

Amélioration des couches de béton proches de la surface

Autor(en): **Hermann, Kurt**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin du ciment**

Band (Jahr): **62 (1994)**

Heft 4

PDF erstellt am: **15.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-146343>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

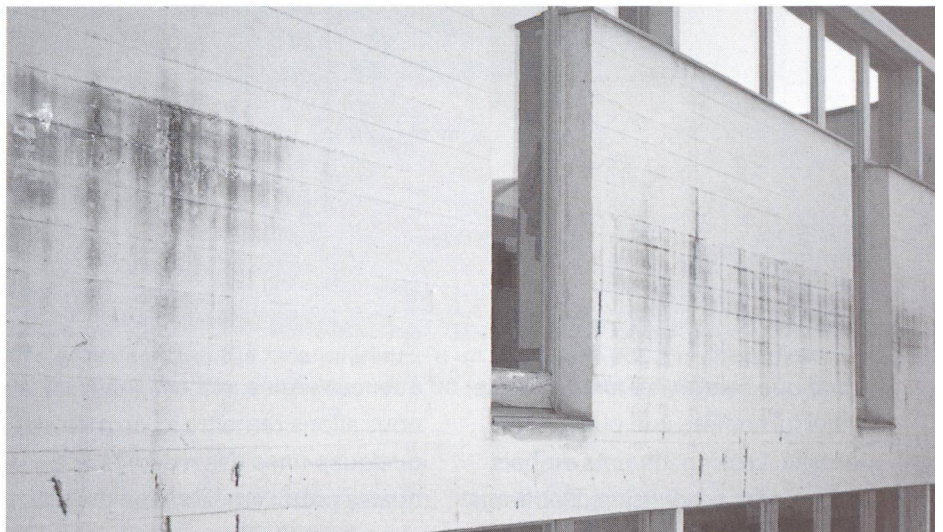
Amélioration des couches de béton proches de la surface

L'amélioration des propriétés des couches de béton proches de la surface, c'est-à-dire du béton superficiel, permet de considérablement améliorer la durabilité d'un élément de construction.

Le contrôle et l'évaluation des éléments de construction se font le plus souvent en partant de l'hypothèse que les propriétés physiques et chimiques du béton ne diffèrent pas beaucoup sur l'ensemble de la section, ce qui n'est pas le cas. On peut au contraire établir une différence entre une couche de béton proche de la surface (béton superficiel) et une zone intérieure (béton de masse) (voir *schéma 1* à la page suivante). Pour le béton superficiel, on compte généralement une zone allant de la moitié aux deux tiers du diamètre maximum des granulats. Pendant la durée d'utilisation d'un ouvrage, le béton superficiel est non seulement beaucoup plus exposé aux influences de l'environnement (solllicitations mécaniques, écarts de température, gel, CO₂, humidité, effets du sel, etc.) que le béton de masse, mais il protège en outre le béton de masse dans une large mesure contre les agressions chimiques et physiques, et s'il y a une armature, il doit la protéger contre la corrosion. Il contribue ainsi pour une part importante à la durée d'utilisation d'une construction en béton. Et c'est finalement aussi du béton superficiel que dépend l'aspect d'un élément de construction.

Tout cela prouve que les propriétés de la zone du béton superficiel sont

Photo: TFB



Des dégâts dus à la corrosion sont les conséquences visibles d'un recouvrement insuffisant et d'un mauvais béton superficiel (carbonatation!).

particulièrement importantes. Les études systématiques et les publications sur le béton superficiel sont néanmoins relativement rares. Quelques-unes d'entre elles ont servi de base pour ce numéro du «Bulletin du ciment». Les chapitres qui suivent sont consacrés à peu près exclusivement au béton superficiel d'éléments de construction coffrés. Le béton superficiel des surfaces en béton égalisées est en principe pareil. Sa surface est simplement plus rugueuse.

