

14 au 19 septembre 2008 à Chicago

IABSE Congress - Creating and Renewing Urban Structures - Tall Buildings, Bridges and Infrastructures

Le 17ème Congrès de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes (IABSE) s'est déroulé à Chicago, du 17 au 19 septembre 2008, sur le thème des structures en milieu urbain.

Dans cette ville à l'architecture révolutionnaire, tous les aspects des métiers touchant de près ou de loin à la conception et à la construction des villes nouvelles et des grands ouvrages d'aujourd'hui ont été abordés. Sept conférenciers de renommée mondiale ont abordé les sujets les plus préoccupants de notre profession. Plus de 500 résumés en provenance du monde entier ont été proposés ; seuls les sujets les plus innovants et les plus passionnants ont été retenus pour une publication et une présentation orale susceptibles d'offrir aux participants le contenu technique qu'ils sont en droit d'attendre de ce genre de manifestation.

Il s'agissait là d'une occasion unique de découvrir une des plus grandes villes américaines, de prendre conscience des très grandes réalisations en cours à l'extérieur de nos frontières et de promouvoir la technique et le savoir-faire français.

C'est à ce titre que, renouant avec la tradition, l'AFGC a édité et diffusé à tous les participants un livre de résumés et un CD comportant 25 articles relatifs aux réalisations françaises les plus récentes.

Jacques Combault
President of IABSE

Le 17ème Congrès a été précédé des réunions annuelles des groupes de travail (working committees) de l'IABSE sur les différents thèmes en cours.

Le congrès s'est déroulé dans la ville de Chicago (dont est originaire Barack Obama, le congrès se déroulant en pleine période d'élections présidentielles et de crise financière). Chicago est une ville où les gratte-ciels sont entrés dans le paysage urbain depuis longtemps, avec la fameuse Sears Tower qui a été pendant 25 ans environ la plus haute tour du monde. Actuellement, une autre grande tour, plus grande encore, est en construction mais ne sera pas la plus haute, déjà dépassée pour une autre tour immense à Dubai.

La conférence : 17-19 septembre

Comme cela a été dit au début, la ville de Chicago était particulièrement bien adaptée à ce congrès, puisque lieu de la construction d'une très grande tour. Ce sujet des très hautes tours était particulièrement présent lors de la conférence, sur fond de compétition internationale pour déterminer le record du monde. Ce climat de compétition internationale de la démesure était aussi présent pour les ponts, le record étant détenu par les Chinois avec le Sutong Bridge, pont à haubans dont la travée centrale mesure 1088m, et récemment terminé avec succès.

Mais les préoccupations au cours de ce congrès n'étaient pas uniquement orientées vers les très grandes structures. L'évaluation et la gestion des ouvrages existants font partie des thèmes récurrents du congrès, de même que le développement durable, présenté d'une keynote introductive au congrès. D'ailleurs le thème du développement durable est le thème principal du prochain congrès de l'IABSE à Bangkok l'an prochain.

Le présent compte-rendu s'attache à présenter quelques exposés particulièrement intéressants. Tous les articles sont disponibles en version intégrale sous forme de pdf. La liste des articles est donnée dans le sommaire joint au présent document.

Les conférences invitées

Plusieurs conférences introductives ont eu lieu.

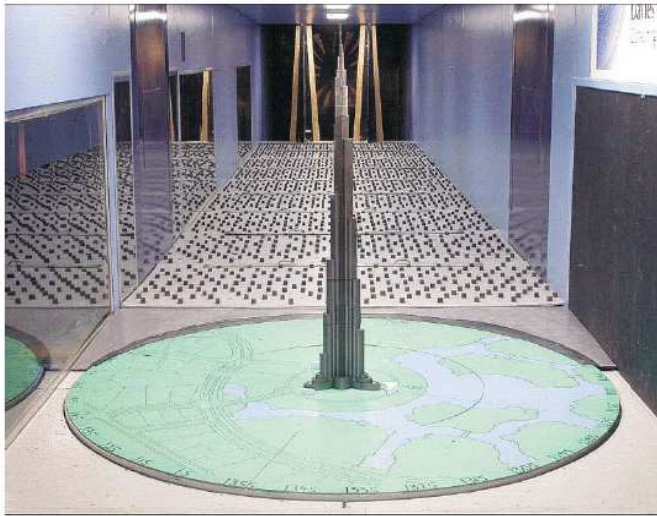
Celle consacrée à la construction de la Burj Dubai était particulièrement intéressante. La démesure de cette tour est impressionnante avec une hauteur maximale de 818m pulvérisant les records existants (à peine plus de 600m). Une telle structure fait naturellement l'objet d'études particulièrement pointues, notamment pour prendre en compte les effets du vent sur une structure dont le premier mode propre a une période de vibration de 11s ! La structure est composée d'un noyau en béton à trois branches disposées de manière équilibrées reprenant l'effort tranchant. Chacune des branches est renforcée à son extrémité pour reprendre les efforts de flexion et assurer la rigidité. Les illustrations suivantes donnent une idée de l'ouvrage.



