

Studiereis U-dispuut 2015

Nederland en Japan: verschillende omstandigheden, verschillende werkwijze.

Door: Axel Koper

Recentelijk is er in Nederland een enorme aandacht gekomen voor het aardbevingsbestendig bouwen. Dit natuurlijk aangedreven door de problematiek die zich afspeelt rondom de gasvelden van Groningen. Met een bepaald idee vertrokken we dus al vanaf Schiphol richting Japan. Het land staat niet zonder reden voor zijn enorme expertise als het aankomt op aardbevingsbestendig bouwen. In 2011 vond er voor de kust een krachtige aardbeving plaats, de gevolgen van de tsunami die hierdoor opgewekt werd zijn iedereen wel bekend.



Figuur 1 verscheidene high-rise gebouwen

Aardbevingsintensiteit

Het verschil in de problematiek waar Japan mee te kampen heeft en de situatie in Groningen komt voort uit de grote tektonische breuklijnen die rond het eiland van Japan liggen. Deze natuurlijke aardbevingen zijn van een veel grotere intensiteit dan de door de mens opgewekte aardbevingen in Groningen.

Earthquake engineering als aparte design stap

Waar we al heel snel achter kwamen is dat de aardbevingsrespons bij de grotere projecten eigenlijk zijn hele eigen design stap is geworden. Afhankelijk van de categorisering van het belang van het gebouw is de zwaarte van de design aardbeving bepaald. Hiervoor wordt er dan vervolgens naar de lokale grond omstandigheden gekeken om te zien wat de acceleraties zijn die verwacht worden.

Vervolgens wordt er een analyse van het gebouw uitgevoerd waarbij de eigenperiode van het gebouw bepaald wordt door middel van computersimulaties. Deze eigenperiode is een van de belangrijkste parameters in het design. Er wordt in het design al vroeg rekening gehouden met deze eigenperiode want het opnemen van de krachten van een zware aardbeving leidt tot zeer hoog materiaal gebruik. Er wordt dus gepoogd om de eigenperiode zo te beïnvloeden dat er zo weinig mogelijk resonantie plaatsvindt tussen de inkomende aardbevingsgolven en de respons van het gebouw.

Door al in een vroeg stadium rekening te houden met de eigenperiode van het gebouw onderscheidt de Japanse aanpak van aardbevingsbestendig bouwen zich van de Nederlandse. Het denken aan aardbevingsbelasting is het fundament van het gebouw ontwerp.

Aardbevingsmaatregelen: Damping

De essentie van het beperken van de respons van een gebouw is het maximaliseren van de damping in een gebouw. Hiervoor hebben wij een aantal systemen langs zien komen in de verschillende projecten die we bezocht hebben die in de Nederlandse praktijk eigenlijk nooit toegepast worden, omdat het niet noodzakelijk is.

Een van de meest populaire oplossingen die we zagen in de verschillende projecten was het toepassen van een zogeheten 'Base Insulation' systeem. De essentie van dit systeem is het isoleren van het gebouw zelf van de fundering eronder. Dit wordt gedaan door het maken van een soort dubbele kelderbak. Een buiten en een binnen bak. Hierbij wordt de connectie tussen de bovenbouw en de bak voor de fundering gerealiseerd door zeer specifieke opleggingen. Dit zijn blokken van afwisselend staalplaten en rubber. Deze blokken zorgen voor een flexibele verbinding die beweging tussen de twee elementen toelaat. Bovendien heeft het gebruikte rubber een gunstige hoge dempings karakteristiek. Soms werden deze opleggingen nog ondersteund door het toevoegen van oliedempers die extra energie opnemen in de verbinding van de bovenbouw en de funderingsbak. Dit systeem zorgt dus voor een grote damping in de verbinding van de constructie naar de fundering zodat er in het gebouw zelf met een veel lagere belasting rekening hoeft te worden gehouden ten gevolge van de aardbeving. Dit zorgt voor een zeer economische oplossing.



