

Dispositif anti-crue démontable à Cologne Installation anti-crue démontable unique au monde

Introduction

Les travaux d'application du nouveau concept de protection anti-crue, adopté début 1996 par le conseil municipal de la ville de Cologne, sont en cours depuis fin 2004. Lors de la cérémonie de l'inauguration officielle le 13 mai 2006, une autre étape du nouveau concept de protection anti-crue de la ville de Cologne venait de s'achever entre les deux ponts, la « Deutzer Brücke » et la « Hohenzollernbrücke ».

D'ici fin 2008, une grande partie des 64 kilomètres de berges auront atteint l'objectif de protection de 11,30 m en règle générale selon le niveau de Cologne, et ceci sur les deux rives du Rhin. Dans des zones à risques critiques, la hauteur sera de 11,90 m et de 10,70 m pour le secteur de Porz/ Zündorf. Afin de rendre l'aménagement des nouvelles installations de protection anti-crue le plus agréable possible pour les zones urbaines proches du fleuve au niveau identité, attractivité et qualité de vie des riverains, des murs de protection anti-crue démontables seront installés sur une longueur d'environ 9,3 km avec une surface de 13 200 m².

Le principe des murs de protection anti-crue démontables avec un système de poutres.

Le dispositif et ses éléments de construction démontables se constituent principalement de deux composants : de poteaux centraux, installés à espace régulier en cas de crue et de poutres empilées entre les poteaux centraux. Deux autres composants, le vissage et la technique de pression sont nécessaires afin d'activer la fonction protectrice. Lors du montage, les poteaux centraux sont vissés sur la fondation fixe en béton armé à l'aide de douilles.

Les poutres doivent être pressées verticalement par les cales de serrage pour obtenir l'activation de l'importante étanchéité du dispositif. Ainsi, les poutres garantissent mu-



Inauguration du nouveau mur de protection anti-crue dans la zone de la vieille ville de Cologne.



Natursteinsockel (9,30 m Kölner Pegel)



Aufbau der Mittelstützen



Stützen mit Dammbalken



Komplette Hochwasserschutzwand (11,30 m KP)

Présentation successive de l'installation en quatre images.

tuellement l'étanchéité et la pression sur la surface de contact au sol. Les quatre composants du dispositif, à savoir le poteau central, les poteaux,

les vis et les cales de serrage permettent alors à eux seuls, de réaliser des murs démontables d'une hauteur de plus de 4,00 m.

Concept de calcul des éléments de construction démontables

De la situation complexe à laquelle le concept anti-crue de Cologne doit répondre résulte, dans sa dimension, une installation de protection anti-crue unique au monde. Compte tenu de cette dimension particulière, le scénario de charge prend en considération, outre la mise en eau complète correspondant à une crue de 11,30 m selon le niveau de Cologne et une

charge de surface de 2 tonnes par m² (= 20 kN/m²) sur le mètre supérieur du mur démontable.

Afin d'augmenter encore plus la sécurité déjà garantie, ces charges sont majorées de 35% supplémentaires (combinaison de base Cas 1 DIN 19704-1 tableau 5). L'impact dynamique d'objets flottants a été pris en compte en tant qu'une charge individuelle de 3 tonnes (= 30 kN) toujours à l'endroit le moins favorable de l'élément de construction. Cette valeur de char-

