

Kay ki reziste nan tranblemann tè

Yon seri atik edikatif pou peyi an devlopman pou amelyore sekirite kay
kont tranblemann tè

Andrew Charleson

Premye edisyon, mas 2022

Yon publikasyon World Housing Encyclopedia, EERI



Gid sa a te pibliye premye fwa nan lane 2022 pa Earthquake Engineering Research Institute, yon òganizasyon ki pa chèche fè lajan. Earthquake Engineering Research Institute se pi gwo òganizasyon ki pa la pou fè kòb ki bay tèt li misyon pou konprann danje tranbleman tèt ak ede kominote yo nan tout mond lan prepare yo pou reziste kont tranbleman tèt.

Gid sa a te ekri epi revize pa kèk volontè, ki tou patisipe nan pwojè World Housing Encyclopedia EERI ak IAEE a.

Tout opinyon, dekouvèt, konklizyon, oswa konsèy ki bay nan dokiman sa a se pa otè a sèlman epi yo pa reprezante sa okenn lòt òganizasyon panse.

Ou ka telechaje kopi piblikasyon sa a sou sit entènèt World Housing Encyclopedia nan <http://www.world-housing.net/>.

Piblikasyon sa a fèt pou tradui nan lòt lang epi modifiye jan sa nesesè pou adapte ak kondisyon nan peyi sa yo, sèlman fòk yo bay EERI kredi pou sa epi retire logo ak mak EERI a. Pèmasyon editè a pa nesesè pou difize yon pati oswa tout piblikasyon sa a.

Remèsiman:

Dokiman sa a te devlope epi revize pa yon ekip ekspè entènasyonal nan pwojè World Housing Encyclopedia a, ki te bay tan ak konesans yo volontèman. Kòmantè revizè sa yo te espesyalman apresye: Svetlana Brzev, Marjorie Greene, Shannon Spiers, Dustin Cook, Lars Abrahamczyk ak Rezi Imani. Mèsi pou Brijhette Farmer pou desinen dyagram yo. Sof si yo ta di yon lòt bagay, se Andrew Charleson ki te pran tout foto nan dokiman an.

Tradiksyon sòti nan angle pou rive nan kreyòl ayisyen te fèt pa Christopher Calixte, pandan ke Steeve Ambroise te korije tèks tradui a.

Konsènan World Housing Encyclopedia:

World Housing Encyclopedia (WHE) se yon ansiklopedi sou konstriksyon kay nan zòn ki gen aktivite sismik nan mond lan. Se Earthquake Engineering Research Institute (EERI) ak International Association for Earthquake Engineering (IAEE) ki pote ansiklopedi sa a. Objektif WHE yo se:

- Pataje konesans sou pratik konstriksyon kay
- Ankouraje itilizasyon teknoloji ki reziste kont tranbleman tèt
- Devlope gid ak resous teknik pou amelyore konstriksyon ki vilnerab devan tranbleman tèt
- Ofri sèvis ak sipò teknik pou kominote atravè mond lan sou teknoloji kay ki reziste kont tranbleman tèt

Lis Atik yo

- Atik 1. Bandung ak tranblemann tè
- Atik 2. Evite pwoblèm tè ak fondasyon pandan tranblemann tè
- Atik 3. Twa sistèm estriktirèl pou reziste kont tranblemann tè
- Atik 4. Poukisa mi rezistan yo se pi bon eleman estriktirèl ki reziste a tranblemann tè
- Atik 5. Èske mi nan bilding yo itil pandan tranblemann tè?
- Atik 6. Koman kay ki fèt ak poto epi travès an beton ame bouje pandan tranblemann tè?
- Atik 7. Prensip pou bilding an masonri ka an sekirite kont tranblemann tè
- Atik 8. Mare eleman estrikti kay yo ansanm pou reziste nan tranblemann tè
- Atik 9. Konesans lokal ak sekirite kay pandan tranblemann tè
- Atik 10. Mi plen yo ak jan yo aji sou bilding yo pandan tranblemann tè
- Atik 11. Yon feblès estriktirèl anpil moun fè poun evite: etaj mou
- Atik 12. Yon feblès estriktirèl anpil moun fè poun evite: yon mi ki pa kontinye
- Atik 13. Yon feblès estriktirèl ki rive souvan pou evite: kolòn kout
- Atik 14. Anpeche yon bilding tòde pandan tranblemann tè
- Atik 15. Poukisa bilding yo frape youn ak lòt pandan tranblemann tè
- Atik 16. Kòd ak nòm konstriksyon
- Atik 17. Sa pou gade nan règleman konstriksyon yo
- Atik 18. Sa ou ka atann nan yon bilding ki fèt dapre kòd konstriksyon yo
- Atik 19. Enpòtans verifikasyon pandan konsepsyon bilding yo
- Atik 20. Enpòtans kontwòl kalite pandan konstriksyon
- Atik 21. Evite eleman ki pa fè pati estrikti kay yo domaje
- Atik 22. Ranfòse bilding yo kont tranblemann tè
- Atik 23. Teknik avanse pou bilding yo kapab reziste tranblemann tè
- Atik 24. Planifikasyon vil ak sekirite kont tranblemann tè
- Atik 25. Sounami ak building yo

Entwodiksyon

Bezwen pou piblikasyon sa a vin parèt klè aprè yon ankèt ki te fèt nan 2019 ak moun ki enplike nan endistri konstriksyon nan Yogyakarta, Endonezi. Yo te mande san karant (140) enjenyè, achitèk, kontraktè ak pwopriyetè bilding pou bay sijesyon sou chanjman ke depatman bilding yo ta ka fè pou amelyore sekirite bilding pandan tranbleman tèt. Sijesyon ki te tounen pi souvan an se te pou depatman bilding yo pran yon wòl nan edikasyon. Moun ki te reponn nan ankèt la te kwè ke enfòmasyon sou danje tranbleman tèt, efè tranbleman tèt sou bilding, ak règleman konstriksyon ki gen rapò ak sekirite bilding yo ta dwe disponib fasil pou tout moun jwenn, menm pou anplwaye depatman bilding yo tou.

25 atik enfòmasyon nan dokiman sa a te ekri an premye pou moun ki nan endistri konstriksyon ansanm ak piblik jeneral nan Bandung, twazyèm pi gwo vil Endonezi a. Pandan plizyè ane, otè a te pase anpil mwa nan vil sa a. Malgre ke atik yo ekri pou yon kontèks espesyal, yo fèt pou sèvi kòm yon modèl. Lide a se pou modifiye atik yo pou yo adapte ak kontèks lokal yo, sa vle di materyèl ak metòd konstriksyon ki itilize nan peyi a. Apre sa, si sa nesèsè, tradui yo nan lang lokal yo, pou anpil vil ak rejyon ki gen pwoblèm tranbleman tèt nan peyi k ap devlope yo.

Après devlope resous edikatif atik sa yo, World Housing Encyclopedia ap chèche patnè nan peyi k ap devlope yo pou tradui yo, chanje sa ki nesèsè epi gaye yo. Yon patnè dwe gen volonte pou amelyore sekirite bilding lokal yo kont tranbleman tèt, gen eksperyans nan konsepsyon bilding ki reziste kont tranbleman tèt, gen bon repitasyon epi moun respektè l lokalman, epi li dwe gen yon pozisyon kote li gen enfliyans nan endistri konstriksyon lokal la. Après chanje ak tradui atik yo pou yo pi pètinan pou zòn nan, patnè a ap gaye yo.

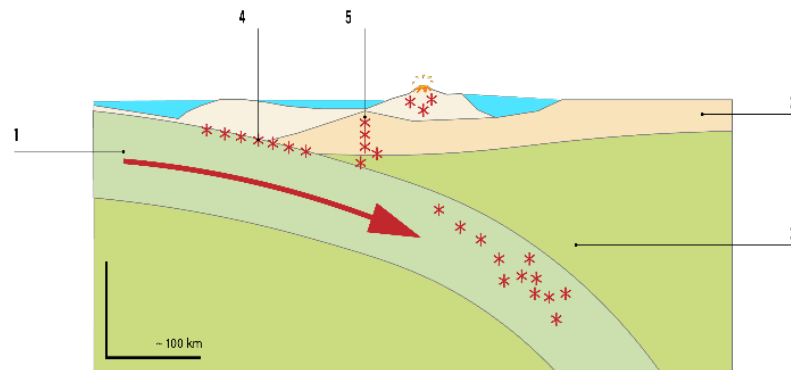
Nan pi bon ka, patnè ki pi enpòtan an se yon depatman konstriksyon lokal oswa rejyonal. Nan pi bon sitiyasyon, li ta mete vèsyon lokal atik yo sou sit entènèt li, epi menm bay kopi enprime pou moun ki ap chèche pèmi konstriksyon ansanm ak piblik jeneral la. Oubyen, yon patnè ta ka yon depatman gouvènman, yon sosyete nasyonal sou tranbleman tèt, yon gwoup pwofesè inivèsite, oswa yon gwo konpayi konsèy jeni. Yo ap rekonèt kontribisyon patnè a nan vèsyon lokal final atik yo epi sa ap ede ogmante vizibilite piblik patnè a. Patnè a ta ka tou ofri pou reponn kesyon ki soti nan atik yo.

Anplis mete atik yo sou yon sit entènèt ak/oswa enprime atik yo pou moun ki vin vizite an pèsòn, gen lòt fason pou gaye yo. Pa egzanp, yo ta ka pibliye atik yo kòm yon seri atik nan jounal oswa magazin. Yo ka vize magazin ke pwofesyonèl konstriksyon ak pwopriyetè bilding ak kay li. Petèt tou yo ta ka pwomote atik yo bay enstitisyon edikasyon pwofesyonèl ak fòmasyon konstriksyon ki apwopriye.

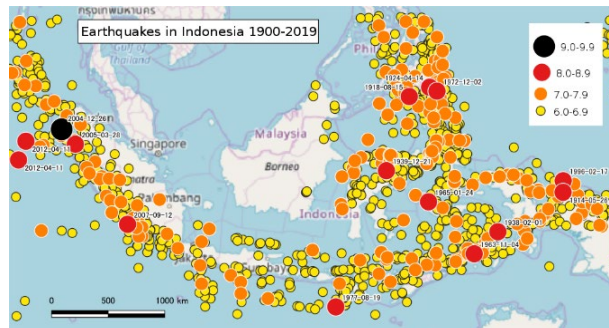
Kay ki reziste nan tranblemann tè

Atik 1. Bandung ak tranblemann tè

Endonezi gen anpil vòlkan, ki gaye sou tout longè li soti nan Sumatra rive pi lwen pase Lombok, fè nou sonje ke nou ap viv sou wòn dife Pasifik la. Anplis de sa nou vilnerab akòz eripsyon vòlkan, nou ap viv tou sou bò yon plak tektonik. Li fòse Plak Ostrali an pliye pandan li kontinye ap glise anba Endonezi ak yon vitès ki k konpare ak zong kap pouse! (Imaj 1). Mouvman-an pa dous. Pafwa glisman an vin bloke. Kontrent yo monte. Kontrent ak enèji yo lage brit sou kou ak vyolans nan wòch yo, sa ki lakòz yon tranblemann tè. Imaj 2 a montre gwo tè ak kote youn nan tranblemann tè Endonezyen ki sot pase yo.



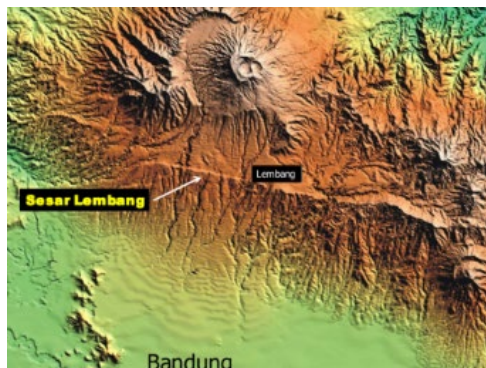
Imaj1. Yon koup transversal atravè Sumatra ak yon vòlkan ki montre plak Ostrali a (1) glise anba Sumatra ak kwout Kontinantal la (2) nan manto a (3). Tranblemann tè (4) yo pwodwi pa mouvmman sa a epitou sou fay Sumatra a (5).



Imaj2. Dènye gwo tranblemann tè ki rive an Endonezi (Wikipedia). Tranblemann tè yo gwoupe dapre gwo tè yo oswa enèji yo lage.

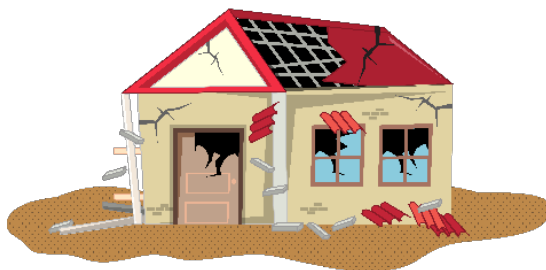
Pandan ke rejyon ki pi aktif ak tranblemann tè an Endonezi yo tou pre bò plak tektonik ki ap deplaseyo, lòt rejyon, tankou Gran Bandung, fè eksperyans tranblemann tè ki vini de fay aktif lokal yo. Isit la, Fay Lembang kouri soti nan Lès pou ale nan Lwès ant nò Bandung ak Lembang (Imaj 3). Rechèch syantifik¹ montre ke pandan lavi yon moun gen 20% chans poul viv ke yon tranblemann tè sou fay sa a ase fò pou domaje ak kraze kay.

Pandan yon tranblemann tè, tè a deplase ale-vini rapidman e san previzyon nan tout direksyon. Mouvman tè pandan yon gwo tranblemann tè ka fè w vin tèlman dezekilibre kew pa ka kanpe. Tè a menm ka afekte pa tranbleman sa a, sa ki la kòz glisman tè ak likefaksyon kote tè a vin mou vin tounen la bou. Men, an jeneral, kay nou ap viv e kote nap travay chak jou, pral sibi pi plis.



Imaj3. Foto ayeryen ki montre kote Bandung ak fay Lembang la (DirektoratGeologi Bandung).

Bilding yo vibre, souke dwat agoch pandan yon tranblemann tè. Pati ki pi wo yo oswa etaj bilding yo deplase sou kote plis pase sa ki anba yo pandan bilding yo pliye ak defòme pandan tranbleman an (Imaj 4). Sa mete gwo kontrent sou estrikti ki sipòte building yo, tankou kolòn, travès ak mi yo. Se tankou ou kanpe wo ak tou de pye atè, ak yon zanmi pouse ou dousman dèyè. Tèt ou ak zepòl ou ap deplase pi plis pase jenou ou ak janm ou. Misk nan pye ou yo pral fè plis efò pou anpeche ou tonbe. Sa a se menm jan ak sa yon bilding sibi pandan yon tranblemann tè. Kolòn an beton ame ak miray an masonri yo se yo ki pi vilnerab. Si yo andomaje, bilding yo ka tonbe. Nou menm, fanmi nou, zanmi nou yo ak lòt moun ka pami viktim yo.



Imaj4. Kay pandan tranblemann tè.

Erezman, li senp epi li pa twò chè pou konsevwa ak konstwi bilding ki reziste nan tranblemann tè. Dega sou kay pandan tranblemann tè pa inevitab. Nou ka evite sa! Plis atik nan seri sa a eksplike ki jan pou nou fè sa nan plis detay. Pou nouvo kay nan Endonezi ak nan lòt peyi yo a la fwa an sekirite epi evite gwo dega pandan tranblemann tè, se yon bagay pou amelyore pratik aktyèl la ak aplike prensip ak pratik ki byen koni e ki fè prèv yo. Se konsa nou ka kenbe tèt nou, fanmi nou, ak pwòch nou viv an sekirite pandan tranblemann tè.

Menm si Bandung pa nan rejyon sismik ki pi aktif la, chans pou yon gwo tranblemann tè fè gwo domaj nan bilding ou a pa piti. Li pi wo pase, pa egzanp, pou gen yon aksidan machin grav. Bilding ki an sekirite pou tranblemann tè yo fasil pou reyalize, men yo pa rive san plis atansyon pase nòmal.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranblemanntè, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranblemanntè. Yo fèt pou pwopriyetè potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranblemanntè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesesè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

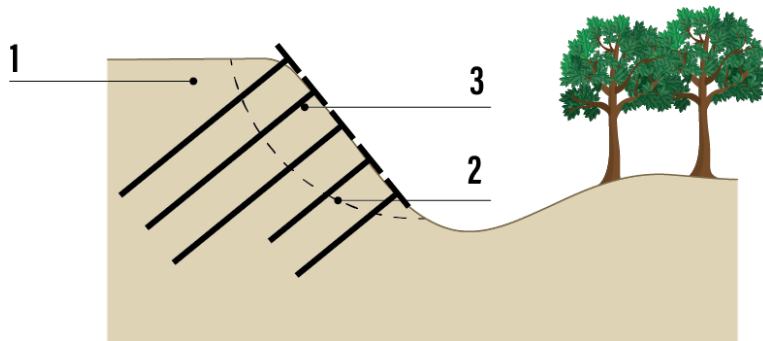
Daryono, M. R., Natawidjaja, D. H., Sapiie, B., and Cummins, P., 2019. Earthquake Geology of the Lembang Fault, West Java, Indonesia, *Tectonophysics*, Volume 751, 20 January, pp. 180-191.

Kay ki reziste nan tranblemann tè

Atik2. Evite pwoblèm tè ak fondasyon pandan tranblemann tè

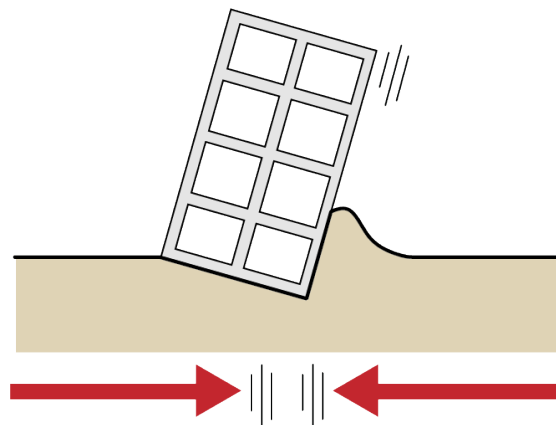
Ideyalman, chak nan nou ta renmen kay li oswa bilding li rete a bati sou wòch solid. Si se konsa, nou ta elimine plizyè ka tè ki ka koze gwo domaj nan kay nou. Pandan tè ap tranble, tè a ka konpòte l yon fason ki pa sèlman dwòl men ki se danje pou kay yo.

Petèt danje ki pi klè rive nan ravin yo. Yo sansib a wòch kap tonbe ak tè kap glise. Tou lè de ka detwi kay yon moun ak tout yon kominote. An jeneral, solisyon enjenyè sivil yo jwenn konn anpeche pwoblèm sa yo. Pa egzanp, drenaj nan kouch tè anlè yo ka anpeche dlo lapli fè tè a vin mou ki ka glise lè tranblemann tè a komanse. Estabilizasyon aktif nan do mòn ki mande fouye twou pwofon ak enstale ankraj nan tè pou anpeche ke tè a glise sa ki ka mande plis entèvansyon ak envestisman (Imaj 1).



Imaj 1. Yon koup transvèsal nan yon pant ki pa estab (1). Yon mòso tè koub ki ta ka glise (2) yo anpeche li glise ak ankraj nan tè avèk kèk bafè (3) ki fouye ak beton nan pant lan.

Nou ka byen sezi, yon pwoblèm grav ke tranblemann tè pwovoke ka pèsiste anba menm tè ki plat. Sa a se sitou ka kote sòl la chita sou sab ki pa kenbe anba nivo dlo a. Tranblemann tè melanje sab la ak dlo tankou yon labouyi. Se poutèt sa sa yo rele li "likefaksyon". Kay ki bati sou tè sa ki vin likid, ka koule ladan l. Yo panche, oswa menm tonbe nèt (Imaj 2). Chèche sou entènèt la pou "buildings liquefaction" pou wè anpil foto. Nan ka pi grav yo, tankou pandan tranblemann tè Palu an Endonezian 2018 la, anpil kay yo te pote ale epi yo te disparèt nan tè ki toudenkou tounen labou.



Imaj 2. Tranblemann tè lakòz kèk tè pèdi fòs e tounen tankou dlo, ki koze bilding nan panche.

Danje sa yo ki ka rive ki gen rapò ak tè avèk tranblemann tè se yon rapèl ke nou bezwen mennen ankèt sou tè a anvan konsepsyon ak konstriksyon. Yo rekòmande fè tèsen teren an. Tèsen senp pou ti kay, men tèsen pi konplè pou gwo pwojè yo.

Enjenyè sivil yo bezwen rezilta tè sa yo pou yo ka gen konfyans ke teren a kapab sipòte pwa kay la. Tès la anjeneral vle di fouye anba sifas tè a pou konnen ki kalite tè ki la (Imaj 3). Yo souvan pran echantiyon tè yo pou fè tè nan laboratwa. Espesyalman pou pi gwo bilding, kliyan yo ta dwe angaje yon enjenyè jeoteknik pou fè aranjman pou tè sa yo, pou entèprete rezilta yo ak rekòmande kritè konsepsyon. Pou sit ki sou pant oswa ki gen tandans fè likefaksyon, enjenyè jeoteknik yo ka rekòmande kèk mezi pou depase pwoblèm ki ka mete an danje sekirite bilding yo.



Imaj 3. Yon machin ki fouye pou pran echantiyon tè pou fè tè nan yon laboratwa.

Li trè zenpòtan pou mèt bilding yo fè ankèt ak tè korèk pandan etap konsepsyon an ak anvan yo kòmanse konstwi. Sa a patikilyèman enpòtan pou zòn ki gen tè mou.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranblemanntè, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranblemanntè. Yo fèt pou pwopriyetè potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranblemanntè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesesè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

Charleson, A. W., 2008. *Seismic design for architects: outwitting the quake*. Oxford, Elsevier. Chapter 7, pp. 113-123.

Moller, E., 2016. Demonstrate liquefaction: shaky sediments. Exploratorium Teacher Institute.

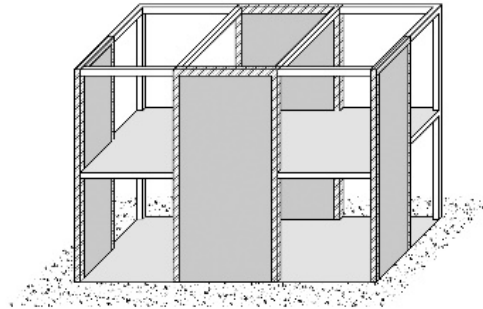
<https://www.youtube.com/watch?v=Kkgt-cPjBwA> (accessed 8 May 2020).

