 / T^2,$$

A – vibro-amplitudo,

T – dauro,

ρ – denso,

v – rapido de oblonga ondo.

La oblonga ondo, *primae undae* P, estas la plej rapida kaj notas sin komence de tertremo. La duan grupon de telesismografaĵoj formas la diagonalona ondo, *sekundae undae* S.

Konstruanto koncentras sian antenton pri surfacaj oblongaj Reyleigh-ondoj kaj surfacaj diagonalaj Love-ondoj. Kontinuante esplorojn pri vibro-intenso oni pliraboris izosismojn, alidirinte, malapertajn kurbojn inkluzivantaj punktospacojn je samaj vibroj.

Reid, esplorante la kazojn kaj rezultojn de tertremo okazinta en 1906 en San Francisco, atentigis pri pligrandiĝo de vibro-amplitudo en pli junaj

formaĵoj de grundo kaj kalkulis koeficienton de intenso de skuo por

roko 1,0;

sablo 2,4 – 4,4;

torfo 12,0.

Nuntempe komponanto de movado de grundoeroj estas priskribata per historio de movado ("Time History Analysis"), en kiu oni prezentas per akcelogramo-registrado kazojn de grundo-movado kaj de ili oni transiras al respondokonstruaĵo, aplikante spektro-karakterizon ("Response Modal Analysis").

La fundamenta problemo en antisima inĝenierarto estas do difini sismajn karakterizojn de grundo. Ju pli malfirma grundo, des pli granda detruo. Oni devas koni jam ne nur grundo-bazon, sed ankaŭ direkton de propagantaj ondoj. Traktante vibroj kiel ŝanco-procezon konstantan kun donita spektro-denso en difinita tempo-funkcio, oni traktas la grundo-movadon en stokasta priskribo. Oni aplikas tensoran au vektoran priskribojn de grundo-movado por amplitudaj valoroj de unuopaj komponantoj. Tamen ĉiuj ĉi problemoj estis konsiderataj preskau ĉiam sen konsideri dinamikan interakcion, tio estas sen influo de vibranta grundo je la fundamento kaj de konstruaĵo je la grundo.

Hodiaŭ oni konsideras jam la retrokoplodon, ĉar inter la grundo kaj konstruaĵo povas ekesti la kvazau-resonanca sistemo kausanta fariĝon de pli grandaj, ol oni antaŭvidis, respondoj de konstruaĵo. Ĝuste tio kausas endanĝerigon de konstruaĵo.

La propagantaj sismo-ondoj ofte modifiĝas, tion oni konstatis, pro la grundo-ŝanĝo. Aliflanke la vibranta konstruaĵo kausas deformiĝon de la grundo, kio ne estas sen influo je reago de konstruaĵo.

La determino de dinamikaj fortoj agantaj al konstruaĵoj dum la tertremo faris en la lasta jardeko esencan metamorfozon je arbitraj gradoj egalaj al dekonono de konstruaĵ-pezo, tra diskretaj modeloj je finita nombro da libereco-gradoj, gvidanta al prikalkulo de nombro da grafikaj figuroj kaj oftigo de la propraj vibroj pere de matrica kalkulo farita komputile, ĝis la numerumaj analizoj RMA kaj THA postulantaj aplikon de Newmark-metodo

kaj diferencialaj rimedoj.

Aperis novaj nocioj, ekzemple rigidec-degrado kaj pli larĝa pritakto de fenomeno de dampado. Nuntempe logaritman dekrementon de dampado, oni opinias nepreciza kaj oni konsideras jam dampado-figuron, en kiu ĉiu propra figuro de konstruaĵ-vibroj estas dampadosendependa de la aliaj, kaj dampado estas tiam proporcia al la rapideco de ĝenerala translokiĝo. Tio gvidas al viskoza dampado, en kiu koordinatoj de dampado-matricoj estas konstantaj por ĉiuj frekvencoj. Oni ankaŭ konsideras histerezan dampadon, en kiu koeficientoj de dampado estas proporciaj al la ofte de eksponoj.