a) Mode 1, $T = 11.3s$

b) Mode 2, $T = 10.2s$

c) Mode 5 (torsion) $T = 4.3s$



a) Aeroelastic Model at 1:500 scale

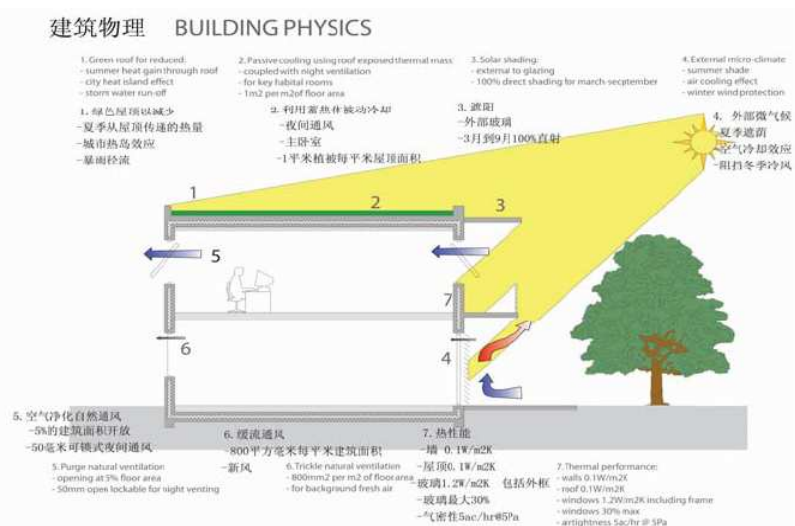


b) Rigid Pressure Tapped Model of Top Portion at 1:50 Scale

Fig. 6: Wind Tunnel Models

Parmi les autres conférences invitées, on trouve une communication consacrée au rôle de l'ingénieur dans le changement climatique. Un projet de ville écologique, développé par le Royaume Uni avec une application concrète en Chine a été présenté. Cette présentation avait également comme but de sensibiliser l'ingénieur sur l'évolution de son métier pour faire face au réchauffement climatique.





Les sessions parallèles de la conférence

La conférence était organisée sur le principe des sessions parallèles (3 ou 4 se déroulant en même temps). A chaque tranche horaire correspondait plusieurs sessions parallèles. Parmi ces sessions, une était en général consacrée aux bâtiments, une autre aux ponts, et les suivantes soit aux ponts ou aux bâtiments, soit à un sujet commun.

Quelques articles intéressants

Pont de Koror (République des Palaos, Océanie)

Ce cas de figure est particulièrement intéressant puisqu'il traite de l'effondrement du pont de Koror dans la république des Palaos dans les îles Carolines (Océanie). Cet ouvrage est un pont en béton précontraint à une travée de 241m, encasté sur ses appuis et avec un système particulier à mi-travée permettant les dilatations longitudinales. Il s'est effondré par délamination du hourdis supérieur très fortement comprimé par une réparation qui avait eu lieu quelques mois auparavant par ajout de précontrainte pour palier à une flèche très importante prise par l'ouvrage à mi-travée (de l'ordre de 1m40). La densité du ferrailage et notamment des torons très rapprochés et disposés sur plusieurs lits sans aciers verticaux est à l'origine du phénomène de délamination du béton qui a entraîné la perte de stabilité d'un des fléaux, puis l'entraînement de l'autre fléau. Outre la compression importante qu'elle a généré dans le hourdis supérieur, la réparation par précontrainte additionnelle a eu pour effet d'une part d'empêcher les libres dilatations au centre, ce qui entraîne des compressions additionnelles sous les effets thermiques (du fait des blocages sur appui), et surtout d'autre part de liaisonner les deux encorbellements ce qui a entraîné la chute de l'autre encorbellement.

Jusqu'à présent, cet ouvrage n'avait pas donné lieu à une communication technique de ce genre du fait de la procédure judiciaire. Au jour d'aujourd'hui celle-ci est terminée et l'ouvrage reconstruit. L'article donne beaucoup de détails très intéressants. Quelques exemples d'illustrations issues de cet article sont donnés ci-dessous.