Murty, C. V. R., 2005. Earthquake Tip 30: What is important in foundations of earthquake-resistant Buildings? IITK-BMTPC "Learning earthquake design and construction", NICEE, India. <http://www.iitk.ac.in/nicee/EQTips/EQTip30.pdf> (accessed 5 May 2020).

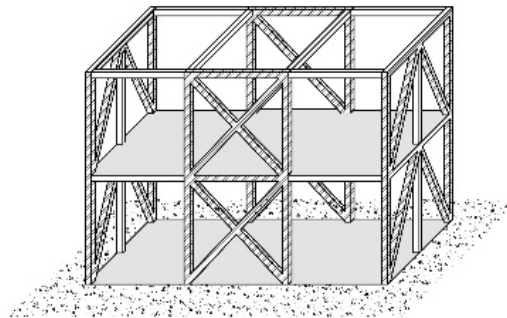
Kay ki reziste nan tranblemann tè

Atik 3. Twa sistèm estriktirèl pou reziste kont tranblemann tè

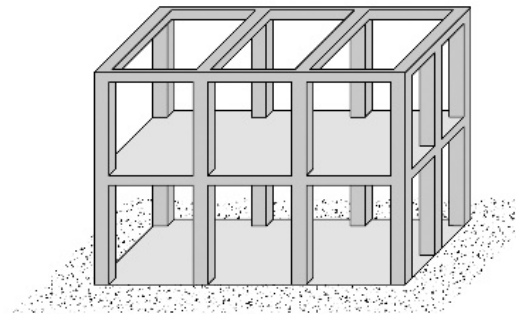
Nan nenpot vil kay yo tout jan. Gen kèk ki gen ti wotè pandan ke gen lòt ki trè wo, gen kèk ki se kounouk e gen lòt ki men lajè, tankou yon sant komèsyal. Menmsi kay yo parèt depaman youn ak lòt, gen sèlman twa sistèm estriktirèl ki menm pou tout kay pou reziste pandan yon tranbleman tè. Twa sistèm yo se mi ak ba fè, ke yo rele mi estriktirèl; ankadreman ak kontrevantman an triyann; ak ankadreman poto ak travès, jan yo montre nan Imaj youn nan.



(a) Shear walls



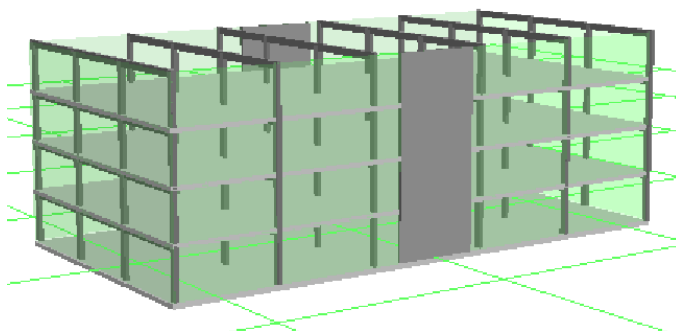
(b) Braced frames



(c) Moment frames

Imaj 1. Twa system estrekti ki menm pou ede kay yo reziste pandan yon tranbleman tè (de pi djanm la a pi fèb)

Lè achitèk ak enjenyè sivil yo konsevwa yon nouvo kay, yo chwazi youn nan twa sistèm sa yo pou reziste a fòs tranbleman tèt yo. Pafwa, yo chwazi de nan system sa yo pou reziste ak sekous tranbleman tèt nan kay la, youn nan chak direksyon (Imaj 2). Depi youn nan twa sistèm yo bay kay la ase fòs pou reziste, kay la ka reziste ak sekous nan nenpòt direksyon.



Imaj 2. Sis ankadremman poto ak travès, chak gen twa trave, yo reziste ak sekous nan kay la, ak de mi estriktirèl ki reziste ak sekous nan direksyon longè kay la. (dal yo pa parèt).

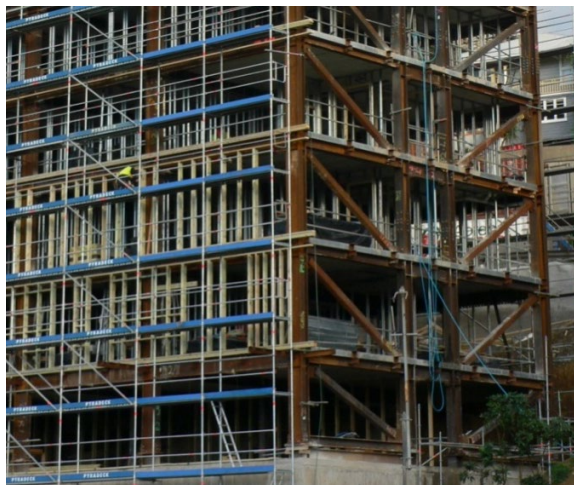
Chak sistèm yo vètikal epi yo ta dwe soti depi nan fondasyon kay la rive nan tèt kay la. Kantite mi yo, ankadremman ak kontrevantman an triyan oswa ankadremman poto ak travès ki nesese yo depann de risk sismik yon vil, gwosè kay lan ak enpòtans li pou kominote a.

Ankadremman poto ak travès yo se yon sistèm ki pi popilè (Imaj 3). Poto yo ak travès yo reziste a tranbleman tèt lè yo byen konekte (wè Atik 6). Ankadremman yo ofri pi gwo libète pou planifye espas andedan kay la ak ouvèti fenèt yo. Malerezman, ankadremman poto ak travès yo anjeneral pi fleksib nan tranbleman tèt pase de lòt sistèm yo. Yo balanse pi plis e yo ale pi lwen epi yo gen plis tandans fè domaj. Yo pi difisil tou pou konsepsyon ak bati byen, epi yo sansib a erè konstriksyon. Tankou pou materyo konstriksyon yo, yo anjeneral bati ak beton ame oswa asye estriktirèl. Kad an bwa yo ka itilize pou kay ki ba.



Imaj 3. De ankadremman poto ak travès ki gen 4 trave pou reziste a fòs tranbleman tèt ki aji sou kay la. Ankadremman ki sanble ak yo ta dwe sou lòt bò kay la.

Ankadremman ak kontrevantman an triyang yo genyen manm dyagonal ki fòme triyang ak travès yo ak kolòn yo (Imaj 4). Yo fèt an asye epi yo souvan jwenn yo nan konstriksyon ki ba, tankou depo. Kalite soudaj yo ka yon feblès nan koneksyon asye sof si gen asirans kalite ki byen fèt, poutrèl ak diagonal yo ka pèmèt kay yo reziste anba gwo fòs.



Imaj 4. Ankadreman an asye ak diagonal yo ki reziste kont fòs tranblemann tè ki aji nan bilding nan. Ankadreman an asye yo bay fòs ansanm bilding nan.

Mi ki feraye oswa mi estriktirèl yo se potansyèlman sistèm estriktirèl ki pi fò kont tranbleman tè (Imaj 5). Nan tout monn la, yo gen pi bon renome. Plis mi yo long e plis gen mi, se pi plis bilding yo fò. Sa vle di ap gen mwens mouvman ale vini ki ka lakòz domaj nan bilding nan. Beton ki gen fè se materyo ki itilize pi souvan pou konstwi mi estriktirèl ki wo. Mi masonri chene (refere Atik 4) yo bon pou kay ki ba. Nan kèk peyi ki konn gen tranblemann tè, tankou Etazini oswa Nouvèl Zelan, konstriksyon an bwa ki ba yo fèt ak mi estriktirèl an playwoud oswa kontreplake pou reziste ak tranblemann tè. Pwodui an bwa ki itilize nan konstriksyon tankou bwa prepare komanse itilize tou kòm mi estriktirèl nan kay ki wo.



Imaj 5. Yon miray estriktirèl konkrè ki ranfòse reziste a fòs ki aji sou longè bilding nan. Ta dwe gen yon lòt miray sou lòt bò a nan bilding nan.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranblemann tè, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranblemann tè. Yo fèt pou pwopriyetè potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni

Tranblemann tè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesesè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

Braced Frame. Glossary for GEM Taxonomy. Global Earthquake Model. <https://taxonomy.openquake.org/terms/braced-frame-lfbr>.

Charleson, A. W., 2008. *Seismic design for architects – outwitting the quake*. Elsevier: Oxford. Chapter 4 “Vertical structure”, pp. 63-91.

Moment Frame. Glossary for GEM Taxonomy. Global Earthquake Model. <https://taxonomy.openquake.org/terms/moment-frame-lfm>.

Murty, C. V. R., 2005. *How do earthquakes affect reinforced concrete buildings – Earthquake Tip 17*. IITK-BMTPC “Learning earthquake design and construction”, NICEE, India. <http://www.iitk.ac.in/nicee/EQTips/EQTip17.pdf> (accessed 5 May 2020).

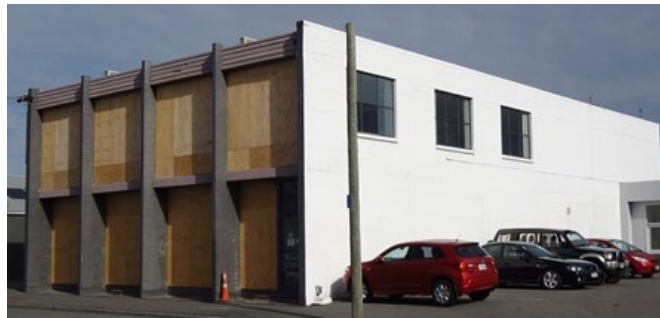
Murty, C. V. R., 2005. *Why are buildings with shear walls preferred in seismic regions?– Earthquake Tip 23*. IITK-BMTPC “Learning earthquake design and construction”, NICEE, India. <http://www.iitk.ac.in/nicee/EQTips/EQTip17.pdf> (accessed 5 May 2020).

Wall. Glossary for GEM Taxonomy. Global Earthquake Model. <https://taxonomy.openquake.org/index.php/terms/wall-lwal>.

Kay ki reziste nan tranblemann tè

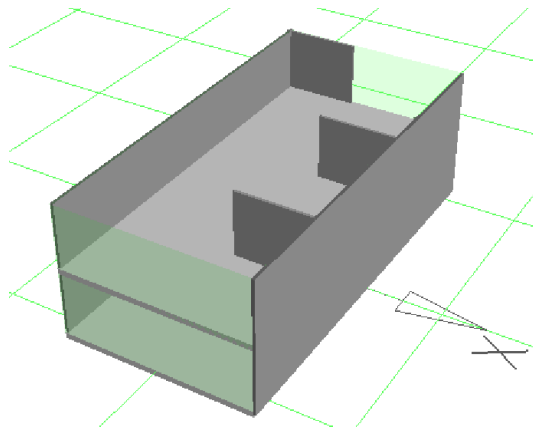
Atik 4. Poukisa mi rezistan yo se pi bon eleman estriktirèl ki reziste a tranblemann tè

Jan sa te masyone nan Atik 3 a, mi yo se youn nan twa sistèm ki pi koni ke yo itilize nan bilding pou reziste lè gen mouvman orizontal. Mi yo parèt pi djanm nan twa sistèm yo, yo gen mwens chans pou gen erè nan nan konstriksyon yo. Yo gen tou yon trè bon renome ki baze sou obsèvasyon entènasyonal sou kay ki domaje pandan tranblemann tè (Imaj 1). Malgre ke mi estriktirèl yo pa tèlman itilize nan bilding ki gen mwayèn pou rive nan gwo wotè lè nou konpare ak ankadreman poto ak travès, kad yo plis kapab sibi domaj. Pa egzanp, pou rezon sa a, anpil nan bilding nan Chili gen mi estriktirèl olye de ankadreman poto ak travès. Mi yo te byen konpote yo lè te gen dènye gwo tranblemann tè yo.



Imaj 1. Yon bilding ki andomaje pandan tranblemann tè. Rezistans ak rijidite mi long ki pentire an blan an anpeche domaj. Yon sistèm estriktirèl ki pi fleksib ki aji sou tout bilding nan te lakoz pi gwo mouvman ak domaj nan fasad devan an. Li kouvri tanporèman ak fèy playwoud.

Kidonk mi yo se pi bon eleman estriktirèl pou reziste kont tranblemann tè. Men, chwa materyo pou miray la depann de wotè bilding nan. Nan bilding ki ba, tankou kay yon etaj ak de etaj, mi an masonri chene (Atik 7) se pi enteresan lè nou konsidere aspè konstriksyon ak pri (Imaj 2). Dimansyon chenaj (poto ak travès solid) ki nan nan bilding sa yo pi piti pase sa ki nan bilding ki menm jan yo men ki itilize ankadreman poto ak travès (Atik 6). Jan sa te di pi wo a, miray yo mennen nan mouvman ki pi piti. Pou tèt sa, mi yo ak lòt eleman bilding yo, tankou mi ki separe chanm yo, sibi mwens domaj lè gen tranblemann tè. Sepandan, miray yo limite jan ou ka planifye andedan kay la ak limyè natirèl plis pase ankadreman poto ak travès yo. Pri fondasyon yo ka pi wo tou. Sa yo se prensipal dezavantaj yo.



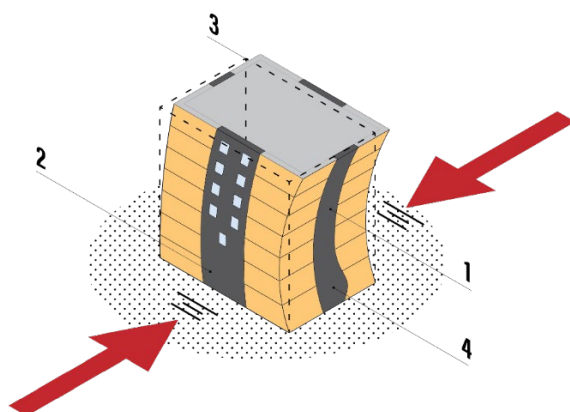
Imaj 2. Yon kay de etaj ak mi masonri chene ak yon dal an beton (ki pa montre). De mi sou kote kay la men longè pèmèt kay la reziste ak sekous nan direksyon pi long long bilding nan. Twa miray pi kout ap reziste ak sekous lateral yo (direksyon X). Poto ak mi separasyon yo pa montre.

Mi ki fèt ak beton epi fè itilize anpil nan bilding ki wo nan lòt peyi ki konn gen tranbleman tèt. Mi sa yo sòti san kanpe depi nan fondasyon ki solid, ak oswa san pil ak san gwo ouvèti nan premye etaj yo, pou rive sou do kay la (Imaj 3). Chak dal beton ak do kay la bezwen yon koneksyon fò ak mi yo.



Imaj 3. Yon kay kap kontwi. Pifò fòs tranbleman tèt yo nan tou de direksyon yo reziste pa mi estriktirèl an beton ame. Nan ka sa a, kèk ranfò bay tou pa yon ankadremman an asye ki alantou.

Pou asire sekirite, mi estriktirèl yo dwe gen ase epesè ak ase longè orizontal. Si mi yo twò mens, bout yo ka pi fasil tòde epi yo ka domaje pandan tranbleman tèt. Si yo twò kout oswa twò mens, mi yo ap twò fèb ak fleksib, e bilding yo ka souke twòp (Imaj 4) e sa ka lakòz twòp domaj. Pou bilding an masonri ki ba, kantite mi rezistan ki nesèsè nan tou de direksyon, longè ak epesè mi yo ka jwenn nan gid konstriksyon yo, tankou pa Meli (2011). Detay korèk pou mete asye nan konstriksyon mi yo enpòtan tou pou asire sekirite nan yon tranbleman tèt (Carlevaro, 2018). Pou bilding ki pi wo, mi estriktirèl yo dwe fèt dimasyon pa enjenyè sivil kalifye.



Imaj 4. Pandan yon tranbleman tèt, de mi rezistan mens (1) sou kote men pèmèt twòp mouvman. Epi tou, yo pliye nan baz yo. De mi ki pi long (2) pèmèt mouvman nan lòt direksyon an limite. Pozisyon orijinal bilding nan make pa kontou pwentiye yo (3) ak (4) montre mi a pliye nan baz li paske li twò mens.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranbleman tèt, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranbleman tèt. Yo fèt pou pwopriyetè potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni KAY KI REZISTE NAN TRANBLEMAN TÈT | Atik 4. Poukisa mi yo se pi bon eleman estriktirèl ki reziste a tranbleman tèt

Tranblemann tè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesesè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

Carlevaro, N., Roux-Fouillet, G., and Schacher, T., 2018. Guide book for building earthquake-resistant houses in confined masonry. Guide book for technical training for earthquake-resistant construction of one to two-storey buildings in confined masonry. Swiss Agency for Development and Cooperation Humanitarian Aid and Earthquake Engineering Research Institute. http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2018/11/Guide-book-for-building-eq-re-houses-in-cm_version-1806.pdf (accessed December 2019).

Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier. Chapter 5, pp. 66-76.

Meli, R., Brzev, S., Astroza, M., Boen, T., et al., 2011. Seismic design guide for low-rise confined masonry buildings. EERI and IAEE. <http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/08/ConfinedMasonryDesignGuide82011.pdf> (accessed April 2020).

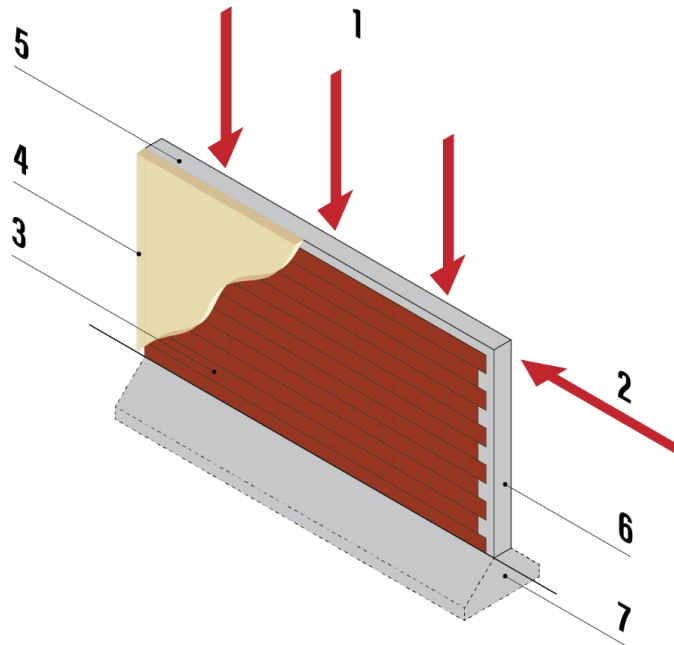
Murty, C.V.R., 2005. *Why are buildings with shear walls preferred in seismic regions?— Earthquake Tip 23*. IITK-BMTPC “Learning earthquake design and construction”, NICEE, India. <http://www.iitk.ac.in/nicee/EQTips/EQTip17.pdf> (accessed 5 May 2020).

Kay ki reziste nan tranblemann tè

Atik 5. Èske mi nan bilding yo itil pandan tranblemann tè?

Tout kay ak bilding gen mi. Mi yo pwoteje nou. Pifò mi nan bilding Bandung yo bati an brik oswa blòk, après yo krepri ak pentire. An jeneral mi yo jwenn yo alantou bilding yo, men genyen tou andedan bilding la. Mi yo kreye espas nou okipe yo ak ouvèti pou pòt ak fenèt yo, rann espas yo pi fasil pou viv. Mi yo sipòte tou do kay la.

Menm jan ak nenpòt moun, mi an masonri yo gen fòs ak feblès. An reyalyte, yon miray gen de pwen fò ak yon pwen fèb enpòtan. Premyèman, youn nan pwen fò yon miray se jan li ka sipòte pwa konstriksyon ki anlè li. Li fò tou lè li ap reziste ak yon fòs orizontal ki paralèl ak longè li, tankou pandan yon tranblemann tè. Sa a se espesyalman konsa si yo te mete brik miray la an premye, epi se sèlman aprè kolòn ak senti an beton ame yo koule, sa ki pratik. Tip konstriksyon sa bay sekirite, anpil moun itilize li an Endonezi, yo rele li masonri chene. Manm an beton ame vètikal ak orizontal yo kwense brik yo, anpeche yo tonbe, epi jeneralman mare tout bagay ansanm (Imaj 1 ak 2). Mi brik ki pa genyen ranfò sa yo pa an sekirite pandan tranblemann tè.

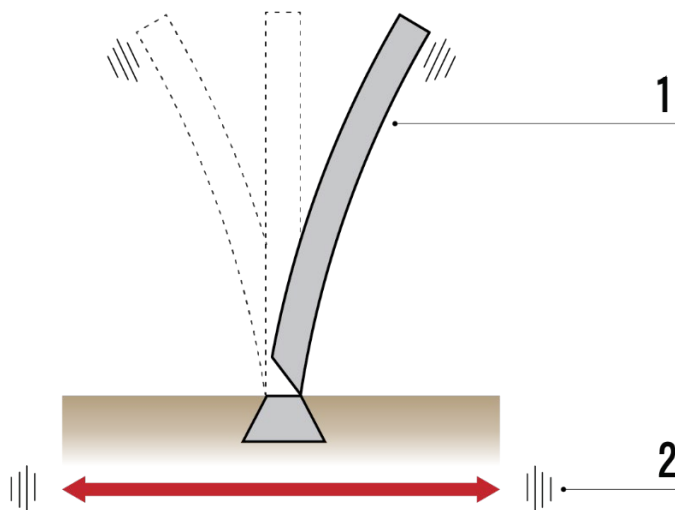


Imaj 1. Yon mi solid pou fòs ki sòti anlè ki desann anba (1) ak fòs orizontal (nan tranblemann tè) (2) paralèl ak longè li. Inite masonri oswa brik (3) yo krepri (4) epi yo sipòte pa yon fondasyon (7). Masonri a mare ak yon senti (5) ak yon kolòn (6).