Figuur 2 detail base insulation oplegging

Een ander concept was het gebruik van een contragewicht. Een zogeheten Tuned Mass damper. Dit contragewicht zorgt door zijn tegengestelde oscillatie ten op zichte van het gebouw ook voor een afname van de respons. Een nadeel hiervan is dat dit wel voor een extra belasting op het gebouw zorgt aangezien ze van een aanzienlijk gewicht moeten zijn, en vaak bovenin het gebouw geplaatst worden.

Materiaalgebruik

Een van de dingen die eigenlijk gedurende de hele reis is opgevallen is het materiaalgebruik bij de verscheidene constructies. Eigenlijk bij bijna alle projecten die we gezien hebben werd er gebruik gemaakt van staal als constructief materiaal. Er waren bijna geen gebouwen waarbij beton werd gebruikt voor de hoofddraagconstructie.



Figuur 3 Mode Gakuen Cocoon tower

Toen we de vraag neerlegden bij een van de ingenieurbureaus over het materiaalgebruik kregen we te horen dat dit niet alleen ons beeld was maar dat vrijwel altijd in staal gebouwd wordt. In woongebouwen werd nog wel soms voor beton, en dan vaak prefab, gekozen. Dit had dan meer als reden de gunstige geluidsisolatie eigenschappen die betonnen constructies bezitten. De keuze voor staal werd ondersteund door het aanbod in Japan van staal van hoge kwaliteit voor een relatief lage prijs. Ten slotte zijn aardbevingen hier ook een beweeg reden voor de keuze van staal. Het materiaalgedrag van beton onder opgelegde verplaatsingen is relatief ongunstig.

Tokyo Skytree

Waar in de Nederlandse praktijk de keuze dus veelal valt op Beton is dit in Japan juist vaak staal. Een van de projecten die we bezochten waarin deze materialen samen gebracht werden was de Tokyo Skytree. Hierbij spelen de materialen allebei hun eigen belangrijke rol. Tokyo Skytree is tevens de hoogste constructie van Tokyo met zijn 640 meter.

Deze Skytree is een communicatie mast zonder permanente bewoning met een tweetal observatiedecks. Deze toren heeft een hoofddraagconstructie bestaande uit stalen buisprofielen. Aan de voet hebben deze een doorsnede van 2 meter en een wanddikte van 10 cm. Deze enorme staalconstructie wordt gecompliceerd door een betonnen kern waarbinnen zich noodtrappen bevinden.

Deze combinatie van materialen heeft een reden. De betonnen kern in de Tokyo Skytree heeft namelijk niet een louter scheidende functie van de noodtrappen. Hij wordt namelijk gebruikt als massa demper in het geval van aardbevingen. Deze betonnen kern is voor de onderste derde van de



Figuur 4 Tokyo Skytree vanuit de verte

hoogte vast aan de staal constructie verbonden maar de bovenste twee derde van de kern is via oliedempers aan de staalkern verbonden. Hierdoor werkt de betonnen kern dus als massa demper van de Skytree. Hierdoor kon de aardbevingsrespons van de toren tot wel 50% gereduceerd worden ten opzichte van de situatie waarin deze kern niet als demper gebruikt werd.

Deze unieke combinatie van betonnen kern en staal als draagconstructie laat de innovatie van de Japanse ingenieur zien en de slimme manier waarop ze al in een vroeg stadium nadenken over deze belastingssituatie die in Nederland zo onbekend is.

Concluderend

Tijdens deze studiereis hebben we vele interessante constructieve oplossingen gezien voor een problematiek die wij in Nederland niet of nauwelijks kennen. Verder viel de keuze voor materiaal en de algehele denkwijze van de ingenieurs op. In conclusie is de praktijk in Japan in sommige aspecten verder dan de onze, het is heel goed gestructureerd en enorm leerzaam voor ons als toekomstig ingenieurs, zeker in zaken waarin de dynamica van de gebouwen van belang is.