Figure 6. Airai side after collapse.



Figure 7. Interior of Airai side a few days after collapse
(Photo courtesy SSFM Engineers)

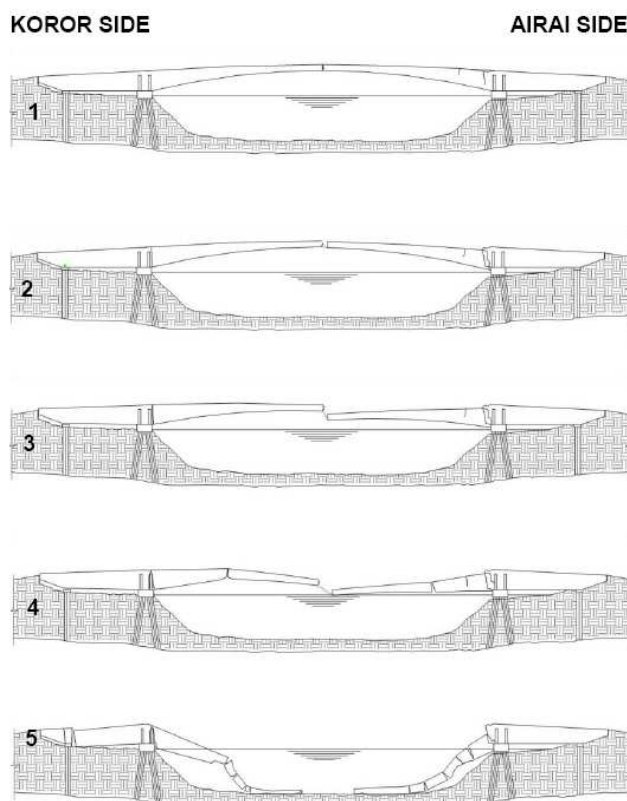


Figure 14. Estimated collapse sequence

Step 1. As the top flange on the Airai side delaminates, its compressive resistance is lost, increasing compressive stresses in the side walls and bottom flange.

Step 2. The side walls of the box fail in compression, further increasing the compressive and shear stress in the bottom flange. The box section fails in compression creating the first explosion. Then the entire Airai cantilever lurches toward the back span, separating at the hinge.

Step 3. The Airai cantilever rotates downward. Because the retrofit tendons are continuous through the hinge, the Airai cantilever pulls down on the Koror side causing a violent flexural failure of the over reinforced section (the second explosion).

Step 4. The Airai cantilever strikes the water, resulting in positive moment flexural failures, as observed. A second negative moment flexural failure develops in the Koror cantilever.

Step 5. The box section continues to break up as it collapses to the bottom of the channel.

Pont de Sutong

Bien que les très hautes tours aient été à l'honneur lors de ce congrès, par leur démesure, les grands ponts ont aussi apporté leur lot de records en tout genre, avec comme exemple le pont de Sutong en Chine, de 2,1 km de long avec une travée centrale de 1088m ce qui est un record pour un pont à haubans (à caisson métallique). Un article très complet donne de nombreux détails. Quelques illustrations de cet article sont données ci-dessous :

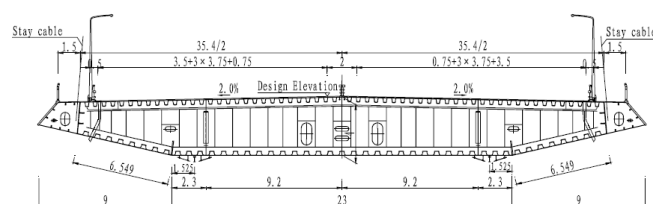


Fig. 5: General Structure of Steel Box Girder Cross Section (Unit: m)