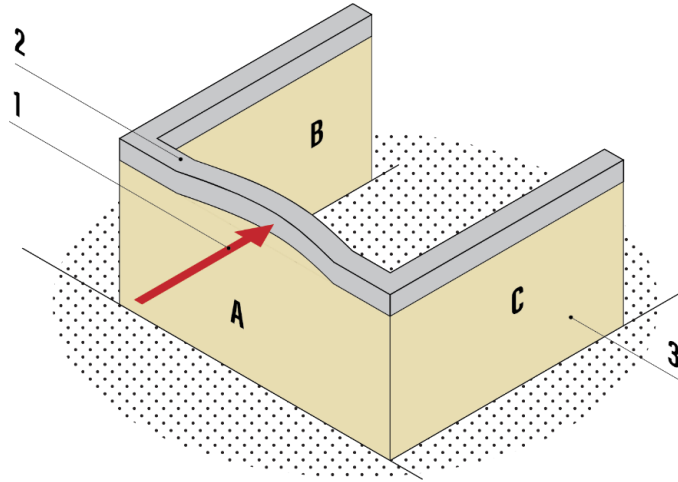
Imaj 2. Yon mi an masonri chene pandan li ap konstwi.

E pwen fèb mi yo? Kote yon mi mens epi li pa sipòte pa lòt mi sou kote li oswa yon etaj oswa twati, li trè fèb pou reziste ak tranbleman tè ki vini nan ang dwat nan longè li (Imaj 3). Sonje byen li difisil pou konstwi yon kay an katon ak zèl kat. Yon zèl kat (miray) pa ka rete kanpe pou kont li sou sòl si li pa sipòte pa youn lòt kat nan ang dwat li. Eseye li pou tèt ou!



Imaj 3. Yon miray ki montre nan koup transversal li (1) li vrèman fèb kont fòs lateral ki vini de mouvman pandan tranbleman tè (2).

Chak mi bezwen sipò sou kote pou korije feblès li yo, pandan youn ap sipòte lòt. Nan yon bilding reyèl nou fè fas ak feblès nan yon mi kont fòs sou kote nan tranbleman tè (ak van) pa lòt mi nan ang dwat oubyen lè yo mare ak senti. Senti sa a se de travès ki pase sou tèt mi vilnerab (fèb) la e ki mare ak lòt travès menm jan an ki pase sou mi ki oryante nan ang dwat ak mi fèb la (Imaj 4). Si yon miray pa konekte ak lòt mi nan ang dwat tankou sa a, li pral pwobableman tonbe pandan yon tranbleman tè. Kolòn ki mare ak pifò mi kay yo epi yo montre nan Imaj 1 yo twò fèb pou kont yo pou bay sipò pou mi yo.



Imaj 4. Pati nan kay la san do a. Mi A sibi yon fòs lateral nan tranblemann tè (1) li mare ak yon senti (2) ki li menm mare tèt mi A ak mi B ak C yo (3).

Nan pi gwo bilding ki gen kolòn ak senti an beton ame, mi yo pa sipòte pwa bilding nan. Sepandan, mi yo toujou bezwen sipò pou anpeche yo tonbe sou kote nan oswa sòti deyò bilding nan pandan tranblemann tè.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranblemann tè, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranblemann tè. Yo fèt pou pwopriyetè potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranblemann tè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesèsè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

Carlevaro, N., Roux-Fouillet, G., and Schacher, T., 2018. Guide book for building earthquake-resistant houses in confined masonry. *Guide book for technical training for earthquake-resistant construction of one to two-storey buildings in confined masonry*. Swiss Agency for Development and Cooperation Humanitarian Aid and Earthquake Engineering Research Institute. http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2018/11/Guide-book-for-building-eq-re-houses-in-cm_version-1806.pdf (accessed December 2019).

Kay ki reziste nan tranblemann tè

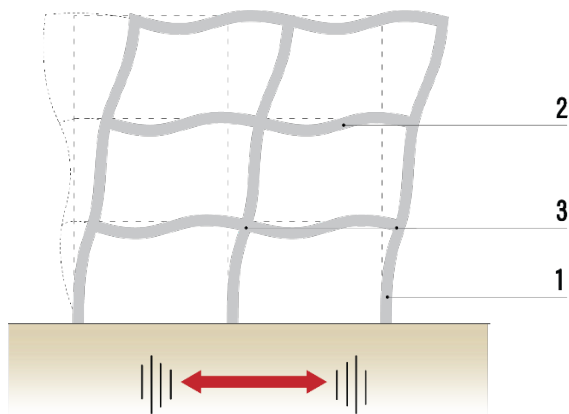
Atik 6. Koman kay ki fèt ak poto epi travès an beton ame bouje pandan tranblemann tè?

Pandan kay ki ba tankou kay ki gen yon sèl oswa de etaj konte sou miray an masonri oswa an bwa pou sipò pandan tranblemann tè, anpil kay ki pi wo depann sou yon estrikti kolòn ak travès an beton ame ki sipòte dal chak etaj. Estrikti sa yo ka fèt tou an asye. Manm estriktirèl vètikal ak orizontal sa yo travay ansanm pou sipòte pwa yon kay ak pou reziste ak yon tranblemann tè ki li menm orizontal.

Pi bon fason pou apresye yon estrikti an beton ame ak kijan li reziste pandan yon tranblemann tè se pou wè li pou kont li! Sa vle di, pou wè estrikti a san miray sou kote yo ak sa ki andedan kay la anvan yo konstwi (Imaj 1). Sèlman kat bagay ki vizib, do kay, dal lòt etaj yo, kolòn ak travès yo. Konpare ak yon miray ki pi long, kolòn yo trè mens. Yo se manm estriktirèl ki pi frajil nan yon kay. Yo sipòte tout pwa bilding nan. Pandan tranblemann tè, kolòn yo bezwen plwaye ak balanse sou kote san yo pa kraze pandan yo ap reziste ak fòs orizontal yo (Imaj 2).



Imaj 1. De kay sa yo kanpe aprè yon tranblemann tè gras ak fòs poto ak travès yo. Mi yo ak revètman deyo yo poko fèt.



Imaj 2. Yon poto (1) ak yon travès (2) yon ka yak kad kap bouje pandan yon tranbleman tè. Nap note ke kolòn yo ak travès yo pliye. Yo konekte nan jwenti solid (3) kote yo rankontre.

Men, kolòn yo pa ka fè tout travay sa a pou kont yo. Yo bezwen travès pou ede yo. Travès yo pi fon pase dal etaj yo ki sipòte yo epi yo konekte solid ak kolòn yo. Yo bezwen yon ranfòsman espesyal an asye ki byen antre nan beton an nan jwenti yo. Jwenti solid ant kolòn ak travès vle di lè kolòn yo pliye, travès yo pliye tou. Sa rann bilding nan pi solid an jeneral, li vin mwens fleksib oswa mou, e li gen mwens chans pou li domaje.

Paske kolòn yo se eleman estriktirèl ki pi enpòtan, yo dwe pwoteje. Si yo sibi twòp domaj, tout bilding nan riske tonbe. Enjenyè yo itilize de estrateji pou pwoteje kolòn yo. Premyèman, kolòn yo dwe gwo ak fò. Kolòn mens yo jis pliye epi kase pandan yon tranbleman tè, kidonk kolòn yo dwe gwo anpil. Anplis ke yo dwe gwo ase, kolòn yo bezwen anpil ranfòsman an asye vètikal ak etriye orizontal sou tout wotè yo (Gade Imaj 3). Etriye yo anpeche kolòn yo kase pandan yo ap pliye sou kote. Kolòn yo ta dwe konsiderableman pi laj ak pi epè pase nenpòt miray masonri ki rankontre yo. Yo dwe gen dimansyon ki an akò ak kalkil enjenyè a.



Imaj 3. Ranfòsman nan kolòn yo vizib anvan yo koule beton an. Ranfòsman sa a fèt ak ba vètikal ki kap anpeche yo pliye, ansanm ak etriye orizontal ki anpeche beton kolòn nan kraze epi kite asye nan poto a.

Dezyèm estrateji pou pwoteje kolòn yo se kalkile yo pou yo pi djanm pase travès yo. Sa vle di ke pandan gwo tranbleman tè, travès yo, ki yon ti kras pi fèb pa esprè, sibi kèk domaj men ki pa kritik, e nan pwosesis sa a, pwoteje kolòn yo.

De estrateji sa yo fè ke estrikti ki an sekirite pandan tranbleman tè an jeneral gen kolòn relativman gwo, travès yon ti kras pi piti, ak jwenti solid ant travès ak kolòn.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranbleman tè, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranbleman tè. Yo fèt pou pwopriyete potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranbleman tè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesesè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

Murty, C. V. R., et al., 2006. At risk: the seismic performance of RC frame buildings with masonry infill walls. California, World Housing Encyclopedia. http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/05/RCFrame_Tutorial_English_Murty.pdf (accessed 8 June 2020).

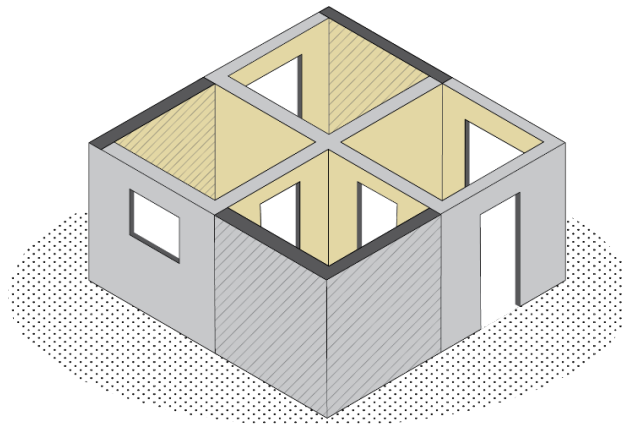
Kay ki reziste nan tranblemann tè

Atik 7. Prensip pou bilding an masonri ka an sekirite pou tranblemann tè

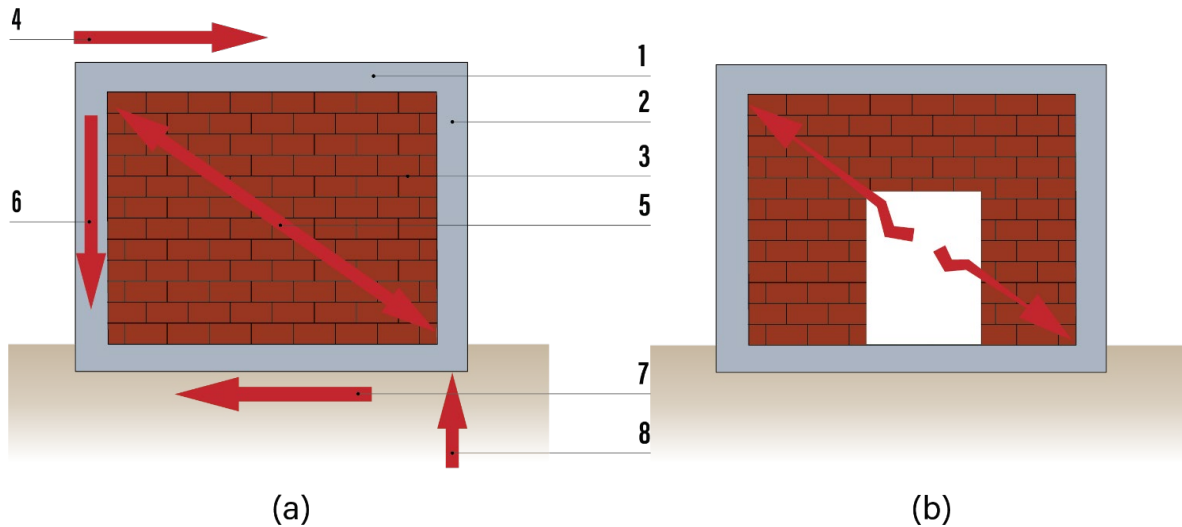
Atik 5 avan an bay enfòmasyon de baz sou mi an masonri, eleman ki pi komen nan bilding ki ba yo ki reziste nan tranblemann tè nan peyi Endonezi. Li te diskite sou fason mi yo fò nan direksyon longè yo men fèb ak mouvman sou kote yo. Mi an masonri, lè yo fèt ak bon jan kalite materyo, yo ta dwe bati kòm mi masonri mare nan beton. Sa vle di ke chak panno blòk ou brik mare ak yon poto nan chak bout li epi yon travès nan tèt li an beton ame. Travès la koule sou miray la nan nivo lamye a, si genyen, oubyen nan dal chak etaj.

Ki jan pou nou enkòpore mi sa yo nan yon bilding, tankou yon kay ki gen de etaj? Premyèman, nou dwe sonje ke mi yo dwe pwoteje bilding yo nan kont tranblemann tè. Apre sa, nou bezwen aplike kat prensip sa yo:

1. Chak kay bezwen de mi solid pou piti paralèl ak longè bilding lan ak de mi nan ang dwat ak lot de premye mi yo. Tranblemann tè a soti nan tout direksyon kidonk chak bilding bezwen rezistans sou kote ak nan longè (Imaj 1). Menm si tout mi an masonri yo ta dwe konstwi tankou mi konfine, mi fò yo pa dwe gen gwo ouvèti ki ap febli li nan anpeche fòs diagonal yo fòme nan li (Imaj 2). Pi lwen, epesè masonri plis krepisay yo ta dwe ase pou gwo wotè miray la, epi finalman, chak miray fò yo ta dwe pi long pase mwatye wotè mi a. Gade Meli (2011) ak lòt dokiman pou plis enfòmasyon detaye.

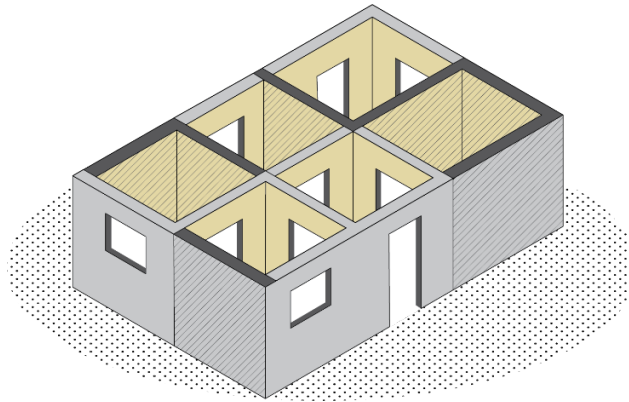


Imaj 1. Nan kay senp sa a ki gen de mi fò (montre an gri san gwo ouvèti) reziste ak sekous sismik ki traverse bilding la ak longè li.



Imaj 2. Yon miray an masonri solid ki mare ak senti (1), kolòn (2) ak masonri (3). Lè yon tranblemann tè frape (4) li reziste pa konpresyon dyagonal nan mi an (5) ak tansyon nan youn nan kolòn yo (6). Fòs tranblemann tè orizontal la reziste pa tè a (7) ak fòs vètikal la tou pa tè a (8). Nan (b) miray la gen yon ouvèti ki anpeche fòmasyon nan liy dyagonal fòs ki rann miray la febli.

- Mi fò yo ta dwe byen distribye nan tout bilding lan, nan tou de direksyon (Imaj 3). Miray ki nan menm direksyon an e ki byen plase youn pa rapò ak lòt, anpeche bilding la tòde pandan yon tranblemann tè. Li enpòtan anpil pou gen mi ase, an tèm de longè ak epesè, nan chak direksyon. Ki sa ki "ase" depann sou gwosè bilding lan ak kalite brik oswa blòk yo.



Imaj 3. Miray solid yo byen distribye nan tout bilding lan. Kat mi solid reziste ak sekous transversal atravè kay la ak twa pou reziste ak sekous nan sans longè bilding lan. Tout mi yo dwe mare ansanm ak senti yo (ki pa montre).

- Senti yo dwe mare tèt mi yo ansanm. Senti yo pa sèlman sere panno masonri yo, men tou mare eleman konstriksyon yo ansanm pou anpeche youn dekole ak lòt.
- Mi fò nan nenpòt bilding yo ta dwe vètikal an kontini soti nan fondasyon an pou rive nan senti ak do kay la. Sa vle di, pa egzann, ke nan yon kay ki gen de etaj, yon miray fò nan etaj anwo a dwe chita dirèkteman sou menm kalite miray fò nan etaj ki bay a tè a.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranblemann tè, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranblemann tè. Yo fèt pou pwopriyetè potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranblemann tè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesesè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

Boen, T., et al., 2009. BukusakuPersyaratanpokokrumah yang lebihaman. PU and JICA.

https://www.jica.go.jp/indonesia/indonesian/office/topics/pdf/buku_saku_0.pdf (accessed 11 April 2020).

Carlevaro, N., Roux-Fouillet, G., and Schacher, T., 2018. Guide book for building earthquake-resistant houses in confined masonry. Swiss Agency for Development and Cooperation Humanitarian Aid and EERI. http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2018/11/Guide-book-for-building-eq-re-houses-in-cm_version-1806.pdf (accessed December 2019).

Meli, R., Brzev, S., Astroza, M., Boen, T., et al., 2011. Seismic design guide for low-rise confined masonry buildings. EERI and IAEE. <http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/08/ConfinedMasonryDesignGuide82011.pdf> (accessed April 2020).

Public Works Department, 2016. Izinmendirikanbangunan Gedung, No. 05/PRT/M/2016.

<http://ciptakarya.pu.go.id/pbl/index.php/preview/55/permen-pupr-no-05-tahun-2016-tentang-izin-mendirikan-bangunan-gedung> (accessed 11 April 2020).

For other free and downloadable detailed information, visit <https://confinedmasonry.org/>.

Kay ki reziste nan tranblemann tè

Atik 8. Mare eleman estrikti kay yo ansanm pou reziste nan tranblemann tè

Yon bilding gen anpil pati diferan. Gen kèk pati, tankou etaj, twati, kolòn, travès ak mi ki fè pati estrikti prensipal la. Gen lòt, tankou mi separasyon, miray revètman ak eskalye, ki pa pote chaj. Yo nesesè pou rann bilding nan abitab, men bilding nan pa tap tonbe san yo.

Pandan yon tranblemann tè, yon bilding, ansanm ak tout mòso li yo, souke anpil. Sekous ki pi danjere yo se mouvman orizontal ale-vini nan tout direksyon. Tranblemann tè gen potansyèl pou souke yon bilding fè fann an miyèt mòso. Si yo pa byen fè plan an e yo pa bati kay la jan li dwe fèt, li ka fann an plizyè mòso e li ka tonbe. Yo te deja wè sitiyasyon tèrib sa a rive apre tranblemann tè nan anpil peyi.

Li posib pou anpeche gwo domaj konsa. Sa ki nesesè se mare pati estrikti prensipal la ansanm nan chak nivo etaj ak nan nivo twati a. Eleman vètikal yo tankou mi, bezwen tou mare nan chak nivo pa travès oswa pout senti, ki an jeneral fèt ak beton ame. Teknik sa a sanble ak vlope senti solid oswa lyen alantou chak nivo yon bilding pou anpeche pati li yo gwofle epi tonbe pandan yon tranblemann tè (Gade Imaj 1).



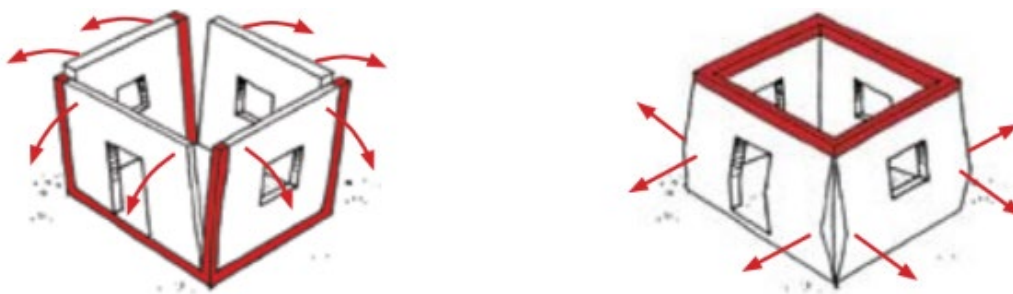
Imaj 1. Yon bilding ki andomaje pandan yon tranblemann tè ka rete kole ansanm nan nivo etaj yo ak nan nivo tè kay la, gras ak travès oswa senti ann fè ki la, ki fonksyone tankou sentiwon ki byen sere.

Erezman, lè planche yon bilding fèt ak beton ame, yo souvan ase solid pou mare bilding nan ansanm nan nivo sa yo. Natirèlman, prensipal fonksyon yon planche se pou moun mache sou li epi mete bagay sou li. Men lè gen tranblemantè orizontal, planche a mare bilding la ansanm nan nivo sa a (Gade Imaj 2). Li fòse tout pati yo deplase ansanm – tankou yon sèl kò, epi li anpeche kèk pati detache epi tonbe. Li ka menm pa nesesè pou mete plis fè nan dal an beton an pou li fè travay koneksyon sa a.



Imaj 2. Planch beton ame yo nan bilding sa a mare kolòn ak travès yo ansanm epi fòse tout pati sa yo deplase ansanm orizantalman pandan yon tranbleman tè.

Li pi difisil pou mare yon nivo nan yon bilding kote pa gen planche oswa twati an beton, oswa kote yo itilize mi an blòk ansanm ak planche an bwa. Nan ka sa yo, se travès oswa senti an beton ki fè travay la (Gade Imaj 3). Yo kreye yon estrikti orizantal an dedan ak alantou bilding nan pou mare tout bagay ansanm. Yo anpeche mi ak kolòn yo detache epi souke youn kont lòt oswa ale youn lwen lòt. Yo anpeche pati nan tèt kay la glise sou sipò li epi tonbe. Yon estrikti ki fèt ak travès sere pi fleksib pase yon dal beton, men li pwouve li ka fonksyone tankou yon sentiwon imajinè ki kenbe tout bagay ansanm.



Imaj 3. Kolòn pou kont yo pa sifi pou anpeche mi yon bilding senp tonbe. Travès oswa senti an beton ki fèt nan nivo tèt kay la a ka mare tout bilding la ansanm. (Soti nan liv gid pou konstwi kay ki reziste tranbleman tè ak mi sere — World Housing Encyclopedia, 2018).

An rezime, chak nivo nan yon bilding, depi fondasyon rive jis nan nivo twati a, dwe byen mare ansanm. Fòk gen dal planche, dal twati oswa pout senti pou sa.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranbleman tè, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranbleman tè. Yo fèt pou pwopriyetè potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kolèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranbleman tè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesèsè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

Bothara, J., and Brzev, S., 2011. A Tutorial: Improving the Seismic Performance of Stone Masonry Buildings. Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, California, U.S.A., Publication WHE-2011-01, 78 pp. www.world-housing.net/tutorials/stone-tutorials (accessed 10 July 2020).

Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects – outwitting the quake. Elsevier: Oxford. Chapter 4 “Horizontal structure”, pp. 49-61.

Murty, C. V. R., 2005. Why are horizontal bands necessary in masonry buildings – Earthquake Tip 14. IITK-BMTPC “Learning earthquake design and construction”, NICEE, India. <http://www.iitk.ac.in/nicee/EQTips/EQTip14.pdf> (accessed 5 May 2020).

Swiss Agency for Development and Cooperation SDC, 2018. Guidebook for building earthquake-resistant houses in confined masonry. http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2018/11/Guide-book-for-building-eq-re-houses-in-cm_version-1806.pdf (accessed 5 May 2020).

Kay ki reziste nan tranblemann tè

Atik 9. Konesans lokal ak sekirite kay pandan tranblemann tè

Nan peyi yo rele Endonezi an, tankou lot peyi, obsèvasyon apre pasaj tranblemann tè montre kèk fwa ke kay tradisyonel yo pi solid pase nouvo kay yo. Kay tradisyonèl sa yo gen ladan yo konesans lokal la nan chwa materyo yo, fòm yo, sistèm estriktirèl yo ak nan jan yo fè koneksyon ant pati estrikti a.

Kesyon nou menm, konseptè ak bòs mason ki ap bati jounen jodi a, nou bezwen poze se sa: Ki prensip ki soti nan konesans lokal nou ta dwe mete tounen nan nouvo kay yo pou nou amelyore sekirite kont tranblemann tè? Anvan nou reponn kesyon sa a, nou bezwen sonje karakteristik kay tradisyonèl yo ki enpòtan pou jan yo konpòte yo pandan tranblemann tè. Ann raple rapidman, konstriksyon tradisyonèl yo gen karakteristik sa yo an jeneral:

- estrikti an bwa oswa an banbou pou planche yo, do kay ak mi yo;
- konstriksyon ki lejè, eksepte petèt pou do kay ki an brik;
- koneksyon ant kolòn ak senti ki relativman fleksib; epi
- koneksyon fleksib oswa koneksyon ki fè espere pa fò ant kay la ak fondasyon li yo.

Se poutèt sa, kay ki itilize konesans lokal yo lejè e fleksib. Yo balanse anpil de bò a bò pandan yon tranblemann tè. Epitou, si koneksyon yo ak fondasyon an pa fò, yo ka konsidere kay sa yo tankou yo izole an pati parapò ak tè a ki ap tranble. Dapre pratik modèn pou konsepsyon kont tranblemann tè, karakteristik sa yo ka se bagay moun ap chèche.

Pa egzanp, kòm fòs tranblemann tè nan yon kay pwopòsyonèl ak pwa li, materyo konstriksyon yo ta dwe pi lejè posib. Yon kay ki pi lejè pi an sekirite pase yon kay ki sanble avè l, men ki pi lou.

Fleksibilite ka yon avantaj, sof si yo bati kay la sou yon tè mou. Men, yon dezavantaj nan fleksibilite se pi gwo depasman sou kote pandan yon tranblemann tè (Imaj 1 ak 2). Sa vle di plis domaj. An jeneral, li ta dwe evite fleksibilite. Koneksyon fleksib ak fondasyon yo ka yon avantaj nan diminye fòs tranblemann tè yo, men sèlman si kay yo pa ka tonbe sou fondasyon yo. Sistèm modèn izolasyon baz la (Atik 23) ki rekòmande pou gwo bilding enpòtan tankou lopital, itilize fleksibilite sou kote nan nivo fondasyon an.



Imaj 1. Yon bilding trè fleksib pandan mouvman orizontal. Yon nouvo bilding tradisyonèl an Endonezi kote yo itilize materyo konstriksyon ak metòd tradisyonèl.



Imaj 2. Konstriksyon tradisyonèl nan yon lòt rejyon an Endonezi ki se rezilta yon lòt kalite bilding ki fleksib.

Malerezman, chans pou nou mete konesans lokal nan nouvo kay yo trè limite. Rezon prensipal la se paske, lè nou konpare ak tan lontan, kay modèn yo tèlman diferan. Pou kòmanse, pifò nouvo kay yo itilize materyo ki lou, tankou masonri ak beton ame (Imaj 3). Yo fè plan kay yo tou pou yo mwens fleksib, pou diminye mouvman, domaj, ak pri reparasyon yo. E finalman, li difisil e li koute chè pou fè koneksyon ant yon kay ak fondasyon li yo vin fleksib.



Imaj 3.. Konstriksyon konvansyonèl ki lou ki itilize masori ranfose ak beton ame - nan ka sa a, se konstriksyon an masonry ki sere.

An teori, kèk prensip konesans lokal ka amelyore sekirite kont tranbleman tèt, men poutèt jan konstriksyon jodi a fèt yon fason ki tèlman diferan, pifò prensip yo pa ka aplike dirèkteman. Yon sèl eksepsyon se bati ak materyo ki pi lejè, olye de sa ki pi lou yo.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranbleman tèt, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranbleman tèt. Yo fèt pou pwopriyetè potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranbleman tèt (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesèsè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

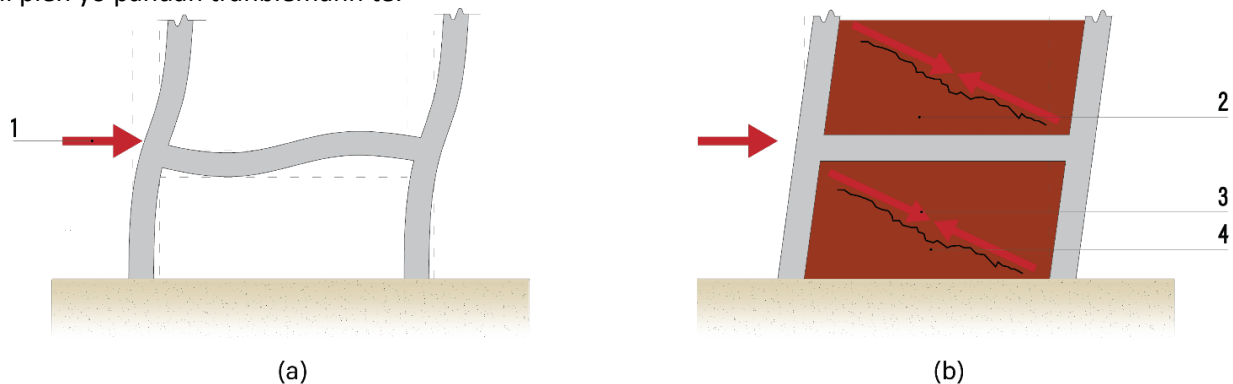
Kay ki reziste nan tranblemann tè

Atik 10. Mi plen yo ak kijan yo aji sou building yo pandan tranblemann tè

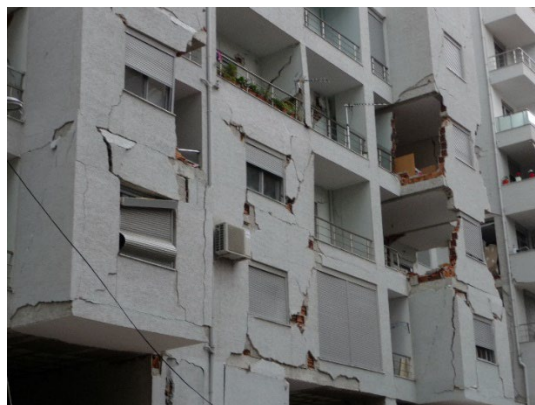
Mi plen yo se mi an masonri ki ranpli espas ki genyen ant kolòn yo ak anba travès ki anlè yo. Yo konstwi mi sa yo apre yo fin mete kolòn ak travès an beton yo. Yo itilize mi plen sa yo anpil nan bilding ki itilize estrikti kolòn ak travès pou reziste kont tranblemann tè. Estrikti an beton ame ki gen mi plen yo ka sanble ak konstriksyon masonri ki gen ranfòsman sou kote (gade Atik 7), men de sistèm sa yo pa menm ditou.

Mi plen yo fèt ak brik oswa blòk beton oubyen ajil ki kwit, ki kole ak mòtye siman oswa siman ak lacho. Menm si gen ti fenèt ladan yo, mi plen yo souvan pi rijid epi pi solid kont mouvman orizontal tranblemann tè pase estrikti prensipal la. Gen fwa mi plen yo ede diminye domaj pandan tranblemann tè, men souvan tou, yo konn lakoz domaj vin pi grav.

Lè estrikti ki fèt ak kolòn ak travès ap souke pandan yon tranblemann tè, tout mòso yo pliye, epi estrikti a deplase sou kote (Gade Imaj 1a). Men, si ou mete mi plen nan ouvèti yo, mi sa yo anpeche kolòn ak travès yo pliye. Lè sa rive, mi plen a sibi gwo fòs konpresyon an dyagonal. Lè sa, fant dyagonal ka fòme tou. Fòs konpresyon sa yo pouse sou tèt ak anba kolòn yo, sa ki souvan lakòz domaj nan zòn sa yo (Gade Imaj 1b). Fant dyagonal yo ogmante feblès mi plen yo kont sekous tranblemann tè ki vini pèpandikilè ak longè yo. Gen kèk mòso nan mi yo, oswa pafwa tout mi a, ki ka tonbe deyò bilding nan (Gade Imaj 2). Chèche imaj “**masonry infill earthquake damage**” sou entènèt pou plis enfòmasyon sou domaj mi plen yo pandan tranblemann tè.



Imaj 1. (a) Yon elevasyon ki montre yon poto ak yon travès ki vid, ki ap pliye sou kote pandan yon tranblemann tè (1). (b) Montre kijan mi plen an (2) anpeche kolòn ak travès yo pliye, li sibi yon fòs konpresyon an dyagonal (3) ak fant dyagonal (4).

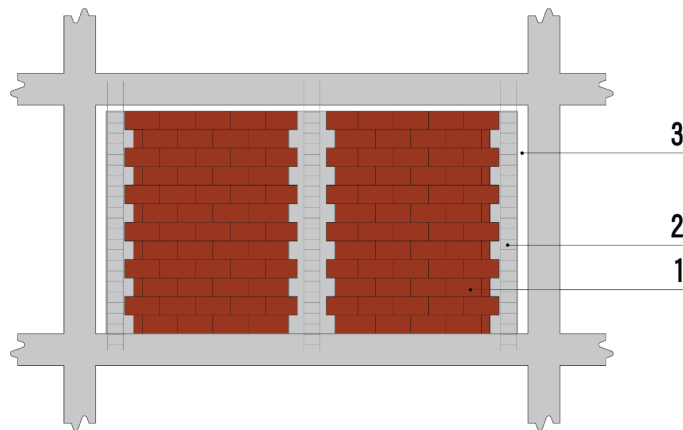


Imaj 2. Mi plen ki sibi gwo domaj pandan tranblemann tè, kèk ladan yo ki tonbe sòti nan bilding nan.

Mi plen yo ka amelyore sekirite yon bilding pandan tranblemann tè, men sèlman si kondisyon sa yo respektè: Mi plen yo ki ap aji nan direksyon longè bilding nan dwe simetrik nan plan an, epi yo dwe kontinye san kanpe soti nan premye etaj rive jis nan do kay la. Yo dwe ranfòse yo tou kont sekous ki vini pèpandikilè ak longè yo, jan nou pral eksplike sa apre.

Menm kondisyon sa yo dwe aplike pou mi plen ki aji nan direksyon lajè bilding nan. Finalman, kolòn yo, travès yo, ansanm ak mi plen yo, dwe fèt pa enjenyè sivil ki kalifye.

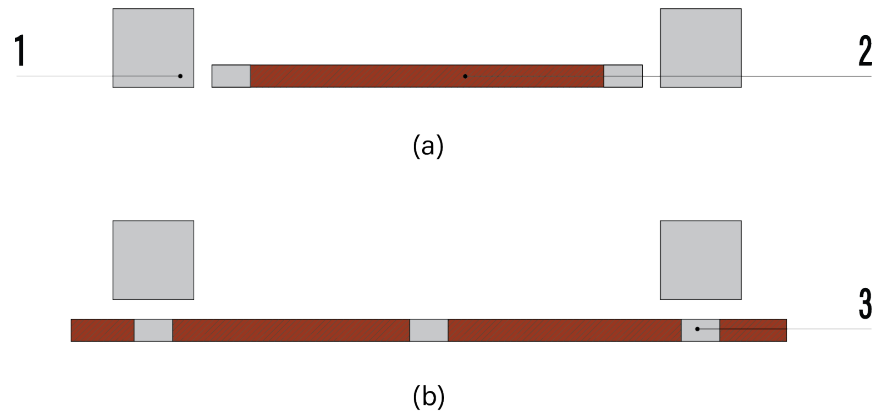
Lè kondisyon sa yo pa respekte, mi plen yo sibi domaj, epi yo ka lakòz gwo domaj sou kolòn ki tou pre yo. Chwa ki disponib pou konstwi yon bilding ki an sekirite kont tranbleman tè limite. Pi bon solisyon an se ranplase mi an masonri ak yon materyo ki pa ka pran dife, ki pi lejè epi pi fleksib, tankou plak siman. Yon lòt opsyon se itilize vè ant mi plen ak kolòn yo, epi kite yon ti espas sou kote ant yo pou pèmèt mouvman. Sa ede evite pèdi lavi epi li pwoteje estrikti prensipal la kont domaj. Yon lòt solisyon kote yo bezwen mi solid, se separe mi plen yo de kolòn ak travès ki bò kote yo, ak ti espas piti ki plen ak materyo ki ka konprese (gade Imaj 3). Espas sa yo pèmèt kolòn ak travès yo pliye, men li nesesè mete ranfòsman oswa etriye an fè pou estabilize mi yo kont sekous ki vini pèpandikilè. Yon lòt opsyon se mete mi yo deyò oswa dèyè kolòn yo, konsa kolòn ak travès yo ka pliye lib (gade Imaj 4 ak Imaj 5).



Imaj 3. Yon mi plen an masonri (1), ki pwoteje kont sekous ki vini pèpandikilè ak longè li, gras ak kolòn entèmedyè oswa "kolòn pratik" (2), epi ki separe de kolòn ak travès prensipal yo pa ti espas piti (3) ki plen apre ak materyo mou, epi kouvri ak yon bann pwoteksyon.



Imaj 4. Yon egzanp yon kolòn entèmedyè pou estabilize yon mi an masonri (S. Brzev).



Imaj 5. (a) Se yon plan ki montre kolòn yo (1) sou chak bò yon mi plen separe (2) epi ki gen ti kolòn nan chak bout pou bay estabilite. (b) Mi masonri a, ansanm ak kolòn ki bay estabilite (3), depase soti bò kolòn estriktirèl yo pou pa anpeche yo pliye.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranbleman tè, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranbleman tè. Yo fèt pou pwopriyetè potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranbleman tè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesèsè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier, pp. 159-168.

Infilled frame. Glossary for GEM Taxonomy. Global Earthquake Model. <https://taxonomy.openquake.org/terms/infilled-frame>.

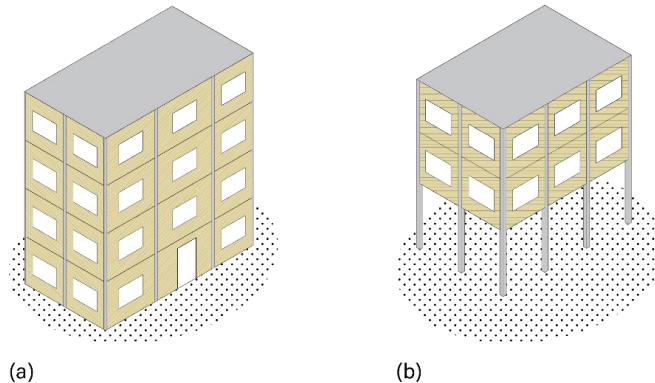
Murty, C. V. R., et al., 2006. At risk: the seismic performance of RC frame buildings with masonry infill walls. California, World Housing Encyclopedia. http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/05/RCFrame_Tutorial_English_Murty.pdf (accessed 8 June 2020).

Semnani, S. J., Rodgers, J. E., and Burton, H. V., 2014. Seismic Design Guidance for New Reinforced Concrete Framed Infill Buildings. Geohazards International. https://4649393f-bdef-4011-b1b6-9925d550a425.filesusr.com/ugd/08dab1_5710341c7b304eef9d79bfd50efe839a.pdf (accessed 8 June 2020).

Kay ki resiste nan tranblemann tè

Atik 11. Yon feblès estriktirèl anpil moun fè poun evite: etaj mou

Imaj 1 an konpare de bilding. Kolòn ak travès ki nan tou de bilding yo ase fò pou pote pwa bilding la, yon fòs ki sòti anlè ki desann anba. Men, kijan nou ka konpare jan de bilding sa yo konpòte yo lè gen yon fòs orizontal ki rive? Van lakòz fòs orizontal, men fòs ki pi grav yo rive pandan yon tranblemann tè lè tè a souke bilding yo ale vini nan tout direksyon orizontal.



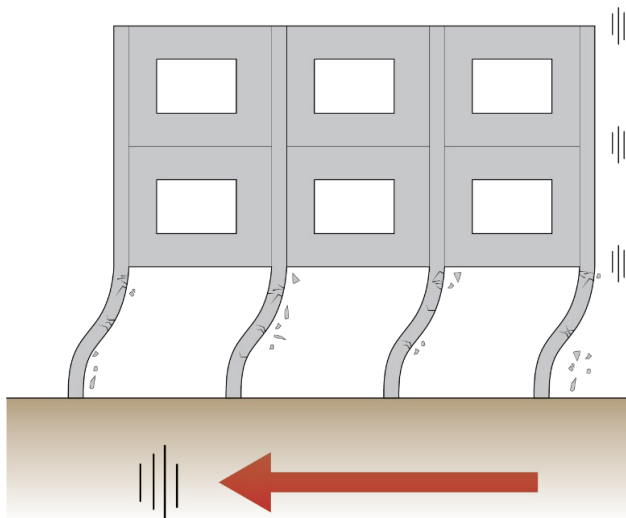
Imaj 1. Nan bilding (a) mi deyò ak mi separasyon andedan kay la nan tout etaj, men nan (b) mi sa yo pa la nan etaj ki pi ba a. Etaj anba a ouvè.

Premye bilding nan (Imaj 1a) relativman fò kont fòs orizontal yo. Nan chak etaj, yon konbinezon kolòn ak senti an beton ame, ansanm ak mi plen ak miray separasyon yo, travay ansanm pou reziste kont fòs orizontal tranblemann tè a. Chak etaj parèt gen yon fòs menm jan an. Yon lòt bò, dezyèm bilding nan (Imaj 1b) pa gen okenn mi ranfòsman nan premye etaj la. Petèt etaj sa a itilize pou pakin machin. Etaj sa a, lè sa a pi fèb lontan pase etaj ki anwo yo. Idealman, etaj ki pi ba yo nan yon bilding ta dwe pi fò pase sa ki anwo yo. Konsidere fòm yon pye bwa (Imaj 2). Pifò kòf pye bwa yo pi fò nan baz yo paske se kote kontrent yo pi wo pandan gwo van. Bilding yo ta dwe swiv menm prensip sa a epi yo dwe pi fò nan baz yo.



Imaj 2. Pifò kòf pye bwa pi solid nan baz yo.

Lè yon tranbleman tè souke dezyèm bilding nan (Imaj 1b), domaj fèt nan zòn ki pi fèb la. Nan ka sa a, se kolòn nan premye etaj la (Imaj 3). Kolòn yo pliye sou kote, epi yo andomaje nan pwosesis la. Souvan gravite domaj la fè ke kolòn yo pa ka sipòte pwa bilding nan ankò. Kolòn yo kase epi bilding nan tonbe. Etaj ki pi ba a totalman kraze. Petèt kèk etaj pi wo tou sibi menm domaj la. Nan ka sa a nou pa ka evite ke moun pèdi lavi yo.



Imaj 3. Kolòn nan yon etaj ki fèb pliye twòp epi sibi gwo domaj.

Etaj ki fèb oswa ki pa fò ase prèske toujou parèt pandan tranbleman tè ki lakòz domaj (Imaj 4). Lektè yo ka chèche “soft story building” sou Entènèt epi wè anpil lòt imaj. Men, bòn nouvèl la se ke mòd domaj sa a ka evite. Depi enjenyè ak achitèk yo swiv kòd konsepsyon lokal yo ak meyè gid pratik pandan konsepsyon ak konstriksyon nouvo kay yo, etaj ki fèb yo ka evite. Pou plis enfòmasyon, gade "Referans" yo.



Imaj 4. Bilding sa a ki gen yon etaj ki fèb pèdi premye etaj li pandan yon tranbleman tè ki pat twò fò (N. Vesho).

E ki ka yon bilding ki te la deja ki gen yon etaj ki fèb (Imaj 5)? Li posib pou amelyore pèfòmans yo pandan tranbleman tè. Gen kèk vil atravè mond nan ki te kòmanse pwogram ranfòsman pou tranbleman tè. Sepandan, ranfòsman ka enplike mete nouvo sistèm estriktirèl, tankou ankadreman ranfòse oswa mi estriktirèl. Li souvan difisil pou kontraktè a, pa pratik pou moun ki abite ladan, epi chèn. Li pi preferab pou evite etaj ki fèb nan nouvo konstriksyon lè gen yon kolaborasyon ant achitèk ak enjenyè sivil, epi konsepsyon enjenyè sivil la fèt avèk swen pou depans adisyonèl la piti, si li genyen.



Figure 5. Yon bilding ak etaj mou nou wè anpil kote etaj anba a pi fèb ke lot yo.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranbleman tè, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranbleman tè. Yo fèt pou pwopriyete potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranbleman tè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesèsè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier, pp. 144-148.

Murty, C. V. R., 2005. Why are Open-Ground Storey Buildings Vulnerable in Earthquakes? Earthquake Tip 21. IITK-BMTPC "Learning earthquake design and construction", NICEE, India. <http://www.iitk.ac.in/nicee/EQTips/EQTip17.pdf> (accessed 5 May 2020).