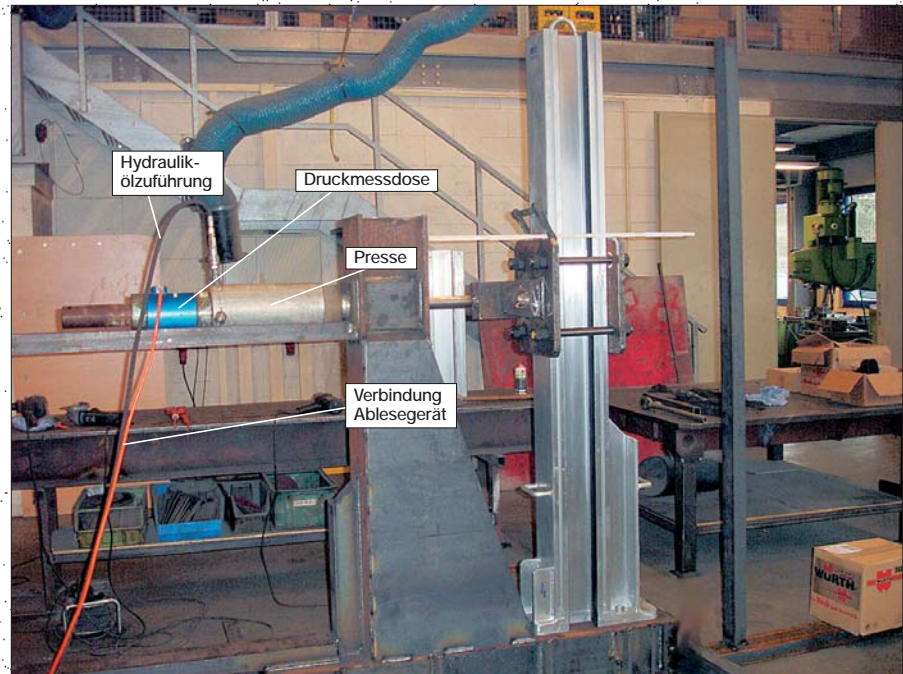
ge a été majorée d'une marge de sécurité de 21,5% (combinaison de base Cas 2 DIN 19704-1 tableau 5). Lors d'une défaillance d'une vis de tension, les vis d'ancrage restantes, prévues pour la fixation des poteaux, doivent résister fidèlement aux charges mentionnées ci-dessus en cas de sécurités réduites. Ceci constitue un élément de sécurité supplémentaire. Ce concept de calcul garanti que seul des éléments de construction robustes sont utilisés.

Déformation/Plastification/Ruptures des poteaux

Afin de connaître réellement aussi bien le comportement de déformation que le point de rupture des poteaux, un poteau d'origine (hauteur de protection 2,10 m) a été soumis à une charge jusqu'à sa défaillance sur un banc d'essai. Les résultats d'essai ont été consignés dans un diagramme de charge-déformation. Le poteau montre un comportement linéaire-élastique jusqu'à une charge de 140 kN. Ceci est exprimé dans le diagramme par la droite de Hooke.

La charge de dimensionnement hypothétique correspond à 75 kN. Elle est ainsi de 85% inférieure au début théorique de plastification du poteaux.

Ceci signifie que la barrière ne subit aucune déformation définitive sous l'influence des charges hypothétiques prises comme base pour le calcul et qu'elle peut être réutilisée de manière illimitée.



Banc d'essai avec poteau d'essai.

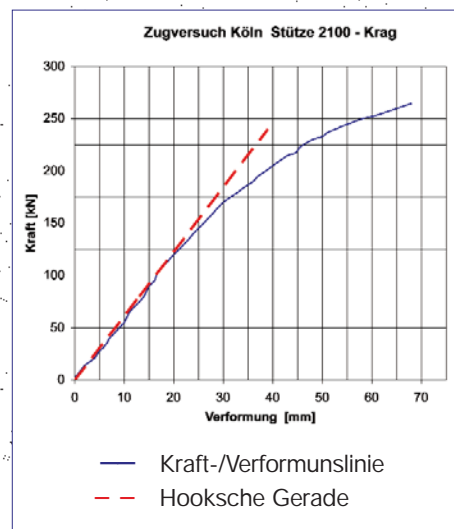


Diagramme de charge-déformation.

Informations concernant la charge de rupture

La rupture attendue côté traction du pied de poteau central est survenue lors d'une charge d'essai de 270 kN. Le moment de rupture correspondait à $270 \text{ kN} \times 1,2 \text{ m} = 324 \text{ kNm}$. Peu avant d'atteindre la contrainte de rupture, la déformation horizontale du poteau s'élevait à 68 mm, mesuré à la hauteur de 1,41