Konklude, la konstruaĵon karakterizitan per aro da propraj frekvencoj kaj al ili adekvataj vibro-figuroj, kune kun la al ĝi respondanta dampada karakterizo, nun ni traktas kiel dinamike priskribitan, se respondon de konstruaĵo je ajna ekspono de vibroj oni povas determini surbaze de disponataj informoj pri karakterizo de tiu konstruaĵo.

Kutime la konstruistoj projektante konstruaĵojn konsideras senescepte la gravitajn fortojn, kaj nur tiuj, kiuj rezultas de vento kaj teknologiaj influoj decidas pri nivelaj ŝarĝoj. La ŝarĝoj de sismoinfluo estas aparta grupo, pri kiu decidas direktoj, ofte kaj amplitudoj de grundo-translokiĝoj kaj la dinamika karakterizo de konstruaĵo. Ŝarĝoj de sismoinfluo estas ege embarasigaj pro multdirekteco de iliaj influoj kaj ili reprezentas rimarkindan valoron, ĝis ĉ. 50% de konstruaĵ-pezo, de inerci-forto en nivela direkto.

Pri la grandeco de streĉoj en konstruaĵo decidas fleksaj momantoj, se konsideri skemon de alta konstruaĵo en la formo de konzolo, au transversaj fortoj kaŭzantaj la tranĉajn streĉojn en la masiva konstruaĵ-solideco. Se sisman ondolongon en la grundo-bazo ni komparos al longforma konstruaĵo, povas okazi, ke la decidaj ŝarĝoj evidentiĝos vertikalaj fortoj.

Prikalkulo de fortoj pri la streĉoj, deformiĝoj kaj translokiĝo de konstruaĵo dum demonstriĝo de sisma ŝarĝo estas la ĉefa tasko de konstruĝenero. La kono de materialaj trajtoj, eblo de kunlaboro de bazo-grundo kun konstruaĵo, maniero de konstruaĵ-sekurigo kontraŭ la libera propagado de sismoondoj, izolilo inter fundamento kaj konstruaĵo, interetaĝa izolilo kaj fine sekurigmanieroj kontraŭ averio de instalaĵoj en kunligejoj kaj interne de

konstruaĵo: jen la vaste komprenanta problemaro de teknologiĝenero pri konstruado.

Oni parolas pri la problemoj de respondeco pro detruita konstruaĵo (6). Tiu ĉi problemoj baldau aperos antaŭ asekuro-firmaoj ekestantaj en novaj merkataj kondiĉoj en Pollando. En asekur-dokumentoj estos do mencio pri eventualaj rezultoj de konstrukatastrofoj kaŭzitaj pro la naturaj elementoj. Al ili apartenas tertremoj kaj kvazau-sismaj influoj kaŭzitaj pro mineja kaj industria ekspluatado au pro vibro-influoj de trafiko.

Preferante fundamento-izolilon de tipo GAPEC, franca asekurofirmao de Marsejlo riskis malaltajn kotizojn por eventualaj katastrofoj de konstruaĵoj, en kiuj oni aplikis tiun teknikon.

Teknologiĝenero devas precipe konsideri eblon de dampadon la nodoj de ŝtalaj framoj de altkonstruaĵoj. Por masivaj solidoj de konstruaĵoj oni devas antaŭvidi etdimensiajn materialojn kun plialtigataj parametroj de firmo, similaj al malplena ceramika brikego de portugala sistemo FIORIO au japanaj betonaj blokejoj produktaj subpreme, surbaze de artefarita mineralaro.

Oni devas speciale atentigi pri kvalito de konstruealigo. Ĝuste tiu ĉi problemoj, abunde referita en la prilaboraĵo (6), estas akilea kalkanumo de polaj konstru-entreprenoj. Tio koncernas antaŭ ĉio plenumadon de rigoroj pri formado de interkonstruaĵaj spacoj, manko de ŝtal-rigidoj en tegmentoplataĵo kiel ankaŭ en oblonga muro-plataĵo.