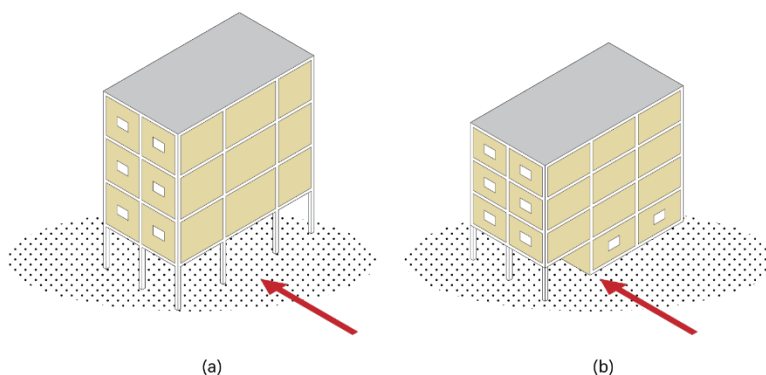
Soft Storey. Glossary for GEM Taxonomy. Global Earthquake Model. <https://taxonomy.openquake.org/terms/soft-storey-sos#>.

Kay ki reziste nan tranblemann tè

Atike 12. Yon feblès estriktirèl anpil moun fè poun evite: mi ki pa kontinye

Pou bilding ki itilize mi pou reziste sekous orizontal pandan tranblemann tè, li enpòtan anpil pou mi yo monte dwat soti nan fondasyon bilding nan epi kontinye san koupe jiska nivo tèt (do kay). Prensip sa a, ki di mi yo pa dwe koupe, aplike kèlkeswa materyo konstriksyon an — kit se beton ame oswa masònri. Li aplike tou menm si mi yo se mi plen e yo pa konsidere kòm eleman estriktirèl prensipal. Fòs ak jan mi plen yo rèd fè ke yo aji tankou eleman estriktirèl, menm si se pa pou sa yo te prevwa yo.

Gen de prensipal kalite plan mi ki pa kontinye. Premye a se kote estrikti kolòn ak travès gen tout etaj ranpli eksepte yon sèl (gade Imaj 1a). An jeneral, se etaj anba nèt la (etaj atè a) ki pa gen mi ranpli. Aranjman sa a gen anpil chans pou li lakoz yon etaj ki fèb “etaj mou” pandan yon tranblemann tè ki fò. Danje ki gen nan yon etaj ki fèb diskite nan atik anvan an, Atik 11, nan seri sa a.



Imaj 1. De kalite mi ki pa kontinye. Nan (a) pa gen okenn mi plen nan premye etaj la, epi nan (b) mi plen ki nan premye etaj la pa aliyen ak mi nan etaj anlè yo.

Dezyèm kalite mi ki pa kontinye se lè mi yo deplase nan plan an (gade Imaj 1b). Sa vle di ka gen mi plen nan chak etaj, men nan premye etaj la, pa gen mi anndan bilding nan konpare ak mi ki anlè yo. Se poutèt sa, mi ki anlè yo pa plase sou mi ki pi ba a (gade Imaj 2). Lè gen depasman konsa, li lakoz yon feblès lokal grav nan mi a, espesyalman lè li ap eseye reziste a fòs orizontal yon tranblemann tè. Yon mi ki deplase konsa, se tankou yon pye bwa ki gen yon koub ladan li (gade Imaj 3). Lè van fò soufle, gen anpil chans pou li kraze pye bwa a nan kote ki pliye a. Fòs ki nan nenpòt estrikti pa renmen chanje direksyon toudenkou. Kidonk, kijan nou ka rezoud pwoblèm sa a?



Imaj 2. Plizyè bilding ki gen mi ki depase youn de lòt.



Imaj 3. Yon koub nan yon pye bwa lakoz feblès lokal.

Pi bon apwòch la se asire ke yon mi ki deplase pa sèvi kòm eleman estriktirèl. Lòt eleman estriktirèl ki nan bilding nan, tankou estrikti kolòn ak travès, dwe fèt pou yo ka reziste fòs tranblemann tè yo nan direksyon ki paralèl ak mi an. Nan etap konsepsyon an, yo ta dwe ranplase nenpòt mi an masonri ke yo prevwa ki ap deplase pa yon materyo ki lejè, ki pa ka pran dife, tankou plak siman oswa vè. Materyo sa yo pa ase solid pou sèvi kòm eleman estriktirèl pandan tranblemann tè, sa ki fè yo pi bon chwa. Osinon, se separe nenpòt mi an masonri ki deplase ak estrikti prensipal li a, pou anpeche mi an fonksyone kòm estrikti (gade Atik 10).

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranblemann tè, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranblemann tè. Yo fèt pou pwopriyete potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranblemann tè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesèsè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

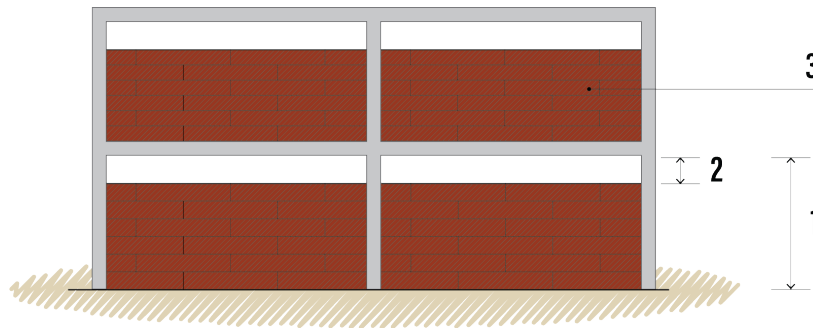
Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier, pp. 151-153.

Kay ki resiste nan tranblemann tè

Atik 13. Yon feblès estriktirèl ki rive souvan pou evite: kolòn kout

Lè li gen pou pote pwa yon bilding, yon kolòn long oswa wo, espesyalman si li pa gen dimansyon transvèsal, ka koz gwo pwoblèm. Li gen tandans pliye. Men, nan ka pou konsevwa bilding ki reziste nan tranblemann tè, kolòn kout yo ka lakòz yon feblès estriktirèl grav. Malgre ke pa osi danjere ke yon etaj ki fèb, kolòn kout lakoz gwo domaj pandan yon tranblemann tè.

Kolòn kout yo fòme pi souvan kote mi ranplisay yo ak kolòn ak travès gen sèlman yon pati nan wotè etaj lan (Imaj 1 ak 2). Yon lòt mo ki pale plis pou 'kolòn kout' se 'kolòn prizonye'. Se paske, pandan yon tranblemann tè avèk sekous orizontal ale-vini li a, mi ranplisay ki pa gen tout wotè a kenbe pati ki pi ba poto a prizonye. Yo anpeche kolòn nan pliye sou kote tankou yon kolòn nòmal fè. Konsa, tout mouvman orizontal la fèt nan ti longè kolòn ki pa bloke pa mi ranplisay an. Se la pwoblèm nan chita!



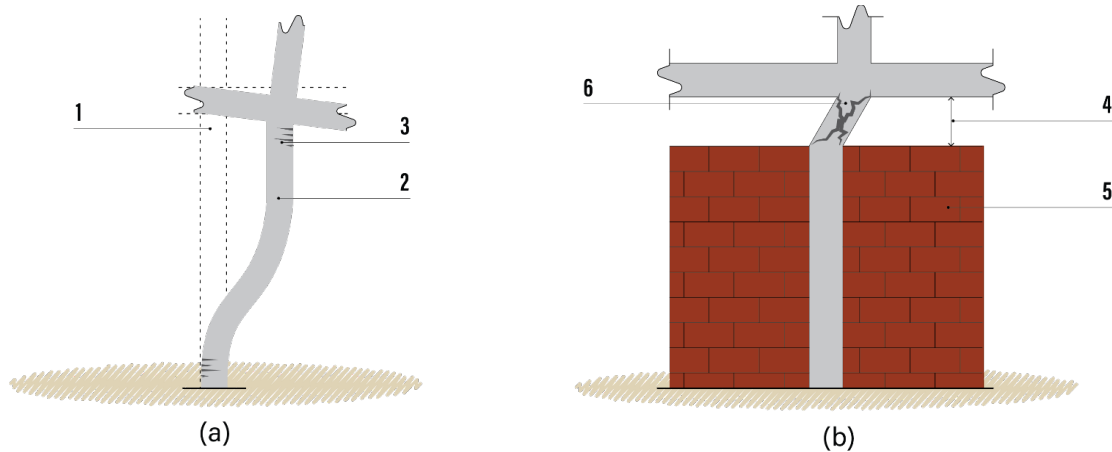
Imaj 1. Elevasyon yon bilding ki gen kolòn kout. Olye yo kapab koube sou tout wotè yo (1), koubman an konsantre sèlman nan tèt fenèt yo (2) akòz mi ranplisay yo (3).



Imaj 2. Kolòn ki gen wotè nòmal yo vin pi kout lè w gade yo nan pèspektiv rezistans kont fòs orizontal, akòz mi ranplisay ki pa rive nan tout wotè etaj la.

Kolòn nòmal ki pa afekte pa mi ranplisay yo kapab pliye sou kote nan yon fason fleksib pandan yon tranblemann tè. Lè yo ap pliye konsa, fant sere parèt nan kolòn yo ki pa twò grav. Men, si yon kolòn bloke pasyèlman pa mi ranplisay, mouvman ki ta dwe fèt nòmalman sou tout wotè etaj la konsantre nan "kolòn kout" ki anwo tèt mi ranplisay la (Imaj 3). Non sèlman mouvman orizontal sa yo sou yon distans vètikal ki kout lakoz gwo domaj estriktirèl, men yon kolòn kout twò red pou l pliye. Olye de sa, li jis kraze tankou se yon sizo yo pase ladanl. Li kase rak tankou yon kawòt. Fisi dyagonal

yo fòm nan kolòn nan epi beton ki kraze tonbe sòti nan zòn ki domaje a (Imaj 4). Blding nan tonbe epi finalman dwe demoli. Ou ka wè anpil imaj sou kalite domaj sa a lè w fè yon rechèch sou entènèt pou "efè kolòn kout".

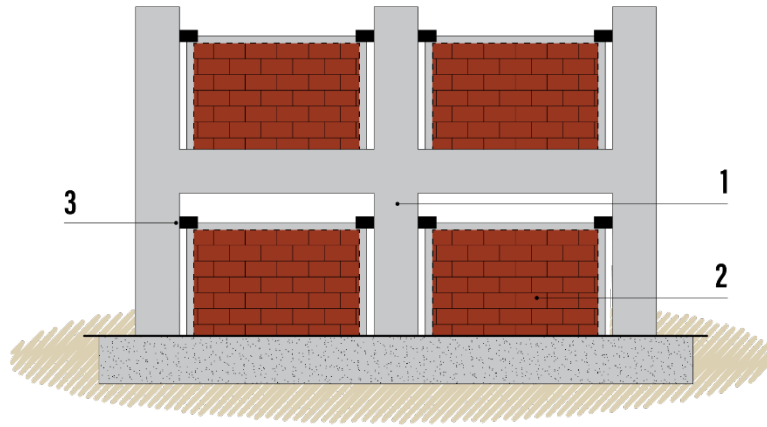


Imaj 3. (a) Pandan yon tranbleman tè (1), yon kolòn ki gen wotè nòmal pliye (2) lè l ap deplase orizontalman. Nan pwosesis la li fann (3) men li ka toujou rete fò. Nan (b), yon fenèt anlè (4) ak mi ranplisay (5) lakòz gwo fisi dyagonal nan kolòn kout la ki mennen ke kolòn an kraze.



Imaj 4. Kèk kolòn kout ki domaje pandan yon tranbleman tè.

Nan premye a, yo diminye longè fenèt yo pou pwent yo byen lwen anwo tèt kolòn yo. Dezyèmman, konstwi mi ranplisay yo ak materyo lejè ki pa ka pran dife, tankou pannò siman. Li twò fèb pou l bloke pati anba kolòn an, ki ka konsa pliye nòmalman. Finalman, si yo bezwen mi ranplisay an masonri ki pa rive nan tout wotè a, lè sa a, fòk yo separe yo fizikman de kolòn yo pa yon espas vètikal mens. Espas sa yo ap bezwen yon tretman pou asire pa gen enflitasyon dlo lè lapli. Kek sipò an asye nesèsè pou estabilize mi ranplisay yo pou yo pa tonbe deyò oswa andedan bilding nan pandan tranbleman tè (Imaj 5).



Imaj 5. Yon ankadremen an beton ame ki gen kolòn kout potansyèl (1) ak miray ranplisay an masonri (2) ki kwense pa kolòn ki mare ak senti. Mi yo separe ak ankadremen an pa yon espas vid vètikal men kenbe nan kwen anlè yo pa sipò an asye ki boulonnen sou kolòn yo (3). Sipò yo pèmèt mouvman ant kolòn ak mi yo paralèl ak mi yo, men anpeche mi yo tonbe sòti nan bilding nan pandan yon tranbleman tè.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranbleman tè, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranbleman tè. Yo fèt pou pwopriyetè potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranbleman tè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesèsè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier, pp. 148-151.

Murty, C. V. R., 2005. Why are Short Columns more Damaged During Earthquakes? Earthquake Tip 22. IITK-BMTPC "Learning earthquake design and construction", NICEE, India. <http://www.iitk.ac.in/nicee/EQTips/EQTip17.pdf> (accessed 5 May 2020).

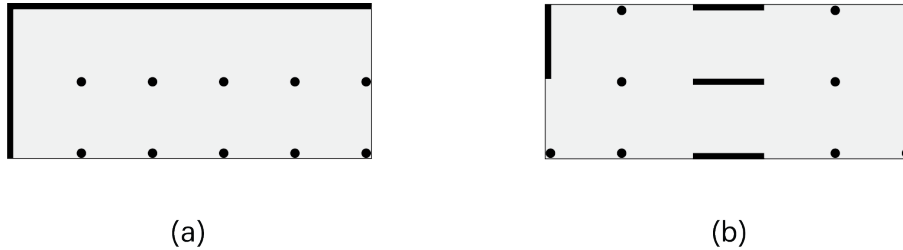
Short Column. Glossary for GEM Taxonomy. Global Earthquake Model. <https://taxonomy.openquake.org/terms/short-column-shc>.

Video: Captive column by Cale Ash, Academy of Earthquake Safety. <https://www.youtube.com/watch?v=kRG3XwOvzuo>.

Kay ki reziste nan tranblemann tè

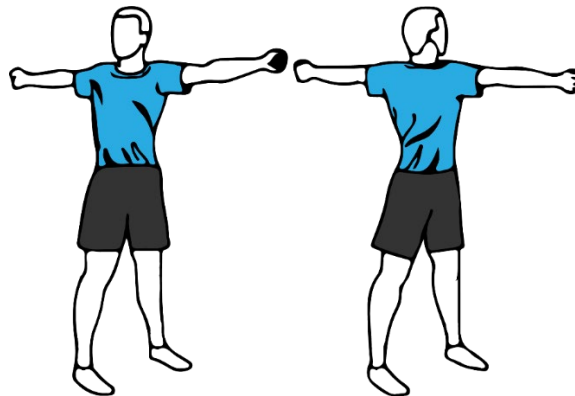
Atik 14. Anpeche yon bilding tòde pandan tranblemann tè

Nenpòt ki kay ap tòde, menm yon ti kras pandan yon tranblemann tè. Lè nou di tòde, sa vle di si ou ta gade bilding nan soti anwo, ou ta wè li ap vire yon ti jan sou li menm. Se pa sèlman sekous tranblemann tè a ki lakoz bilding nan tòde, men li vin pi grav si estrikti bilding nan pa simetrik konpare ak sipèfisi total bilding nan (Imaj 1a).



Imaj 1. De plan baz bilding. Nan (a), fòs tranblemann tè nan chak direksyon reziste pa yon mi sou bò bilding nan ki pa simetrik konpare ak sipèfisi bilding nan. Bilding sa a ap tòde anpil pandan tranblemann tè. Nan (b), mi yo nan chak direksyon plase yon fason simetrik. Konsa, lap mwens tòde.

Pou w ka konprann pwoblèm nan, eseye eksperyans sa. Sèvi ak kò ou pou w santi sa yon bilding ap sibi. Premyeman, kanpe dwat epi louvri bra w sou kote, orizantalman. Apre sa, vire tèt ou ak zepòl ou, yon fason, epi apre sa nan lòt direksyon an (Imaj 2). Ou pral santi kò w ap tòde — ou ap fè eksperyans sa yo rele tòsyon.



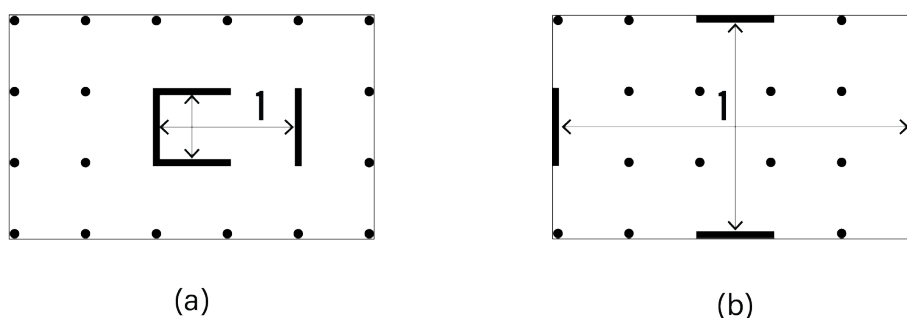
Imaj 2. Tòde kò ou pou w santi efè tòsyon

Lè wap tòde kò w, ou remake jan men w deplase pi lwen pase, pa egzanp, zòrèy ou. Apre sa, imajine kò w se yon sant estriktirèl oswa yon fò ki sipòte yon bilding ki pi gwo (gade Imaj 3), ki gen longè rive jis nan pwent dwèt ou. Imajine gen plizyè kolòn sou longè chak bra ou, ki ap sipòte dal yo nan "bilding" ou a. Koulye a, lè ou menm ak bilding ou an tòde, kolòn ki pi lwen sant lan deplase anpil sou kote. Lè yo oblije deplase twòp sou kote, yo sibi domaj grav, e pafwa yo pa ka sipòte pwa bilding nan ankò.



Imaj 3. Yon egzanp yon sant an beton ame pandan konstriksyon yon bilding.

Konsèptè yo, enjenyè sivil yo ak achitèk yo gen de metòd pou kontwòle tèsyon epi diminye domaj sou kolòn yo. Premyèman, yo plase mi ki pote chay yo oswa lòt estrikti vètikal tankou estrikti kolòn ak travès yo, nan yon fason ki simetrik sou plan dal la (Imaj 1b). Dezyèmman, nan tou de direksyon orizontal yo, nan longè ak lajè bilding nan, yo mete omwen de eleman estriktirèl vètikal ki solid, byen separe youn ak lòt. Si de eleman sa yo plase sou perimèt bilding nan, nan de pwent yo ak de bò yo, yo vin pi efikas nan kontwòle tèsyon. Yo anpeche kolòn yo deplase sou kote twòp epi konsa, yo evite domaj grav ki ka vin apre sa (Fig.i 4).



Imaj 1. De plan baz bilding. Nan (a), fòs tranblemann tè nan chak direksyon, swa nan lajè oswa nan longè bilding nan, reziste gras ak de mi ki plase nan yon pozisyon ki ase simetrik. Mi yo separe (1), men se pa yon gwo distans. Sepandan, nan (b), mi ki aji nan chak direksyon yo on separasyon maksimòm (1), epi konsa yo bay pi bon kontwòl tèsyon.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranblemann tè, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranblemann tè. Yo fèt pou pwopriyetè potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni

Tranblemann tè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesesè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier, pp. 128-132.

Murty, C. V. R., 2005. How Buildings Twist During Earthquakes?: Earthquake Tip 7. IITK-BMTPC “Learning earthquake design and construction”, NICEE, India. <http://www.iitk.ac.in/nicee/EQTips/EQTip07.pdf> (accessed 5 May 2020).

Torsion eccentricity. Glossary for GEM Taxonomy. Global Earthquake Model. <https://taxonomy.openquake.org/terms/torsion-eccentricity-tor>.

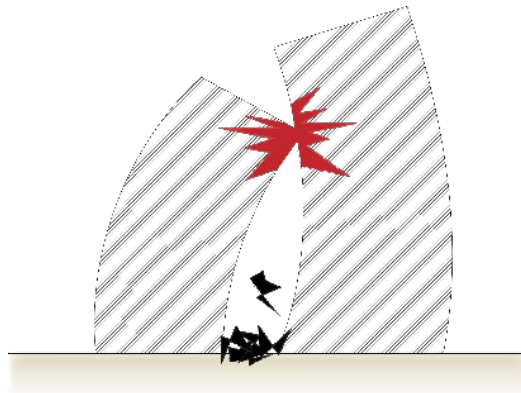
Kay ki reziste nan tranblemann tè

Atik 15. Poukisa bilding yo frappe youn ak lòt pandan tranblemann tè

Èske w janm wwayaje nan yon transpò piblik ki gen anpil moun, petèt yon bis oswa yon tren? Ou ka kanpe tou pre yon lòt moun yo men nou pa kole. Men, lè bis la chanje vitès oswa direksyon, tout moun bouje, sa ki lakòz ou frappe pasaje ki bò kote w la.

Yon bagay konsa rive pandan tranblemann tè. Lè tè a souke, bilding yo souke plis. Men, bilding yo pa souke ansanm, oswa menm jan. Chak bilding diferan, epi li deplase yon fason diferan pandan yon tranblemann tè. Chak kay gen yon vitès li vibre ki pa menm ak lòt kay, e se nan vitès sa li reponn. Mouvmman ale-vini yo ogmante yon fason diferan pou chak bilding, yo ogmante tou ak wotè chak bilding.

Si bilding yo konstwi twò pre youn ak lòt oswa youn kole ak lòt, lè tè a souke, chak bilding vibre yon fason diferan. Bilding yo frappe vwazen yo, pafwa sa lakòz gwo domaj (Imaj 1 ak 2). Yon rechèch sou entènèt pou imaj " bilding ki frappe ansanm pandan tranblemann tè", montre anpil ka domaj ki rive akòz ke bilding frappe pandan divès tranblemann tè atravè mond nan.