Rigidité réelle des éléments de construction

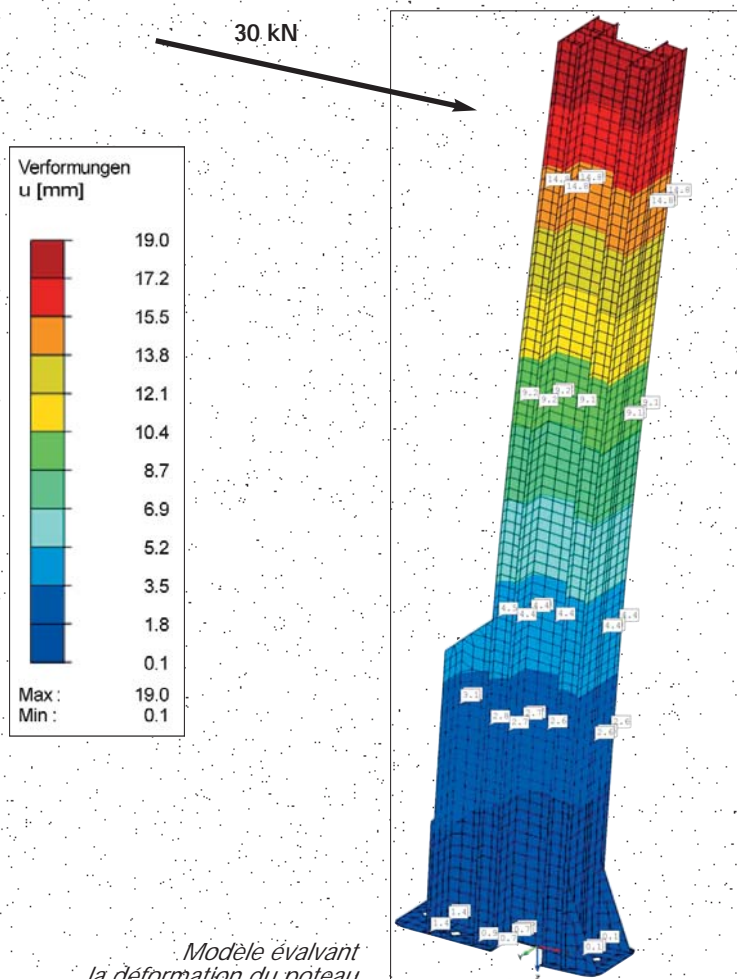
Basé sur les données obtenues lors de l'essai, les modèles des éléments finis, générés pour le calcul, ont pu être calibrés. Il était alors assuré que les modèles de calcul théoriques reflètent la réalité suffisamment bien et que les résultats de ces calculs témoignent par conséquent d'une valeur fiable. On obtient en outre la rigidité réelle du poteau. Celle-ci est particulièrement intéressante du point de vue des questions de dynamique. La simulation d'une charge individuelle de 30 kN sur la tête de poteau, présentée dans le modèle, produit une déformation de 19 mm. Il en résulte une rigidité d'environ 1580 kN/m.

Comparaison des charges portantes concernant l'essai de rupture avec les charges de calcul

La crue appelée crue centennale, le débit maximal de crue, correspond à 11,20 m selon le niveau de Cologne. La hauteur des installations de protection anti-crue s'élève à 11,30 m selon le niveau de Cologne incluant les 10 cm supplémentaires de franc-bord. Les influences telles que la pression de glace, les jets d'eau, les objets flottants ou les impacts dynamiques ont été pris en compte conformément au concept de calcul décrit ci-dessus. Le moment de rupture déterminant pour la défaillance lors de l'essai s'élève à 324 kNm. Il est alors supérieur aux scénarios d'influence caractéristiques, cités ci-dessus, comparé aux facteurs su-

m. La défaillance de l'élément de construction est alors précédée par une déformation clairement visible. La valeur empirique en résultant est d'une grande importance pour l'estimation d'un éventuel état critique de déformation du poteau dans un cas isolé. Lorsque la contrainte de rupture est atteinte, la défaillance du poteaux s'accomplit de manière soudaine. Le renfort du pied de

poteau central se déchire dans la zone affectée thermiquement. La pénétration de la chaleur dans les zones du poteau (= zone affectée thermiquement) se trouvant à proximité du joint soudé, provoque la modification de la microstructure (= fragilisation) de l'alliage d'aluminium, définitivement responsable pour le comportement de rupture fragile.



ivants. La preuve d'une sécurité contre la rupture d'un facteur 10 doit être fournie pour les moyens de transport de passagers tels que les ascenseurs et les montagnes russes. A titre de comparaison, la sécurité du poteau de test contre

une rupture provoquée par la pression hydrostatique d'une crue centennale est sans équivoque supérieure (facteur 12,1 voir ci-dessus) à celle des moyens de transport de passagers.

