Rapport technique / domaine du bâtiment

Contenu : coffrages de grande hauteur

: Vincent Bernasconi, Michel Singelé/ 1700 Fribourg Rédaction

: 11 juillet 2007 Date

Une évolution récente

Il y a peu il n'était encore guère possible de bétonner des étapes plus haut que 3m à 4m. Si un architecte ou un entrepreneur voulait bétonner des étapes plus hautes, l'ingénieur se serait empressé de refuser cette pratique.

C'est seulement ces quinze dernières années qu'apparaissent sur le marché des coffrages qui permettent de réaliser des étapes plus hautes. Partis depuis la France avec des entreprises innovatrices telles que Hussor ou Dekko, aujourd'hui pratiquement tous les fabricants de coffrages proposent un ou plusieurs systèmes de grande hauteur.

Ces coffrages ont trouvé leurs places sur le marché car ils répondaient à la demande concrète aussi bien d'architectes désireux d'innover dans les constructions en béton que d'entrepreneurs voulant augmenter les rendements ainsi que la sécurité.

Ces coffrages sont chers à l'achat. Leur poids élevé exige une grue conséquente sur le chantier. Et les ouvrages nécessitant de tels coffrages restent, du moins en Suisse et pour l'instant, encore rares. C'est pour ces raisons que ces coffrages sont encore peu fréquents ici et que peu d'entreprises en possèdent.



Sika Guin 2007 Pilier de 9m, coffrage Hussor

Matériel actuellement sur le Marché

Le grand problème des coffrages de grande hauteur est la pression exercée par le béton au bas du coffrage.

Le point faible n'est pas le coffrage, mais la tige dywidag qui ne résiste pas à la pression.

En plaçant un manomètre sur la tige dywidag la pression peut être contrôlée à tout moment et la vitesse de bétonnage adaptée en conséquence.



Catalogue Peri 2008c

Une image trompeuse



Comme des exemples concrets le montrent, il et tout à fait envisageable de réaliser des coffrages de grande hauteur avec des banches de coffrages « traditionnelles » (par exemple avec le système de Peri TRIO ou le système de Rauh MANTO).

Ces coffrages sont toutefois relativement légers (env. 50 kg/m2) et sont conçus pour des pressions d'environ 80 kN/m2.

Il faut donc adapter la vitesse de bétonnage pour ne pas dépasser cette pression maximale admise.

Voici une photo tirée du catalogue Peri. Il s'agit d'un coffrage de grande hauteur de 9m réalisé avec le système « trio» qui est la banche de coffrage traditionnelle. La brochure ne mentionne pas les difficultés de coffrage et de bétonnage.

En analysant la photo de plus près on peut toutefois s'imaginer les difficultés.

Catalogue Peri 2008

1 : L'étayage et l'échafaudage sont réalisés séparément.

2 : Le béton n'a pas pu être coulé en une fois.

Résumé: Dans leur documentation, les fabricants de coffrage nous montrent des images spectaculaires mais certainement aussi trompeuses.

Coffrage de grande hauteur, oui mais

Peri à également le système de coffrage avec poutrelles treillis en bois (Vario GT 24).

D'après leurs indications il est possible de coffrer des hauteurs jusqu'à 18m au maximum.

L'important est à nouveau de ne pas dépasser les pressions admissibles, qui sont de l'ordre de grandeur de 50 à 60 kN/m2. Pour des cas spéciaux, comme sur la photo, il est possible de monter à une pression jusqu'à 150 kN/m2. Pour atteindre de telles pressions les coffrages sont spécialement conçus par le fabricant. Les espacements entre les poutrelles sont très serrés, de l'ordre de 20 cm. Ce système demande donc une quantité importante de matériel et la mise en place est longue. Le grand avantage de ce système est la grande liberté dans les formes.

Pour ne pas dépasser les 150 kN/m2 il faut diminuer fortement la vitesse de bétonnage.

A une hauteur de 18m il est obligatoire de bétonner avec un béton autoplacant. La consistance peut donc être considérée comme de l'eau si on bétonne les 18 m en une fois.



Catalogue Peri

Pression maximale admissible 150 kN/m2 Pression atteinte si coffrage rempli en une fois -> 24kN/m3 * 18m = 432 kN/m2

Page 3 / 6

Coffrages métalliques

Les coffrages spécialement conçus pour de grandes hauteurs sont différents.

Ils sont entièrement métalliques, pèsent environ 160 kg/m2 et sont conçus pour des pressions jusqu'à 150 kN/m2.

Tous les éléments sont déjà intégrés dans le coffrage.

Sur le marché suisse, le leader de ces coffrages lourds est Hussor, entreprise française qui a été rachetée en 2002 par l'entrepreneur Suisse Bernasconi de Genevey sur Coffrane.