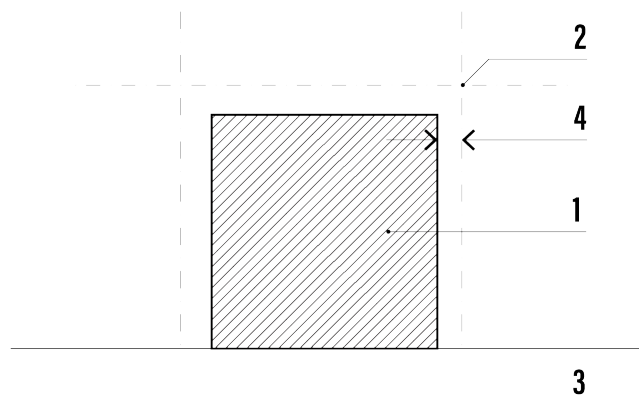


Imaj 1. De bilding ki pa gen ase espas ant yo pou tranblemann tè, ap frappe youn ak lòt pandan yon tranblemann tè.



Imaj 2. De bilding te frappe youn ak lòt men gen youn ki sibi plis domaj pase lòt la.

Solisyon pou anpeche ke nouvo bilding yo frape youn ak lòt pandan tranblemann tè, li enpòtan pou gen ase espas ant yo. Ou dwe konstwi bilding ou andedan limit tè ou, eksepte bò lari a. Espas sou kote ak dèyè yo dwe laj ase pou bilding nan pa frape vwazen an lè tè a souke (Imaj 3). Sa se yon règ ki egziste nan anpil vil nan mond nan.



Imaj 3. Plan sa a montre yon bilding (1) andedan limit li (2) ak bò lari (3). Sou twa bò, yo bati kay la lwen limit tè a, nan yon distans menm jan ak lajè yon espas sismik (4).

Ki lajè espas sa yo, ke yo rele anjeneral "espas separasyon sismik", dwe ye? Sa depann de wotè kay la ak souplès li. Pou bilding ki pi fleksib kòd tranblemann tè yo pèmèt, espas la jis rive nan limit la se anviwon 2% de wotè bilding nan. Pou yon kay kat etaj, sa fè 240 mm. Si enjenyè a fè kay la pi solid, ak pi gwo poto, pout, oswa mi pi long, espas la ka pi piti. Lè kay yo pre youn ak lòt, yo plen espas yo ak yon materyo fleksib (Imaj 4 ak 5).



Imaj 4. De bilding ki separe ak yon espas simik ki plen ak yon materyo fleksib.



Imaj 5. Yon foto pi pre de materyo fleksib yo mete nan espas sismik la.

Li vrèman difisil pou anpeche de bilding ki deja la, ki pa gen ase espas ant yo, frape youn ak lòt lè gen yon gwo tranblemann tè. Si etaj yo aliye, domaj la mwens grav, paske dal ap frape ak dal. Si yo pa aliye, etaj yon bilding ka vrèman kraze poto lòt bilding nan. Se poutèt sa, li bon pou gen poto an rezèv, "bakòp," pou si kolòn deyò yo yo ki pi vilnerab yo ta domaje.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranblemann tè, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranblemann tè. Yo fèt pou pwopriyete potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranblemann tè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesèsè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier, pp. 137-139.

Pounding potential. Glossary for GEM Taxonomy. Global Earthquake Model.

<https://taxonomy.openquake.org/terms/pounding-potential-pop>.

Kay ki reziste nan tranblemann tè

Atik 16. Kòd ak nòm konstriksyon

Objektif kòd ak nòm konstriksyon yo se, an premye, asire ke bilding ou an an sekirite. Dezyèmman, asire ke li pa gen defo tankou travès ki trò koube pandan bilding nan ap sèvi, pandan yo ap itilize materyo yo avèk efikasite. Kòd ak nòm yo anjeneral fèt pa ekip ekspè ki sòti nan inivèsite, nan domèn pwofesyonèl enjenyè, depatman gouvènman ak antreprenè. Manm ekip sa yo itilize pwòp rechèch ak eksperyans yo (Imaj 1). Anplis de sa, yo gade tout dènye devlopman ki fèt aletranje. Lè yo wè sa bon pou kondisyon lokal yo, yo mete devlopman sa yo nan kòd. Lè yon kòd pibliye, li reprezante rekòmandasyon ki pi avanse nan domèn nan pou yon konstriksyon ki an sekirite, dirab ak ekonomik.



Imaj 1. Kolòn ak travès an beton ame nan vrè gwosè yo ki ap teste nan yon laboratwa.

Menm jan ak tout lòt endistri, endistri konstriksyon an ap fè fas ak chanjman. Nouvo materyo, nouvo teknik konstriksyon, ak nouvo apwòch nan konsepsyon ap devlope tout tan (Imaj 2). Chanjman ak inovasyon sa yo sòti nan men kontraktè ak chèchè. Sa fè kòd yo bezwen mete ajou regilyèman. Si yo pa mete yo ajou, sa ka lakoz bilding ki pa an sekirite e ki pa ekonomik.



Imaj 2. Bilding sa a gen egzanp avanse sou itilizasyon beton prefabrike.

Kòd yo fikse pi bon pratik nan konstriksyon. Règ yo dwe swiv pou pwòp sekirite ou, kit ou se pwopriyetè oswa moun kap gen pou viv nan bilding nan, epi pou sekirite kominote a. Si ou pa swiv sèten nòm, sa ka gen konsekans grav. Konsidere, pa egzanp, sa ki ka rive nan yon lòt sitiyasyon kote nòm yo pa respekte. Imajine yon doktè kap egzamine w lè w malad. Si doktè a pran chimen kout pandan egzamen an pou li sove tan, tankou li pa mezire tansyon ou oswa pa fè ou fè yon radyografi, dyagnostik la ka ka pa kòrèk. Nan ka sa a, medikaman yo bay yo pap efikas e maladi ou ap vin pi grav. Kòd ak nòm yo pwoteje w.

Swiv kòd yo pi enpòtan lè sitiyasyon yo konplike epi konesans ak eksperyans pèsònèl yo limite. Konsepsyon ak konstriksyon yon bilding pou reziste nan tranbleman tèt se yon egzanp konsa. Pifò enjenyè sivil, achitèk ak konstriktè pa janm temwen pèsònèlman sa k rive yon bilding pandan yon gwo tranbleman tèt — kijan li sibi domaj ki ogmante jiskaski li finalman tonbe. Anplis, pifò pwofesyonèl nan domèn bilding pa janm wè pèsònèlman tès syantifik nan laboratwa kote eleman bilding tankou kolòn ak travès sibi mouvman tranbleman tèt eksperymanal. Kòd yo konpanse pou mank eksperyans, konesans ak sajès pèsònèl konsènan tranbleman tèt. Swiv kòd yo se sèl fason pou gen konstriksyon ki an sekirite.

Kòd yo bay bon jan gid nan tout etap konsepsyon ak konstriksyon yon bilding (Imaj 3). Enjenyè sivil ak achitèk dwe respekte sèten nòm pandan faz konsepsyon ak konstriksyon. Konstriktè yo dwe asire ke materyo ak metòd konstriksyon yo swiv nòm yo tou. Swiv nòm yo se pou avantaj ou. Si gen erè oswa si moun pran chemen kout, bilding ou a pap pwobableman an sekirite pandan tranbleman tèt. Kòd ak nòm yo dwe toujou respekte.



Imaj 3. Fondasyon yon bilding kap konstwi. Enjenyè yo swiv kòd yo pou kalkile kantite fè yo bezwen ak pozisyon kòrèk yo.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranbleman tèt, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranbleman tèt. Yo fèt pou pwopriyetè potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranbleman tèt (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesèsè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Kay ki reziste nan tranblemann tè

Atik 17. Sa pou gade nan règleman konstriksyon yo

Règleman konstriksyon yo (pa egzanp, kòd ak estanda konstriksyon) se règ pou konstwi. Yo pwoteje nou menm ak lòt moun. Yo la pou sekirite nou, pou asire ke bilding yo solid epi ke yo bon pou viv, travay, fè makèt, ak lapriyè ladan yo. Règleman yo gen ladan yo règ pou fè bilding yo reziste lè gen tranblemann tè.

Kidonk, kisa nou ta dwe jwenn nan règleman konstriksyon yo? Ki sa ki ta ka fè yo pi efikas pou gen bilding ki an sekirite? Men senk bagay nou ka fè:

1. **Règleman ki adapte ak nou:** Règleman konstriksyon yo dwe sanble ak reyalitye sosyete a, kilti a, ekonomi an, ak bezwen chak sitwayen (Imaj 1). Nou pa ka gen menm estanda ak peyi rich yo, men sa tout moun vle se règleman ki bon pou yo epi ki pa koute chè. Nou bezwen règ tou pou fason moun isit yo konstwi kay yo san enjenyè, tankou jan nou konn konstwi kay nou yo, menm si se ti pa ti pa (Imaj 2).



Imaj 1. Moun yo espere ke kay yo pap kraze lè tè a souke.



Imaj 2. Li nesesè pou gen kòd konstriksyon epi aplike yo pou amelyore sekirite kay sa yo lè tranblemann tè.

2. **Règleman san patipri:** Règleman yo dwe san patipri. Li enpòtan pou tout moun trete menm jan nan règleman yo. Yo pa dwe favorize okenn moun, kit se moun ki nan endistri konstriksyon an oswa moun deyò, tankou konpayi ki fè materyo konstriksyon ki ka jwenn avantaj nan kèk règleman.
3. **Fasil pou jwenn epi klè pou konprann:** Règleman konstriksyon yo dwe fasil pou jwenn ak fasil pou konprann pou tout moun, kit se piblik la oswa moun ki nan endistri konstriksyon an. Dokiman yo dwe disponib sou entènèt epi yo dwe klè. Tout moun dwe konprann yo. Objektif la se ouvèti ak transparans.
4. **Règleman ki toujou ajou:** Menm si endistri konstriksyon an pa chanje vit tankou anpil lòt domèn, si règleman yo pa ajou, nou pèdi chans pou gen nouvo teknik ki pi bon mache ak pi efikas, epi nou ka menm kontinye fè bagay ki pa sekirite. Règleman yo dwe reflekte konesans aktyèl yo, konpetans ak pratik nan konstriksyon (Imaj 3).



Imaj 3. Règleman yo dwe eksplike kijan pou itilize nouvo materyo yo, tankou blòk lejè sa yo, san danje epi san pwoblèm.

5. **Règleman yo dwe fè pati yon sistèm ki pi laj:** Règleman konstriksyon yo bezwen sipò legal ak administratif. Edikasyon ak ranfòsman enpòtan anpil. Tout moun ki nan konstriksyon dwe resevwa bon jan edikasyon sou bilding ki reziste tranbleman tèt. Depatman konstriksyon yo gen yon wòl enpòtan nan aplikasyon règleman yo, yo dwe fè sa nan yon fason ki efikas, ki pa koute chè, e ki transparan.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranbleman tèt, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranbleman tèt. Yo fèt pou pwopriyetè potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranbleman tèt (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesèsè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

Hoover, C. A. and Greene, M. eds, 1996. Construction quality, Education, and Seismic Safety. EERI, Oakland, U.S.A., 68pp.

Moullier, T., 2015. Building regulation for resilience: managing risks for safer cities. Word Bank Group and GFDRR, Washington, U.S.A. 136 pp. <https://www.preventionweb.net/publications/view/48493> (accessed 23 April 2020).

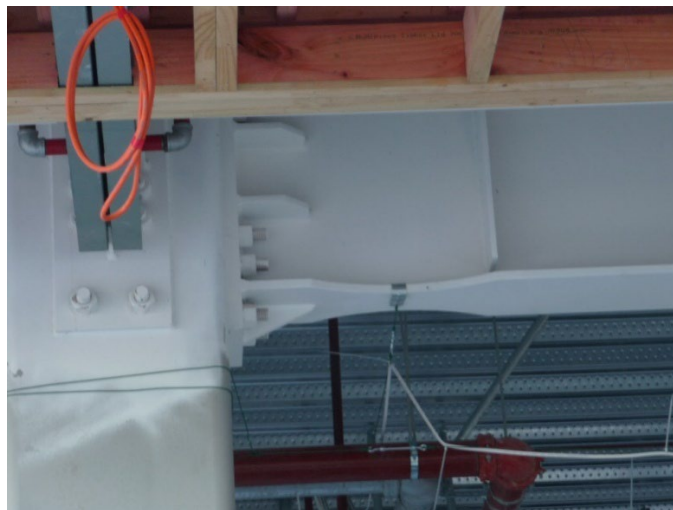
Kay ki reziste nan tranblemann tè

Atik 18. Sa ou ka atann nan yon bilding ki fèt dapre kòd konstriksyon yo

Pou yon bilding ka an sekirite pandan tranblemann tè, li dwe fèt epi konstwi dapre kòd lokal yo. Si se pa konsa, bilding nan ka sibi gwo domaj oswa tonbe pandan yon tranblemann tè mwayen oswa gwo. Men, menm si yon bilding respekte tout kòd konstriksyon yo, li ka toujou gen domaj grav. Rezon ki esplike pi ba a montre ke yon bilding ki swiv kòd yo pa vle di li pwoteje kont tranblemann tè nèt ale.

Premye rezon an se ke kòd yo fikse minimòm estanda. Si yon bilding satisfè estanda sa yo, li konsidere kòm an sekirite, men li pa yon bilding ki pwoteje san pousan kont tranblemann tè. Moun ki ekri kòd yo kwè sosyete a pa ka pèmèt tèt li vize twò wo lè l ap bay pwoteksyon kont tranblemann tè. Se poutèt sa, yo pa konsevwa yon bilding pou pi move senaryo a paske li gen yon chans tèlman ba pou sa rive pandan lavi yon bilding. Olye de sa, yo konsevwa yon bilding pou yon tranblemann tè ki pi piti ki tipikman gen yon chans dis pousan pou l rive nan yon peryòd senkant ane. Konsa, kòd yo jodia plis konsantre sou sove lavi ak diminye blesi, olye pou pwoteje bilding nan li menm. Sa vle di pandan yon gwo tranblemann tè, yon bilding ki respekte kòd yo pa dwe tonbe, men li ka gen gwo domaj ki ka oswa pa ka repare ekonomikman.

Dezyèmman, pou diminye depans anplis ki ta genyen nan konstwi bilding ki twò solid pou yo pa domaje pandan tranblemann tè, kòd yo pèmèt enjenyè yo fè konsepsyon pou sèlman yon pòsyon nan fòs tranblemann tè yo. Sa vle di, menm si domaj nan kolòn, travès ak mi inevitab, yo fèt pou pa kraze oswa tonbe toudenkou. Enjenyè yo pale de konsepsyon “mayon fèb” oswa “fyouz estriktirèl”, espesyalman nan travès yo (Imaj 1). Menm jan fyouz nan sikwi elektrik pwoteje eleman elektwonik sansib, fyouz estriktirèl nan kote ki pa kritik, tankou nan bout travès yo, pwoteje manm estriktirèl ki pi enpòtan yo tankou kolòn yo. Si yo ta vle fè estrikti bilding ki evite domaj, yo ta dwe fèt jiska senk fwa pi solid. Sa vle di kolòn ak travès ki pi gwo anpil pase sa ki nòmal.



Imaj 1. Yon bilding kap konstwi avèk yon kolòn sou bò gòch la ak yon travès asye ki konekte avèk li. Remake kijan plak anba travès la tou pre kolòn nan diminye nan gwo. Zòn sa a, ki fèb fèt pa espere, se kote yon mayon fèb estriktirèl pral fòme pandan yon gwo tranblemann tè. Asye nan zòn sa a ap elaji, men li p ap kase.

Finalman, yon bilding ki fèt dapre kòd yo ap toujou sibi domaj sou revètman ak mi enteryè, ansanm ak materyèl ki andedan li, tankou ekipman mekanik. Pandan yon tranblemann tè, dal yo ak twati a souke ale vini. Mouvmman sa yo domaje mi ki fèt ak brik ki krepri yo, sòf si mi sa yo te byen fèt ak anpil prekosyon. Mouvmman sa yo tou fè materyèl ki andedan bilding nan, tankou aparèy ak ti bagay, tonbe oswa vole ale nan tout direksyon (Imaj 2).



Imaj 2. Yon egzanp yon bilding ki domaje non yon tranblemann tè kote mi ranplisay yo pat byen fèt pou sipòte fòs ak mouvman pandan tranblemann tè a.

Kòd yo eseye jwenn yon balans ant chans pou yon gwo tranblemann tè rive ak pri ak lòt konsekans ki vini ak konsepsyon pou ka sa yo. Kòd yo presize estanda minimòm selon kalite bilding nan. Pa egzanp, lopital dwe fèt ak yon pi wo estanda pase bilding biwo. Etandone ke kòd yo presize estanda minimòm, yon kliyan ka mande pou yo konsevwa yon bilding ki gen pi bon pèfòmans. Sa ka mande pou estrikti a pi solid e souvan pi gwo, oswa pou yo entegre sistèm espesyal ki reziste nan tranblemann tè, tankou izolasyon baz (gade Atik 23). Teknoloji sa a, ki deja entegre nan plizyè bilding an Endonezi (Imaj 3 ak 4), ap vin pi souvan itilize nan enfrastrikti kle, tankou lopital. Li yon ti jan pi chè, men se sèl fason pou asire bilding sa yo fonksyone imedyatman apre yon tranblemann tè epi evite gwo domaj.



Imaj 3. Otel Ibis nan Padang, Endonezi, ki gen sistèm izolasyon baz



Imaj 4. Yo mete yon sipò kawotchou won ki gen plizyè plak asye mens ant baz chak kolòn ak fondasyon an pou izole bilding nan kont sekous orizontal tranblemann tè.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranblemann tè, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranblemann tè. Yo fèt pou pwopriyetè potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranblemann tè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesèsè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Kay ki reziste nan tranblemann tè

Atik 19. Enpòtans verifikasyon pandan konsepsyon bilding yo

Tout moun fè erè. Gen kèk erè ki pa grav, men genyen ki grav anpil. Erè rive plizyè jan. Yo kapab pa fèt pa esprè. Pafwa se paske moun pa fè atansyon, yo pa konsantre, oswa yo pa konprann. Gen erè tou ki fèt espre. Moun pran chemen kout, yo pa swiv plan yo, oswa yo itilize materyo bon mache pou fè lajan. Nan konstriksyon, erè ka koute lavi moun, sitou lè gen yon tranblemann tè. Yon erè nan plan kay la oswa lè yo ap konstwi kay la ka pa parèt touswit. Men, lè gen tranblemann tè, defo sa a ka fè kay la tonbe olye l rete kanpe (Imaj 1).



Imaj 1. Domaj grav pandan yon tranblemann tè ta ka rive si plizyè ba ranfòsman manke nan mi beton ame sa a.

Pou diminye erè epi ogmante sekirite, gen endistri ki itilize yon sistèm pou tcheke kay yo. Konpayi ki jere avyon yo se yon bon egzanp. Ko-pilòt yo gen anpil bagay pou yo tcheke. Si yon bagay enpòtan pa tcheke, tankou gaz la, sa ka mennen nan yon katastwòf. Se poutèt sa lis verifikasyon yo enpòtan anpil.

Anpil nan nou pa renmen lè lòt moun ap tcheke travay nou, men li nesèsè, sitou nan konstriksyon. Fè plan yon kay ki ka reziste fòs nòmal se pa twò difisil, men fè plan pou yon tranblemann tè se yon lòt bagay. Sa mande anpil konesans ak eksperyans, e gen plis chans pou fè erè. Se poutèt sa li enpòtan pou yon lòt moun tcheke plan yo, kalkil yo, ak espesifikasyon yo pou asire yo respekte tout règleman yo (Imaj 2).



Imaj 2. Pandan konsepsyon ak konstriksyon, enjenyè yo te tcheke mi beton ame sa yo pou garanti ke yo te solid epi ke konstriksyon an te fèt jan li te dwe fèt.

Li enpòtan pou w mande enjenyè sivil ou a si yon lòt moun te tcheke plan yo. Li tap bi bon, ke se yon moun ki kalifye, ki pa travay nan menm biwo a, ki pou ta tcheke travay la. Si sa pa fèt, ou ta dwe mande yo fè l, menm si sa koute plis. Yon fwa plan yo fin tcheke, ou ka fè demann pou pèmi konstriksyon an. Menm si lameri pa ta fè yon tchèk teknik, si tout sa ki nan plan yo swiv pandan konstriksyon an, ou ka gen konfyans kay la ap solid.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranbleman tè, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranbleman tè. Yo fèt pou pwopriyete potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranbleman tè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesèsè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Kay ki reziste nan tranblemann tè

Atik 20. Enpòtans kontwòl kalite pandan konstriksyon

Atik 19 la te prezante nesesite pou gen yon verifikasyon endepandan sou kalkil konsepsyon yo, plan yo ak espesifikasyon yo anvan yo soumèt pou jwenn pèmi pou konstwi, e san dout anvan konstriksyon kòmanse. Verifikasyon sa bay kliyan an konfyans ke kòd ak nòm lokal yo te respekte, e konsa, gen plis chans pou bilding nan an sekirite kont tranblemann tè.

Pwochen defi a, se mete an plas verifikasyon pandan konstriksyon an. Menm jan ak nenpòt moun, konstriktè ka fè erè san fè espere. Genyen ki chwazi pa swiv plan ak espesifikasyon yo tou. Yo ka pa mete ase fè pou ranfòse, e yo ka mal pliye yo, mete twòp piti kantite siman nan beton an, oswa itilize brik oswa blòk ki pa bon jan kalite (Imaj 1). San verifikasyon, menm yon nouvo bilding ki sot konstwi ka pa an sekirite pandan tranblemann tè. Gen anpil egzanp konstriksyon ki fèt trè mal e ki pa an sekirite (Imaj 2). Sepandan, si yon konstriktè swiv plan ak espesifikasyon yo, yo atann pou bilding nan rete an sekirite pandan tranblemann tè li te fèt pou li reziste.



Imaj 1. Yo ap teste yon ba fè pou verifike si li satisfè nòm yo.



Imaj 2. Ranfòsman kolòn sa a pa respekte kòd ak nòm lokal yo nan plizyè aspè. Pandan yon tranblemann tè mwayen oswa gwo, li pral sibi gwo domaj.