Scénario d'influence	MCR/MCL > sécurité requise contre rupture selon DIN 4113
Mise en eau lors d'une crue centennale	12,1 > 2,5
Mise en eau complète	10,5 > 2,5
Mise en eau complète avec à 20 kN/m ² de charge de surface équivalente	4,0 > 2,5
Mise en eau complète avec à 30 kN de charge individuelle	3,6 > 2,5

Temps d'installation

La sécurité de charge des éléments de constructions décrite ci-dessus pourrait être atteinte sans le moindre problème en utilisant du matériel en grand nombre ou du matériel respectivement lourd. Or, l'efficacité du mur de protection anti-crue démontable peut être garantie uniquement si l'installation de ce dernier est effectuée à temps, c'est-à-dire pendant le temps disponible avant l'arrivée de l'onde de crue. Pour ce faire, des éléments de constructions légers et compacts sont indispensables. Une nouvelle génération de poteaux en aluminium



Deux personnes portant un poteau central d'une hauteur de protection de 2,10 m.

Sécurité d'installation

La procédure du montage, telle que décrit dans le chapitre «Principe du système de poutres démontables» est simple et évidente et permet, aussi grâce aux étapes de construction récurrentes, de former et coordonner rapidement le personnel à disposition. Le vissage des poteaux et le serrage des cales de serrage requièrent uniquement deux différentes clés allen mâles pour des vis à six pans creux. Tous les poteaux d'une même hauteur se positionnent sur les mêmes platines et sont interchangeables. A l'aide d'un dispositif de centrage, le poteau s'ajuste automatiquement lors de son déplacement sa pose sur la platine. L'insertion



Vissage du pied de poteau central et de la cale de serrage.

Mot final

Le dispositif de protection anti-crue démontable pour la ville de Cologne représente actuellement le summum du projet portant sur de telles installations. La situation topographique de la métropole du Rhin oblige les riverains depuis toujours de s'occuper très sérieusement de la protection anti-crues dans des situations extrêmement périlleuses. L'histoire explique alors pourquoi les responsables de la ville de Cologne se penchent depuis des an-

nées de manière professionnelle sur des techniques de protection anti-crues. Ce n'était pas un hasard qu'en 1994 le premier mur de protection anti-crue démontable indépendant était installé sur plusieurs centaines de mètres dans le quartier Porz/Zündorf de Cologne. Cette installation était le point de départ pour la conception et la construction d'un grand nombre de murs de protection anti-crue, moyens et grands, à proximité de tous

les cours d'eau sur l'ensemble du territoire fédéral. Plusieurs de milliers de mètres carrés de mur anti-crue installés en plus de 15 ans. Une technique de pointe ayant fait ses preuves. C'est ainsi que Cologne a pu acquérir l'expérience nécessaire et relever ce défi de manière responsable.

Il est ainsi possible pour deux personnes d'installer ces éléments sans matériel de levage supplémentaire et d'atteindre une vitesse d'installation optimale. Sept personnes sont alors en mesure d'ériger un mur démontable de 100 m de longueur et d'une hauteur de 1,50 m par exemple, entièrement opérationnel, dans un laps de temps d'une heure.

en biais des vis est pratiquement impossible. Des marquages appropriés concernant les vis rendent impossible les confusions n'empêchant pas l'installation des poteaux.

les cours d'eau sur l'ensemble du territoire fédéral. Plusieurs de milliers de mètres carrés de mur anti-crue installés en plus de 15 ans. Une technique de pointe ayant fait ses preuves. C'est ainsi que Cologne a pu acquérir l'expérience nécessaire et relever ce défi de manière responsable.

Autor

Xaver Storr, Dipl. Ing.,
Leiter Vertrieb;
IBS GmbH Thierhaupten