Kaj oni devas memori pri la neceso rezigni sur la sismaj terenoj je ĉiuspecaj fasadoornamoj, arkitekturaj elstarajoj, turetoj kaj aliaj ornamoj en nivelo de tegmentorando au de firsto, kiuj en la 80-aj jaroj falis sur la trotuarojn de urbo Bytom peze vundinte pasantojn.

Supozante, ke en Pollando ne minecas tertrem-intenso lau la skalo de Suda Europo, registrante tamen en Silezia Regiono tertremojn je energio de 3×10^9 J, kaj simile en Legnica Kupra Regiono, oni ne povas ekskludi fortajn tertremojn kaj, kiel konstatas Clarence R. Allen, ni ne estu surprizitaj.

Literaturo:

1. C. Lomnitz and E. Rosenblueth, Seismic Risk and Engineering Decision, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam – Oxford – New York, 1976.
2. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, A. Wiley – Interscience Publication, 1/90.
3. Encyclopaedia Britannica, Thee Book of Year 1970 – 1988.
4. Clarence R. Allen, Geological Criteria for Evaluating Seismicity, Seismological Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, 1974.
5. E. W. Janczewski, Zarys Sejsmologii Ogólnej i Stosowanej, Wyd. Geolog. Warszawa, 1955.
6. A. Kaniak, Analiza awarii i katastrof budowlanych w Polsce w ostatnim ćwierćwieczu, Praca magisterska, Politechnika Śląska w Gliwicach, 1991.

Adreso de la aŭtoro:

mag. inĝ. Andrzej KANIAK
 ul. Wolności 143/4
 PL 41-800 Zabrze
 POLLANDO

AVERIOJ de KONSTRUAĴOJ en SISMAJ-KVAZAUSISMAJ REGIONOJ

Andrzej Kaniak

Precizigo de nocio "averio" au "katastrofo" de konstruaĵo tiel longe estos malpreciza, kiel longe dauros esploroj pri neerareco de konstruaĵo. Krom konataj difinoj en teknika, jura, ekonomia kaj socia praktiko, oni provis matematike determini problemon, analizante stabilecon de prikresko de kineta energio post destabiliĝo de energetika transformiĝo de la konstruaĵo (1).

Neerareco de konstruaĵo laŭvice signifas probablecon de okazaĵo esencanta en ĝusta plenumo per konstruaĵo destinitaj al ĝi funkcioj dum difinita tempo.

Teorio de neerareco devas okupiĝi pri esploroj de averikialoj kaj kreo de metodoj de ilia antaŭvidado, alidirite – ĝi devas serĉi rimedojn plialtigi neerarecon en projektado, konstruado kaj ekspluatado de konstruaĵo. Unu el vojoj gvidantaj al pliigo de neerareco de konstruaĵoj kondukas tra sistemaj esploroj de ŝarĝointensecoj, streĉoj, deformoj kaj translokoj de elektitaj punktoj de konstruaĵo. Ĝisnunaj prilaboroj estis plenumataj en limigita skalo kaj ofte rilatis nure al pririgardo-esploroj, sen konsideri esplorojn ne detruantaj materialojn kaj sen analizo de statikaj kalkuloj en variantaj sistemoj.

Analizo-materialo akirita surbaze de multnombraj aroj permesos konkludigi analizon de averikialoj je ĝeneraligoj, ne en la kutima signifo de tiu vorto, sed en la kompreno prilaboradi konkretajn leĝojn bazantaj sur statistiko-esploro de tiu aro. Kialoj de konstru-katastrofo povas esti:

- grundo-skuo kaŭzita de minekspluato de "fosto" kaj neatendita malstreĉiĝo de rokaĵo-maso,
- kvazau-sisma ondo kaŭzita de eksplodlaboroj en proksima ŝtonminejo,
- la voj-konstruado per pafadmaniero,
- malkonstruaj laboroj ĉe "elservita" konstruaĵo.

Tian kazon oni registris en unu el elektrohejtejoj, kie okazis la katastrofo de hiperboloida fridejo post ties kvaronjarcenta ekspluatado. Antaŭkazon de