Banche de coffrage H 12 (Hussor)

: 100 kN/m2 avec Dywidag 23 mm Pression admissible

: 150 kN/m2 avec Dywidag 27 mm

Face coffrante : Tôle ép 5 mm

:2.80 m / 2.90 m Hauteur standard

Longueurs standards : 0.3 m 0.6 m 0.9 m 1.2 m 2.40 m

Poids moyen : 160 kg/m2

Elément 2.9m x 2.4m : 1114 kg



Coût: env.1000.-/m2.

Utilisation : les coffrages type métallique ont des points de fixation bien définis et ne peuvent être modifiés.

Pression sur le coffrage : P. max. = Dxh (densité du béton par mètre cube fois la hauteur du mur).

Hauteur de bétonnage maximum 6 mètres. Au delà de cette hauteur il faut prendre contact avec le fournisseur du coffrage car le problème ne vient pas du coffrage proprement dit mais de la résistance des tiges dywidag.

Pour le bétonnage à de telles hauteurs il faut résoudre le problème de ségrégation du béton. La hauteur de chute libre est de maximum 4 mètres. Si elle est dépassée, il faut pouvoir enfiler le tuyau de la pompe ou, pour le bétonnage à la grue, la chaussette de la benne dans le coffrage. L'armature doit être adaptée en conséquence.

La pression du béton sur le coffrage peut être modifiée selon la vitesse de bétonnage :



Page 4 / 6

Exemple : chantier Philip Morris : le contremaître remplit un bidon de béton au début du bétonnage, il remplit le coffrage de béton jusqu'à env.

une hauteur d'étage puis il regarde la prise du béton dans le bidon. Quand il a fait légèrement sa prise il peut bétonner une deuxième étape, ainsi la pression est diminuée.

Nouvelle méthode de travail

Dans une peau de coffrage métallique il est impossible de clouer quoi que ce

La fixation d'évidement se fait par des aimants.

Les coffrages d'embrasures sont coincés entre les parois en métal. Souvent il faut créer une compensation en bois qui sera retenue par des filières en acier.

C'est une façon spéciale de travailler.

Le coffreur n'a pratiquement plus besoin de son marteau et la sacoche à clou devient totalement inutile.

D'après ce qu'on a pu entendre, les ouvriers s'habituent relativement vite à cette nouvelle façon de travailler.

Sécurité

Le fait que tous les systèmes de sécurité, tels que les ponts et les échelles, sont directement intégrés au coffrage, représente un avantage certain. Les acrobaties pendant le coffrage, par exemple pour aller serrer les tiges du haut ou pour le montage des ponts, deviennent inutiles. Tous les travaux se font depuis le sol ou depuis un pont.

Il n'est pas possible de transporter plus de 3 éléments assemblés en longueur. Après quoi la structure commence à flamber. Il est courant de transporter 6 éléments à la fois, 3 en largeur et 2 en hauteur ou l'inverse.



Sika, Guin

Grues en conséquence

Il faut des grues dimensionnées pour ce type de coffrage. Exemple: Chantier Philip Morris: il y a 4 grues:

Longueur de flèche 55 mètres

Charge maximale en bout de flèche 4800 kg (photo).



Technique de bétonnage



Pour les coffrages de grandes hauteurs, les techniques de bétonnage les plus utilisées sont le camion pompe ou la grue avec une benne munie d'une chaussette.

Suivant la grandeur du chantier, on peut monter une centrale sur place ou se faire livrer le béton par la centrale la plus proche.

Exemple: Philip Morris à Serrières (Neuchâtel), le béton est livré par la centrale à béton de Marin.

Le béton le plus utilisé est le béton autoplaçant.

Avantages:

Pas besoin de vibrer.

Moins de main d'œuvre.

Pas de risque de nids de gravier.

Rendement 0.2h/m3.

Désavantages :

Risque de bullage.

Env. 30.- fr/m3 plus cher qu'un béton normal.

Autre béton utilisé C 30/37 béton normal.

Avantages:

Moins cher que le béton autoplaçant

Désavantages :

Problème pour vibrer. L'aiguille n'atteint pas le

Risque de nids de gravier.

Plus de main d'œuvre.

Rendement 0.6h/m3.

Page 6 / 6

Autres marques

A notre connaissance il existe un autre fabricant de coffrages métalliques.

Il s'agit de l'entreprise française Deko.

Leur produit est très similaire au système de Husssor mais n'atteint qu'une pression admissible de 80 kN/m2. Ceci est nettement inférieur au système de Hussor.

Nous renonçons à une présentation complète de ce système.

Références et remerciements:

Nous remercions toutes les personnes qui ont bien voulu nous recevoir et répondre à nos questions.

Chantier: Philip Morris à Serrières (Neuchâtel)

Conducteur de travaux M .Domond

Chantier : Sika à Guin

Conducteur de travaux M .Crausaz

Chantier: La Cremo

Stagiaire M . Vonlanthen

Catalogue : Peri 2008

Catalogue: Hussor 2006

Modification mise en page 16.09.2007 / fichier pdf