Depatman Konstriksyon lokal ou ka gen kèk egzijans pou kontwòl kalite pandan konstriksyon an. Si se konsa, swiv egzijans sa yo. Si pa gen okenn, mande pou enjenyè sivil ki te fè konsepsyon bilding nan sipèvize oswa obsève konstriksyon an. Anjeneral, sa vle di vizite sit la regilyèman, e sitou anvan yo fè aktivite enpòtan (Fig. 3). Pa egzanp, yo ta dwe verifike ba fè yo nan kolòn yo anvan kofraj kache yo epi anvan yo koule beton an. Mande enjenyè ou sa li rekòmande, pou ke nan fen pwojè a li ka siyen yon atestasyon ki di ke konstriksyon an te swiv plan ak espesifikasyon yo.



Imaj 3. Yon enjenyè bezwen vizite sit konstriksyon yo regilyèman tankou sa a pou asire konstriksyon an fèt dapre plan ak espesifikasyon yo.

Gen kèk moun ki ka eseye ekonomize lajan lè yo pa fè okenn kontwòl kalite pandan konstriksyon. Nan ka sa yo, erè ak chanjman ki pa otorize yo pa dekouvri. Detay ki esansyèl pou sekirite pandan tranbleman tèt ka fèt mal oswa menm pa fèt ditou. Poukisa ou ta mete tèt ou ak lòt moun an danje pandan yon tranbleman tèt akòz move konstriksyon? Sa pa vo lapenn ditou!

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranbleman tèt, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranbleman tèt. Yo fèt pou pwopriyetè potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranbleman tèt (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesèsè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Kay ki reziste nan tranblemann tè

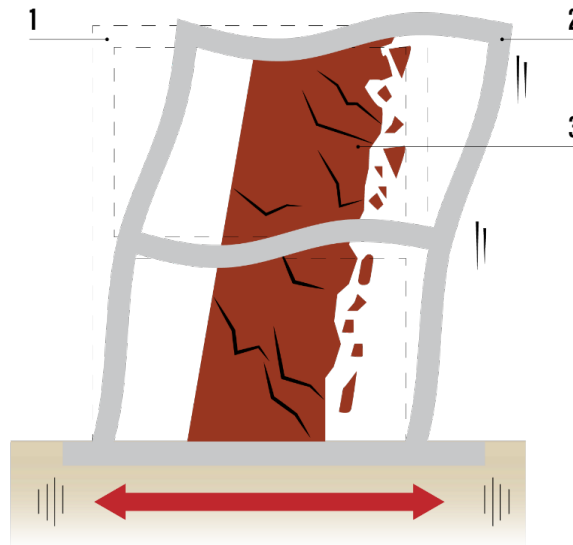
Atik 21. Evite eleman ki pa fè pati estrikti kay yo domaje

Plizyè nan atik yo pale sou kijan pou fè estrikti kay yo pou pwoteje moun ki abite ladan yo pandan tranblemann tè. Objektif la se evite domaj estriktirèl grav. Si yo reyalize objektif sa a, anpil vi ap sove. Apre tranblemann tè a, nou ka repare estrikti a. Men, kisa kap pase ak domaj ki nan rès bilding nan?

Siw konsidere lajan ki depanse nan yon kay, estrikti prensipal la pa koute chè anpil konpare ak tout kay la. Anjeneral, 70% nan pri kay la se lòt bagay, sa yo rele "eleman ki pa ede kay la kanpe", tankou chemine, twati, mi deyò, vit, mi anndan, plafon, sistèm elektrik ak dlo, elatriye. Epi nou pa dwe bliye sa ki anndan kay la, ki ka koute chè anpil. Tout bagay sa yo koute chè, epi pandan yon tranblemann tè, anpil ladan yo ka vinn tankou malè pandye.

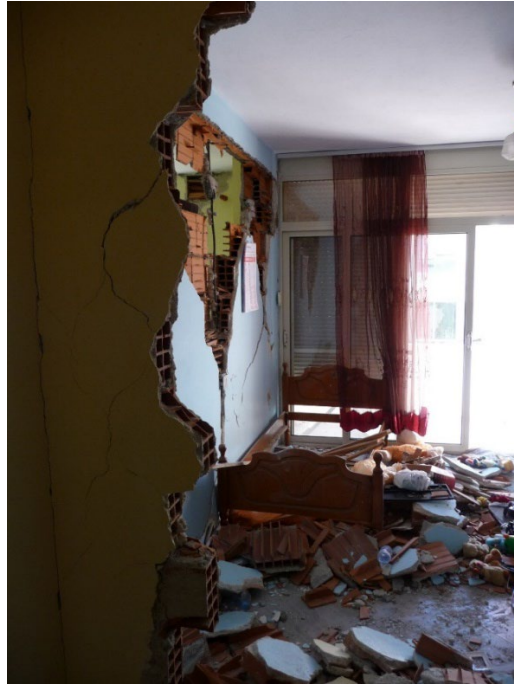
Gen de bagay ki fè eleman ki pa ede kay la kanpe pran domaj. Premye a se lè kay la deplase sou kote. Dezyèmman, eleman sa yo domaje pa akselerasyon ki soti nan sekous tranblemann tè a. Gade foto yo lè w chèche "domaj eleman non-estriktirèl pandan tranblemann tè" sou entènèt.

Lè tè a souke, kay yo deplase sou kote, epi sa ka lakoz mi an brik ak mi ki separe chanm yo kraze. Lè yon etaj deplase pi lwen pase yon lòt la, nou konnen mi sa yo ap kraze (Imaj 1). Mi ki rès epi ki frajil pa bon pou kay ki balanse. Nou ka fè mi yo pa kraze lè nou fè yo pi fleksib (ankadreman pout ak poto), oubyen lè nou pa mete yo kole ak poto yo ak etaj anwo a. Sa mande bon jan plan.



Imaj 1. Yon kay ki gen ankadreman poto ak pout (1) ak pandan yon tranblemann tè (2). Mi ki separe chanm yo (3), ki kole ak etaj anlè ak anba yo, kraze akòz kay la deplase sou kote lè lap balanse.

Pifò lòt eleman ki pa estriktirèl yo domaje pa akselerasyon tranblemann tè. Sekous ki fò yo ka kraze eleman yo, dekolè yo epi fè yo tonbe (Imaj 2-4). Eleman ki nan kay la ki pa mare yo tonbe toupatou, sa ki lakoz blesi epi bagay yo kraze. Nou aprann nan tranblemann tè ki sot pase yo ke tout eleman ki pa ede kay la kanpe dwe mare. Tout bagay, tankou tank dlo ak machin elektrik, dwe byen mare (Imaj 5). Sinon, pandan sekous yo, yo pral glise oswa chavire, souvan sa ki lakoz plis domaj pase domaj yo sibi yo menm. Gade dokiman FEMA E-74 pou wè kijan yo kenbe mare bagay yo. Anpil metòd pou mare machin yo pa koute chè epi se yon bon jan pou evite domaj lè gen tranblemann tè.



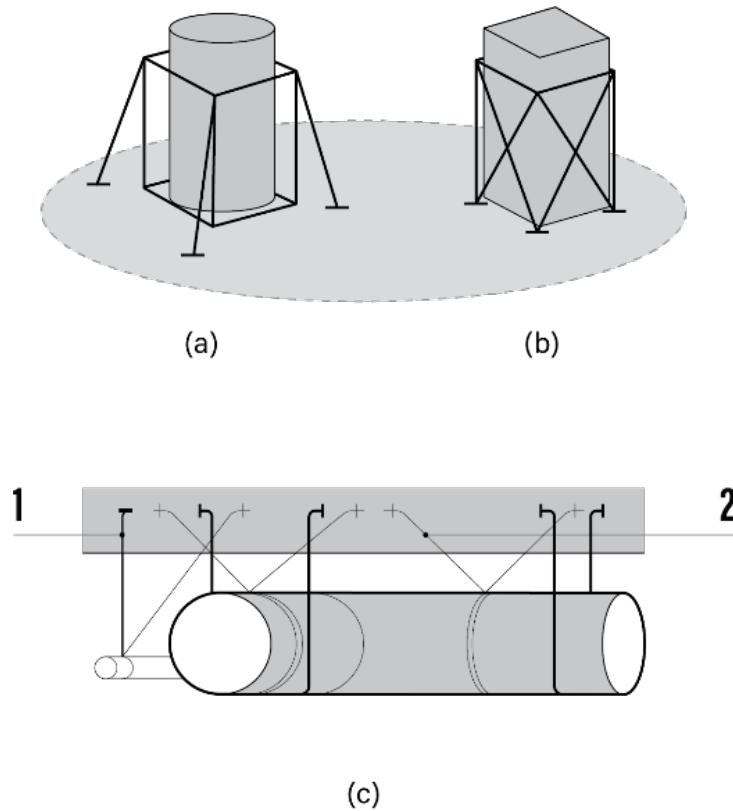
Imaj 2. Mi ki kraze yo lè sekous tranblemann tè ka touye moun.



Imaj 3. Yon chemine an brik kraze epi li tonbe. Rèl la kraze tou (N. Allaf).



Imaj 4. Tranblemann tè a domaje anpil fasad brik ak vit ki nan bilding sa a.



Imaj 5. Tank yo (a) ak ekipman mekanik yo (b) dwe mare pou yo pa tonbe lè tranblemann tè. Epitou, nan (c), sipò tiyo yo (1) ak kanal yo mare tou (2).

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranblemann tè, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranblemann tè. Yo fèt pou pwopriyetè potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranblemann tè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesèsè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier, pp. 173-186.

FEMA, 2012. Reducing the Risks of Nonstructural Earthquake Damage—A Practical Guide (FEMA E-74) https://www.fema.gov/media-library-data/1398197749343-db3ae43ef771e639c16636a48209926e/FEMA_E-74_Reducing_the_Risks_of_Nonstructural_Earthquake_Damage.pdf.

Murty, C. V. R., 2005. How can Non-structural Elements be protected against Earthquakes? Earthquake Tip 27. IITK-BMTPC “Learning earthquake design and construction”, NICEE, India. <http://www.iitk.ac.in/nicee/EQTips/EQTip27.pdf> (accessed 5 May 2020).

Nonstructural. Mitigation Center. Earthquake Engineering Research Institute. <https://mitigation.eeri.org/category/structures/non-structural-abc-testing>.

Kay ki reziste nan tranblemann tè

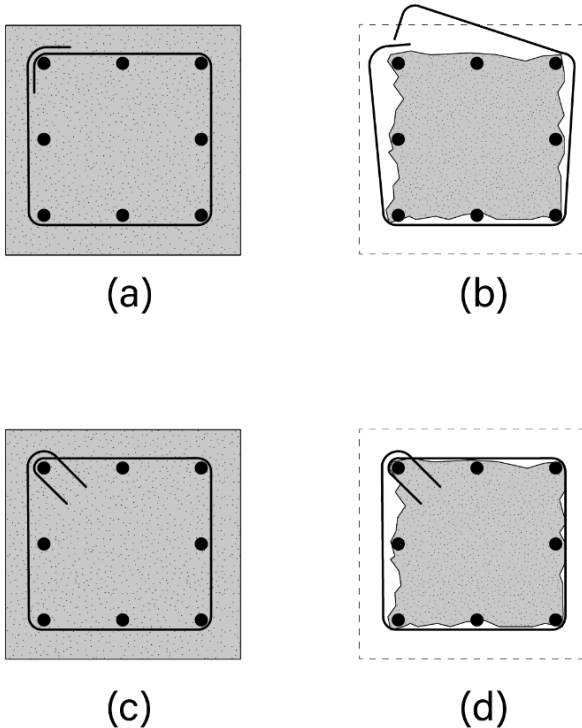
Atik 22. Ranfòse bilding yo kont tranblemann tè

Ranfòsman se pwosesis pou amelyore kapasite yon bilding ki egziste deja pou reziste pandan tranblemann tè, espesyalman lè yo konsidere bilding nan pa an sekirite. Sa tankou lè moun ki gen maladi grav sibi operasyon chiriji pou pwolonje lavi yo. Genyen ki rele pwojè ranfòsman sa yo “operasyon sismik”.

Gen anpil rezon pou yo ranfòse bilding nan zòn kote tranblemann tè fèt souvan. Nan pifò ka, règleman konstriksyon mande pou pran aksyon, tankou ranfòsman, sou bilding ki konsidere kòm danjere pandan tranblemann tè. Entansyon an se amelyore rezistans vil ak kominote yo pou diminye domaj ak soufrans apre yon gwo tranblemann tè. Ranfòsman se youn nan aksyon nou ka pran pou evite yon katastwòf nan lavni ki ka lakoz blesi, pèdi lavi, pèdi kay ak travay. Anjeneral, bilding ki gen plis valè nan yon kominote, tankou lopital ak lekòl, se yo yo bay priyorite an premye pou ranfòse.

Premye etap nan pwosesis ranfòsman yon bilding se evalyasyon. Yon enjenyè ki gen eksperyans ka wè rapid si yon bilding gen nenpòt feblès grav. Yon etaj mou (gade Atik 11) oswa mi ki pa kontinye (Atik 12), pa egzanp, ka fè kay la tonbe plat pandan yon gwo tranblemann tè. Laj bilding nan bay yon ide sou jan yo te gen tandans fè plan ak konstriksyon nan epòk sa. Pa egzanp, premye kay an beton ki te fèt pou kenbe tèt ak gwo tranblemann tè, se apati ane 1980 yo yo te kòmanse bati yo. Materyo ki itilize nan konstriksyon an gen anpil enpòtans. Dapre jan yo te konpòte yo nan tranblemann tè ki sot pase yo, bilding brik ak masonri ki pa ranfòse yo se souvan premye ki bezwen ranfòsman.

Si yon premye evalyasyon montre ke ranfòsman nesèsè, lè sa a, plis ankèt ak analiz teknik enjenyè detaye dwe fèt. Ti pati yo kraze yo ap montre si kèk detay ranfòsman ki enpòtan anpil yo an sekirite (Imaj 1).



Imaj 1. (a) montre yon koup travèsal yon kolòn kote etriye yo fèmen an 90 degre. Lè kolòn nan domaje pandan yon tranblemann tè, jan sa dwe rive, etriye a jis ouvè epi ranfòsman an pa sèvi anyen (b). Nan (c), etriye an pliye kòrèkteman, dapre kòd la, avèk yon ang 135 degre. Lè kolòn nan domaje, etriye an kontinye ap travay (d).

Yon kesyon enpòtan ki mande diskite nan sektè konstriksyon an se ki nivo oswa nòm ranfòsman ki dwe fèt? Èske bilding nan dwe mete nan nivo yon nouvo bilding, oswa èske yon nivo ki pi ba, menm si li gen plis chans pou domaj rive, ka akseptab? Lè ou konsidere ranfòsman an koute chè, moun konn fè konpwomi souvan. Tout travay sa yo fini avèk plan ak espesifikasyon detaye pou ranfòsman an.

Solisyon pou ranfòsman yo varye anpil. Fòk nou trete chak kay yon fason apa, menm jan yon doktè trete chak pasyan. Gen kèk bilding ki bezwen plis entèkansyon pase lòt. Petèt yo bezwen nouvo eleman estriktirèl tankou miray estriktirèl oswa travès kwa (cross-bracing), ni nan direksyon longè ni nan direksyon lajè bilding nan (Imaj 2-5). Gen lòt ki ka bezwen nouvo eleman estriktirèl sèlman nan yon sèl direksyon. Nan kèk bilding, li ka ase pou diminye pwa yo lè yo retire ak ranplase mi masonri lou yo. Pafwa estrikti ki egziste deja a pa ka amelyore e li bezwen ranplase nèt. Yon rechèch sou entènèt pou “ranfòsman bilding kont tranbleman tèt” montre anpil egzanp konsa.



Imaj 2. Yo mete kèk nouvo miray estriktirèl ak fondasyon nan ranfòsman sismik lopital sa a.



Imaj 3. Konstrikasyon ki pi epè nan bout bilding sa a se yon nouvo kad beton ki mete sou estrikti ki egziste deja pou amelyore pèfòmans pandan tranbleman tèt.



Imaj 4. Seksyon travès asye yo plase nan bilding sa a kòm yon pati nan ranfòsman an.



Imaj 5. Yon twati an bwa nan yon bilding masonri ranfòse pou reziste kont tranbleman tèt ak travès asye anba li.

Finalman, ranfòsman se yon pwosesis ki souvan koute chè. Nan anpil ka, moun pa kapab peye li. Men, yon solisyon ki relativman bon mache disponib pou kay atiznal an tèt (Vargas-Neumann 2011). Menmsi petèt pa gen lòt chwa pase viv ak travay nan bilding ki vilnerab pou kounye a, chemen pou avanse se asire nouvo bilding yo an sekirite. Apre sa, avèk tan, kantite bilding ki pi rezistan a tranbleman tèt ap ogmante piti piti.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranbleman tèt, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranbleman tèt. Yo fèt pou pwopriyetè potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranbleman tèt (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesesè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier, pp. 187-205.

Retrofit. Mitigation Center. Earthquake Engineering Research Institute.
<https://mitigation.eeri.org/category/structures/retrofit-abc-testing>.

Murty, C. V. R., et al., 2006. At risk: the seismic performance of RC frame buildings with masonry infill walls. California, World Housing Encyclopedia. http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/05/RCFrame_Tutorial_English_Murty.pdf (accessed 8 June 2020).

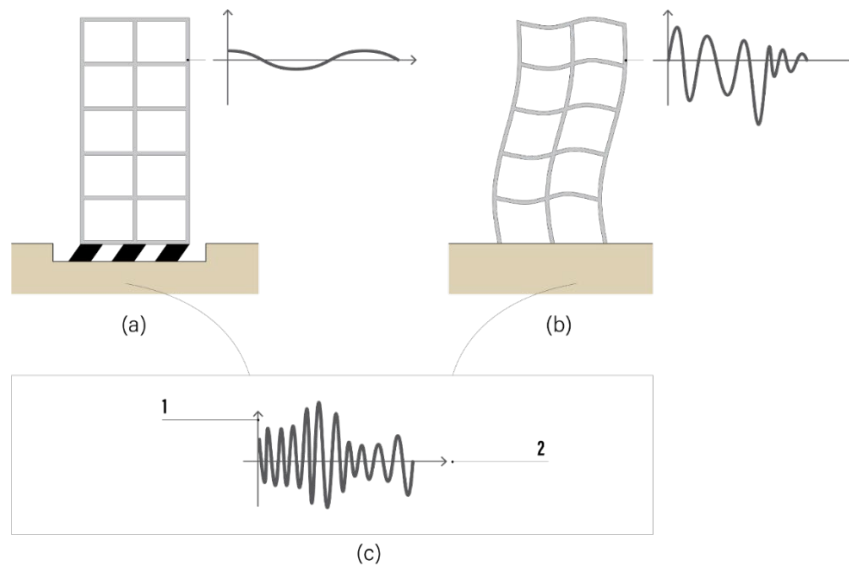
Vargas-Neumann, J., et al., 2011. Building hygienic and earthquake-resistant adobe houses using geomesh reinforcement. http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/06/Adobe-Geomesh-Arid_Tutorial_English_Blondet.pdf.

Kay ki reziste nan tranblemann tè

Atik 23. Teknik avanse pou bilding yo kapab reziste tranblemann tè

Enjenyè sivil yo di ke pou yon kay reziste nan tranblemann tè, li dwe gen fondasyon solid. Men, gen yon pwoblèm: fondasyon solid yo anpeche kay la koule oswa chavire, men yo tou fè kay la souke pi fò. Sa fè etaj yo souke pi fò lè gen tranblemann tè.

Nouvo fason pou pwoteje kay yo se izolasyon sismik, yo te kòmanse fè sa nan ane 1960 yo. Teknik sa a pèmèt ke kay yo izole de mouvaman tè a lè gen tranblemann tè. Yo mete yon bagay ki fleksib ant fondasyon an ak rès kay la (Imaj 1 ak 2). Se poutèt sa yo rele li izolasyon baz. Lè tè a souke, se sèlman yon ti pati nan fòs la ki ale nan kay la. Se tankou mete kay la sou yon bann boul fè!



Imaj 1. Nan (a), yon bilding ki gen izolasyon nan baz li deplase tankou yon blòk, pandan nan (b), yon bilding nòmal ki defòme diferaman sou wotè li. Tou de bilding yo sibi menm tranblemann tè a ki anrejistre e ki montre nan (c). (1) se akselerasyon an e (2) se tan. (a) montre kijan bilding ki izole nan baz la deplase mwens ke sa ki montre nan (b) a.



Imaj 2. De sipò izolasyon silendrik nwa anba yon bilding. Chak sipò boulonnen sou yon baz an beton ki kole ak fondasyon an epi ak baz yon poto ki monte nan bilding nan.

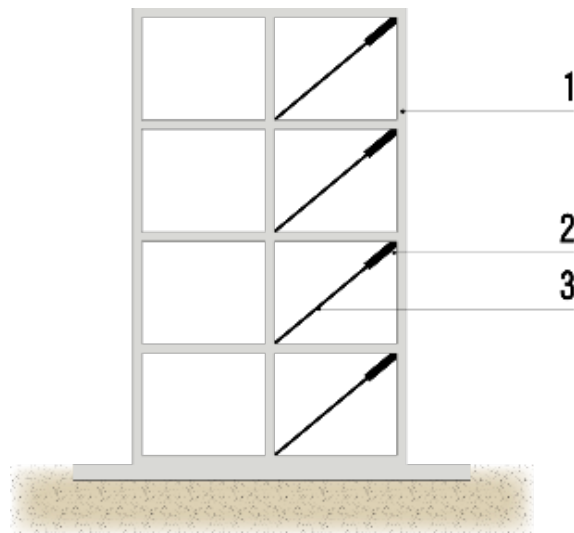
Premye izolatè yo te yon seri de gwo blòk kawotchou ak plak fè. Apre sa, yo te mete plon ladan yo pou absòbe kèk nan enèji tranbleman tèt a. Apre sa, yo fè lòt kalite izolatè, tankou sistèm pandil friksyon. Li mache lè li pèmèt glisman fèt ant de pati koub ki lis sou lòt. Ou ka wè yo lè w chèche sou entènèt pou "aparèy izolasyon sismik".