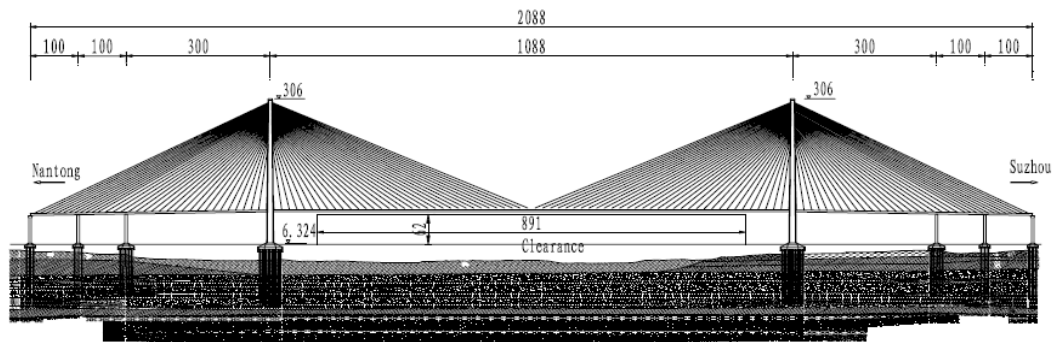
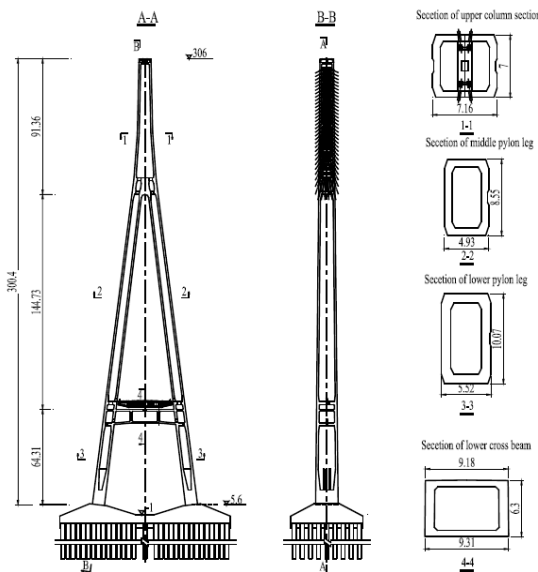


Fig. 1: Span Arrangement of the Main Bridge (Unit: m)



Pont à haubans courbe

Bien qu'étant loin des dimensions du pont de Terenez en France, une communication portait sur une conception particulière d'un pont à hauban avec un tracé en plan courbe. Voir l'article correspondant pour plus de détail.

Glissement des torons dans les clavettes sur un ancrage de suspente de bow-string

Cet article étant relativement technique mais aussi intéressant. Il relate un problème survenu à l'ancrage de plusieurs suspentes d'un pont ferroviaire de type bowstring à Rotterdam. Le problème rencontré est un glissement du toron dans la clavette se traduisant par une détension du toron. Le phénomène a apparemment été causé par une surévaluation du coefficient de friction à l'interface toron clavette. Voir l'article pour plus de détails.

La conférence a également été l'occasion d'une présentation des causes de l'effondrement du pont de Minneapolis. A l'époque, l'expertise judiciaire n'était pas encore terminée, donc cette présentation avait un caractère un peu confidentiel puisqu'aucun document n'était fourni.

Il se confirme que la cause de l'effondrement est bien liée au sous-dimensionnement de deux goussets, d'un facteur à peu près égal à 2, ce qui a entraîné l'effondrement complet de l'ouvrage. Le gousset est composé d'une plaque métallique reliée à la membrure supérieure et à deux diagonales. La membrure supérieure et les diagonales ne sont pas en contact, donc tout l'effort transite dans cette plaque. Des boulons la lient avec les éléments de poutres. Le scénario de rupture, confirmé par des modèles aux éléments finis très précis, prenant en compte les boulons de liaison, peut se résumer ainsi : Après un effort trop important provenant des diagonales, la plaque jouant le rôle de gousset a flambé. La diagonale, qui n'était plus retenue, est venue poinçonner la membrure supérieure et l'a sectionné. La perte de résistance locale a entraîné la rupture en chaîne de l'ouvrage.

Des raisons ont également été données sur la question qui s'ensuit : pourquoi l'ouvrage a-t-il attendu tout ce temps pour s'effondrer. On peut déjà remarquer que par le jeu des coefficients de sécurité, et par la valeur enveloppe des charges variables, un sous dimensionnement d'un facteur 2 n'entraîne pas un effondrement immédiat. Or au moment de l'effondrement, l'ouvrage était en travaux et la circulation était excentrée. Mais ceci ne suffit pas forcément à expliquer le phénomène. Un facteur supplémentaire vient expliquer la raison de la surcharge. Il semble qu'un petit avion de tourisme a survolé l'ouvrage peu de temps avant l'effondrement et une photo aérienne semble montrer qu'un chargement relativement lourd ait localement été posé sur l'ouvrage. Le scénario qui semble prévaloir est donc la combinaison d'un sous-dimensionnement de deux goussets et d'une surcharge locale sans doute très importante mise en place sur l'ouvrage à l'occasion des travaux. Ces informations méritent néanmoins d'être confirmées par des articles techniques qui ne manqueront pas d'être publiés dans les prochains mois.

Quelques photos de Chicago







Compte-rendu rédigé par Pascal Charles (SETRA) et complété par Jocelyne Jacob (AFGC)