Izolasyon sismik se pi bon fason pou pwoteje kay yo kont tranbleman tèt. Li pwoteje kay la, mi yo, ak tout sa ki anndan kay la. Pifò nouvo lopital nan zòn kote ki gen tranbleman tèt tankou Japon, Kalifòni, ak Nouvèl Zelann itilize izolasyon sismik.

Men, gen lòt apwòch yo itilize tou pou fè kay yo pi an sekirite lè gen tranbleman tèt. Pa egzanp, yo mete aparèy yo rele amortisè nan kay yo pou diminye efè sekous tranbleman tèt a. Amortisè yo aji tankou, epi pafwa sanble ak, resò machin (Imaj 3). Yo bon anpil pou diminye efè sekous yo, epi yo souvan mete yo nan tèt oswa anba travès dyagonal (Imaj 4). Yon lòt fason, kote tout aparèy sipò a travay tou de kòm yon aparèy sipò ak yon resò, yo rele yon "aparèy sipò ki pa koube" (Imaj 5).



Imaj 3. Yon amortisè pou diminye mouvman ki fèt pandan tranbleman tèt.

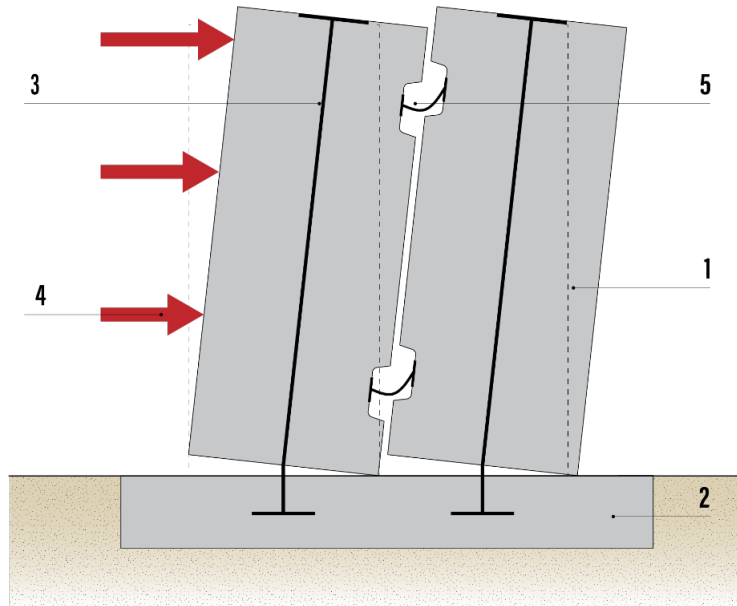


Imaj 4. Yon kay ki gen poto ak pout (1) ak amortisè (2) nan tèt travès dyagonal yo (3).



Imaj 5. De travès dyagonal ki rete tenn fas, yo la pou reziste epi diminye mouvman pandan tranblemann tè.

Yon lòt nouvo fason yo rele konsepsyon pou minimize domaj ap vin popilè. Kay nòmal tankou mi ak ankadman (poto ak pout) ki ka reziste nan tranblemann tè yo fèt espesyalman pou pati enpòtan yo pa kraze pandan yon tranblemann tè. Olye de sa, domaj estriktirèl yo konsantre nan de bagay ki ka absòbe enèji tranbleman an ki ka ranplase (Imaj 6 ak 7).



Imaj 6. De mi beton ki kole youn ak lòt (1), yo konekte nan fondasyon an (2) ak kab an asye (3) ki detire lè tè a tranble (4). Plak fè (5) yo tòde, yo pran fòs tranblemann tè a, epi yo diminye sekous yo.



Imaj 7. Yon dispozitif ki ka pran enèji tranbleman tè a, ki mete nan mitan de mi.

Teknik sa yo mande anpil eksperyans. Se poutèt sa, se sèlman enjenyè sivil ki pi gen plis esperyans ak konpetans yo ki dwe itilize yo.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranbleman tè, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranbleman tè. Yo fèt pou pwopriyete potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranbleman tè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesesè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

Advanced Technologies Introduction. World Housing Encyclopedia, EERI. <https://www.world-housing.net/major-construction-types/advanced-technologies-introduction>.

BRANZ. Concrete structures: techniques and devices used to create a low-damage buildings using concrete. <http://www.seismicresilience.org.nz/topics/superstructure/commercial-buildings/concrete-structures/> (accessed 15 June 2020).

Charleson, A. W., and Guisasola, A., 2017. Seismic isolation for architects. London, Routledge.

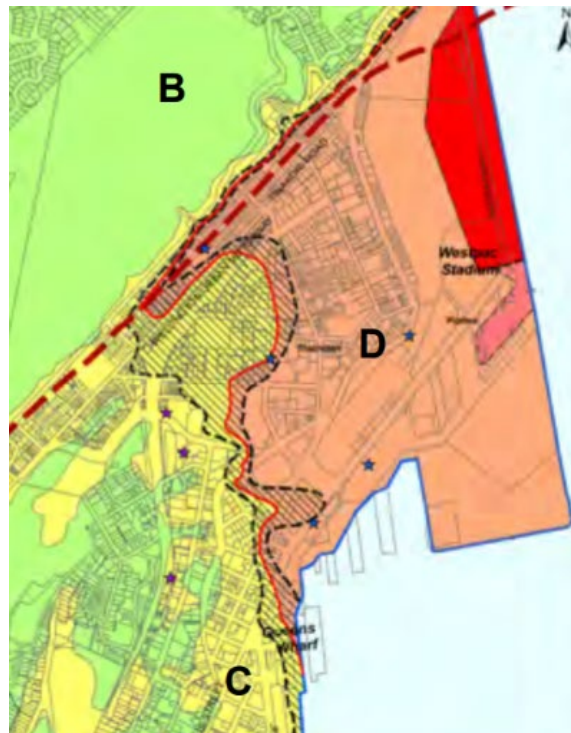
Equipped with base isolation and/or energy dissipation devices. Glossary for GEM Taxonomy. Global Earthquake Model. <https://taxonomy.openquake.org/terms/equipped-with-base-isolation-and-or-energy-dissipation-devices-dbd>.

Kay ki reziste nan tranblemann tè

Atik 24. Planifikasyon vil ak sekirite kont tranblemann tè

Konpare ak atik ki te vini anvan yo, atik sa a bay yon vizyon ki pi laj. Li montre kijan planifikasyon vil yo ka ede diminye malè pandye yon tranblemann tè sou yon rejyon, yon vil oswa yon kominote. Menm jan ak inisyativ nan domèn sante piblik, tankou bay dlo potab ak sèvis sanitè pou evite gaye maladi, planifikasyon vil ka ede redwi konsekans yon tranblemann tè epi fasilite lavi reprann aprè.

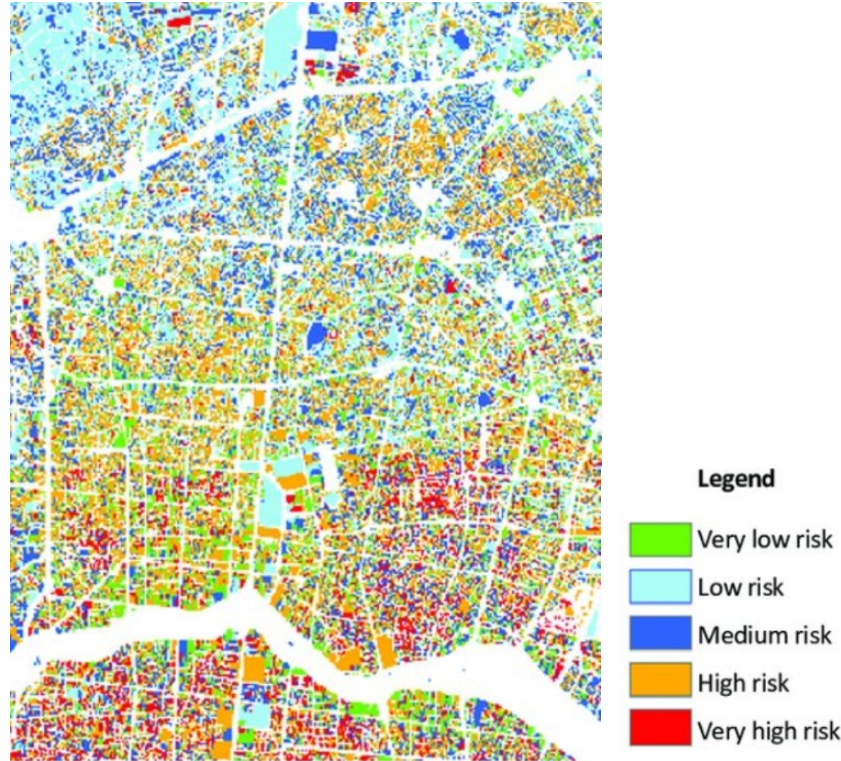
Planyifikatè vil yo bezwen kat ki montre aklè danje sismik pou gide devlopman yo. Kat sa yo montre kote ki gen fay aktif (kote moun pa dwe konstwi ditou), epi zòn ki ka sibi plis sekous akòz tè ki fon e ki mou (Imaj 1). Kat sa yo montre tou kote ki sansib a likefaksyon, glisman tè oswa wòch kap woule pandan tranblemann tè, epi kote ki ka inonde pa sounami. Avèk enfòmasyon sa yo, planifikatè yo ka mete enfrastrikti esansyèl tankou ponpye ak lopital nan zòn ki an sekirite, epi evite mete kay kote ki pa an sekirite. Zòn ki pi danjere yo ka itilize kòm pak piblik. Ou ka chèche sou entènèt 'kat danje sismik vil' pou w wè anpil egzanp kat konsa soti nan tout mond nan.



Imaj 1. Yon kat sekous tè pou yon pati nan Wellington, Nouvèl Zelann. Zòn B ap santi sekous ki pi fèb, apre sa se zòn C. Zòn D montre kote ki prèske gen sekous ki pi fò, epi li rive nan pi wo nivo li nan zòn wouj la (Konsèy Vil Wellington).

Yon lòt zouti ki itil pou planifikatè yo se yon kat sou vilnerabilite sismik. Kat sa a montre kijan kay nan yon zòn an patikilye ka pran gwo domaj pandan tranblemann tè, dapre etid sou kay yo ak analiz enjenyè yo fè (imaj 2). Lè yo itilize li ansanm ak yon kat danje sismik, distribisyon jeyografik domaj ki ka fèt pandan yon tranblemann tè kapab ede nan planifikasyon. Pa egzanp, otorite vil la ka itilize enfòmasyon sa yo pou achte kay ki nan zòn ki pi vilnerab yo pou elaji lari

yo. Sa ap diminye trafik chak jou, fasilite aksè sèvis ijans yo, epi bay plis espas pou sekirite kont dife ki ka fèt aprè yon tranbleman tè. Otorite yo ka mande epi ede pwopriyetè bilding ki vilnerab yo pou mete yo ajou, pou pwoteje yon zòn istorik enpòtan anvan li disparèt nan yon gwo tranbleman tè.



Imaj 2. Yon kat vil ki montre jan kay yo fèb devan tranbleman tè, ak danje ki gen rapò ak kalite kay yo ak lòt faktè (M. Tafti).

Planyifikatè vil yo bezwen travay kòm manm nan ekip ki gen plizyè disiplin ki gen ladan enjenyè estriktirèl. Sa nesèsè paske nan tan lontan, gen kèk vil ki te mete règ ki san fè espè lakoz bilding yo vin mwens rezistan kont tranbleman tè. Pa egzanp, lè yo egzije plis espas pou pakin nan premye nivo a, sa ka lakòz bilding ki gen “etaj mou” (Atik 11), epi lè yo bay pèmasyon pou bilding depase twotwa epi antre sou lari a, sa ka lakoz miray ki pa kontinye (Atik 12)

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranbleman tè, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranbleman tè. Yo fèt pou pwopriyetè potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranbleman tè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesèsè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

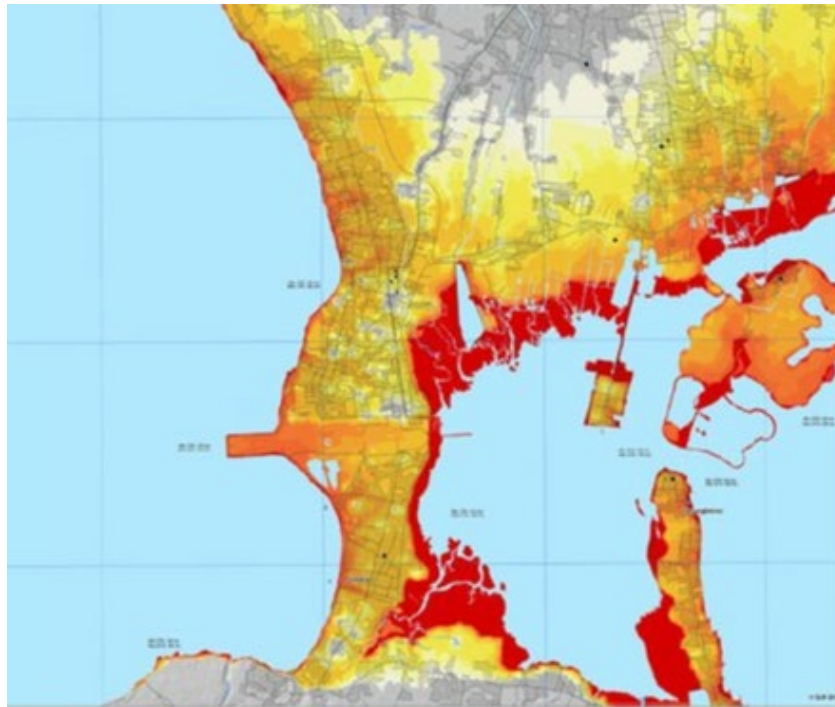
Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier, pp. 233-242.

Kay ki reziste nan tranblemann tè

Atik 25. Sounami ak bilding yo

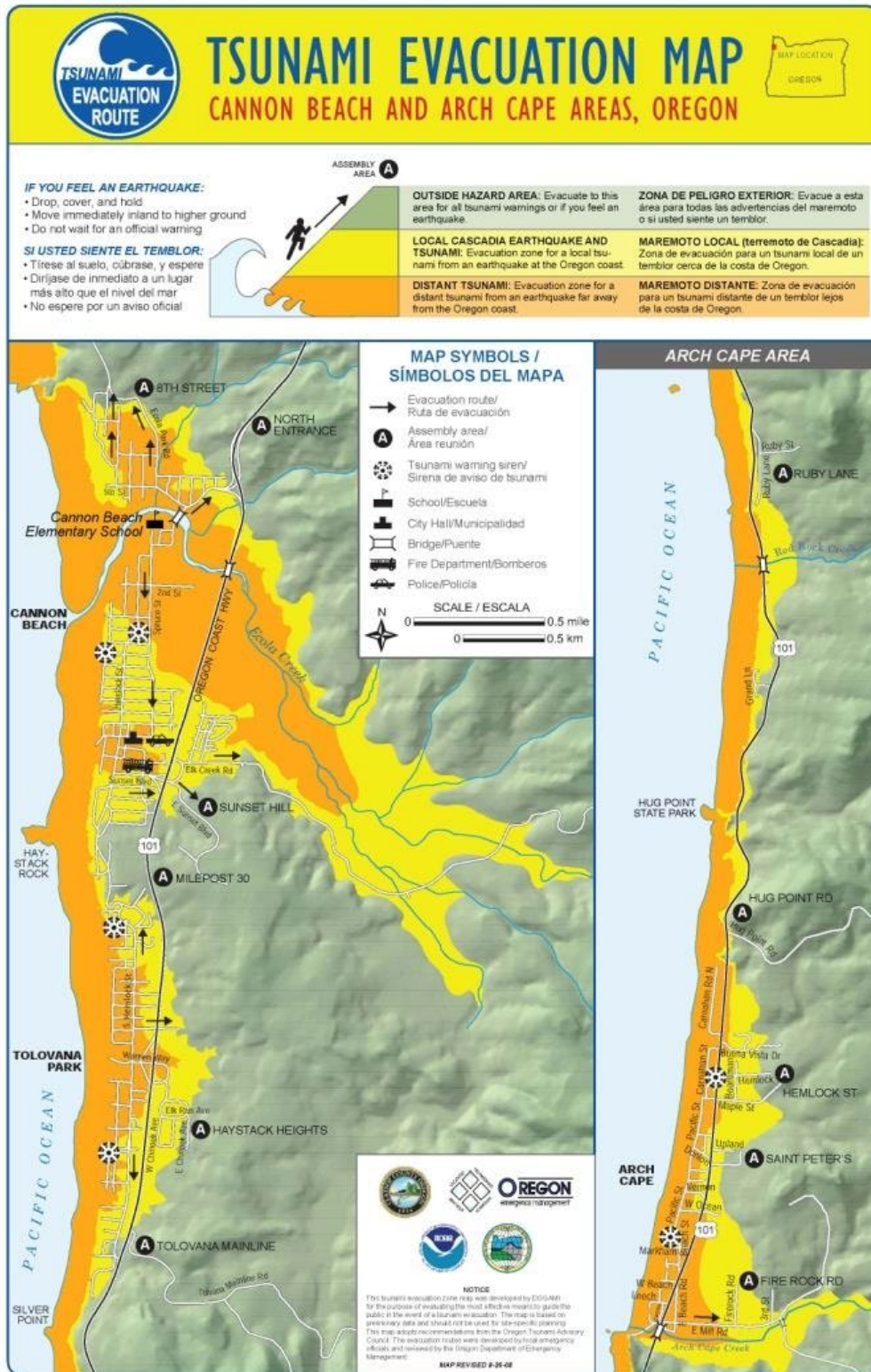
Kokenchenn tranblemann tè ki devaste Sumatra nan peyi Endonezi, ak sounami nan Oseyan Endyen an ki te fèt 26 desanm 2004 la, fè moun plis konsyan de danje tranblemann tè nan oseyan yo. Gwo pati nan kot bò Oseyan Pasifik la ak lòt kote gen risk pou sounami rive. Destriksyon ak pèt lavi ke sounami yo lakoz byen dokimante nan istwa plizyè dizèn vilaj ak vil atravè mond nan. Yon sounami egzès gwo fòs orizontal sou nenpòt sifas ki anpeche li koule. Kay an bwa pa ofri okenn pwoteksyon kont sounami, epi kay an wòch, brik, ak beton ka rantre anba tè de mètr pwofondè, selon vitès dlo a.

Pou achitèk ak planifikatè yo kòmanse kalkile danje sounami, fòk yo jwenn yon kat zòn inondasyon an premye (Imaj 1). Yo ka mete enfòmasyon sa a nan yon kat danje sismik tou (Atik 24). Lè yo fin konprann bagay ki pa sèten ak sipozisyon ki ka fè enfòmasyon yo pa egzak, yo ka kòmanse gade ki mezi pou yo pran pou diminye dega. Sanble, opsyon ki genyen yo limite nan bati mi oubyen baryè sounami, plante anpil ti pyebwa ki fò, ak depasman moun yo. Japonè yo pwoteje vilaj lapèch yo ak gwo miray an beton ame. Yon opsyon ki trè chè e ki gen anpil move konsekans sou anviwònman an. Men, mi yo pi efikas lontan pase si se te plante pyebwa sèlman. Menmsi pyebwa yo absòbe yon pati nan fòs sounami an, yo mete plis nan kantite debri dlo a pote. Gen anpil peyi ki deja fè depasman tout zòn kote sounami an te fè dega yo.



Imaj 1. Yon kat danje sounami, jan yo ye dabitid, nan ka sa a se pou Bali. Koulè ki pi fonse yo montre plis chans pou gen danje (S. Wegscheider).

Sistèm alèt an avans pou sounami ak idantifikasyon ansanm ak preparasyon wout evakyasyon yo se bon metòd tou pou redwi kantite moun ki ka mouri (Imaj 2). Men, nan kèk zòn, sounami a ka inonde tè plat ki bò nanmè yo sou plizyè kilomèt andedan tè. Lè peryòd avètisman yo mezire sèlman an minit, pa gen okenn kote ki an sekirite pou moun sove. Pou anpil moun ki nan gwo danje sa yo, sa yo rele 'sant evakyasyon vètikal pou sounami' yo se sèl chans yo genyen pou yo chape (Imaj 3).



Imaj 2. Yon kat evakyasyon sounami abityèl ki montre ki kote pou evakye lè gen sounami (Inivèsite Eta Oregon).



Figure 3. Yon sant evakyasyon sounami prive. Pifò sant evakyasyon se pou kominote ki toupre yo.

Egzijans prensipal pou yonabri sounami se pou li kapab resevwa moun ki ap sove yo pi wo pase nivo inondasyon yo prevwa a. Lè y ap fè konsepsyon estriktirèlabri a, fòk yo kòmanse pa fè l reziste fòs sekous tranblemann tè yo. Sa vle di li dwe fèt selon yon nòm ki pi wo pase nòm al. Li dwe tou respekte tout egzijans kòd yo pou asire sekirite li si yon tranblemann tè ta rive. Apre sa, fòk yo tcheke si li ka kenbe gwo presyon dlo a ansanm ak fòs mòso kraze dlo a pote.

Konsènan seri atik sa yo:

Sa a se yon seri atik sou tranblemann tè, efè yo sou kay yo, ak fason pou asire ke kay yo an sekirite kont tranblemann tè. Yo fèt pou pwopriyetè potansyèl nouvo kay ak pi gwo bilding ak lòt moun ki enplike nan domèn konstriksyon an. Atik yo ekri pa Andrew Charleson ak kòlèg li ki soti nan World Housing Encyclopedia (<http://www.world-housing.net/>) ki patwone pa Earthquake Engineering Research Institute (<https://www.eeri.org/>) ak Asosyasyon Entènasyonal Jeni Tranblemann tè (<http://www.iaee.or.jp/>). Si sa nesèsè, atik yo ka tradui ak kontni yo ka chanje pa ekspè lokal pou yo ka adapte ak kondisyon lokal yo.

Referans:

National Tsunami Hazard Mitigation Program, 2001. Designing for tsunamis: seven principles for planning and designing for tsunami hazards. <https://nws.weather.gov/nthmp/documents/designingforsounami s.pdf> (accessed 16 June 2020).

Wegscheider, S, et al., 2011. Generating tsunami risk knowledge at community level as a base for planning and implementation of risk reduction strategies, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 11, 249–258.