Formation du béton superficiel

Les éléments de construction en béton, que leurs surfaces soient coffrées, égalisées ou façonnées, com-

prennent tous des zones superficielles, dont les propriétés diffèrent plus ou moins fortement de celles de la zone intérieure. Ces zones se forment presque toujours lors de la fabrication du béton déjà. Les différences de propriétés entre le béton superficiel et le béton de masse peuvent s'accroître avec le temps. Lors de la mise en place et du compactage, le ciment et les éléments fins des granulats s'accumulent tout près de la surface du béton. Il en résulte que la composition du béton superficiel diffère de la composition moyenne. Le béton superficiel contient plus de ciment et d'eau que le béton de masse, et son facteur e/c est en général également plus

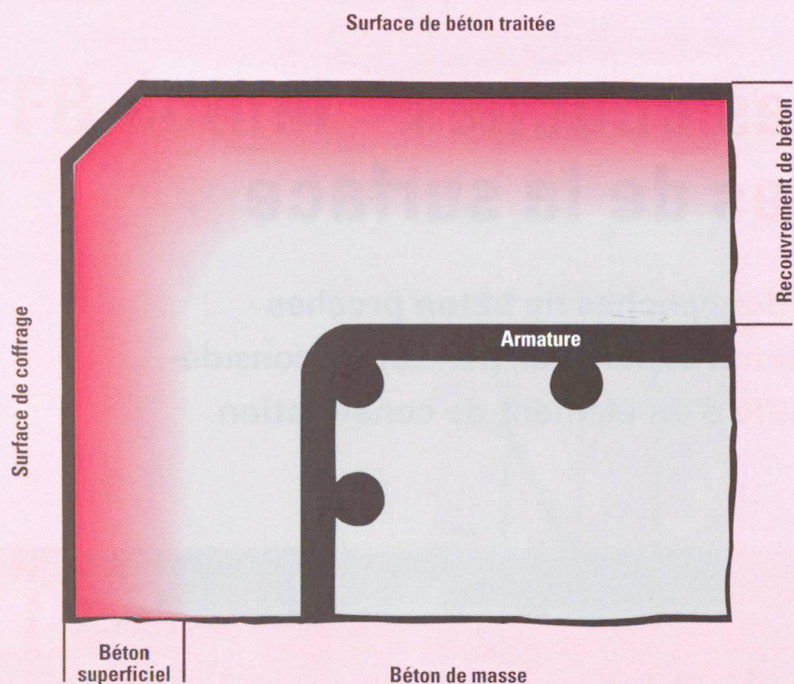


Schéma 1. Béton superficiel et béton de masse dans un élément de construction armé (selon [1]).

d'eau suffisant (fines! [4]). Il faut réduire la teneur en eau en ajoutant des fluidifiants.

Parce qu'ils assurent la dissipation de l'eau et des bulles d'air excédentaires, les *coffrages absorbants* réduisent le facteur e/c du béton superficiel. Cela implique toutefois que les pores laissés par l'eau absorbée doivent être fermés par le compactage.

Il devrait être connu qu'un *bon traitement de cure* contribue beaucoup à la qualité d'un élément de construction en béton. Les expériences faites par l'équipe de conseillers du TFB prouvent malheureusement que c'est justement lors du traitement de cure que de nombreuses erreurs sont commises. Et ce sont principalement les propriétés du béton superficiel qui en subissent les conséquences négatives.

Intercalaires absorbants pour coffrages

Voici plus de 25 ans, des essais ont été effectués en laboratoire, pour lesquels on a inséré d'épaisses couches de papier buvard entre cubes de béton et coffrages [5]. On a obtenu ainsi des surfaces de béton pratiquement sans cavités, dont la teinte foncée signalait le bas facteur e/c du béton superficiel. Ces recherches ont été reprises voici quelques an-

grand que celui du béton de masse, ce qui lui confère une plus grande porosité. Les constituants du bois ainsi que les produits de décoffrage utilisés à mauvais escient peuvent amoindrir la qualité du béton superficiel.

Si par suite d'un traitement de cure insuffisant, la zone superficielle commence à se dessécher trop tôt, son degré d'hydratation reste en deçà de celui de la zone intérieure. Le béton de masse, plus humide, entrave en outre le retrait du béton superficiel déjà affaibli. Il en résulte des contraintes de traction, et éventuellement des fissures de retrait.

Amélioration du béton superficiel

Les règles figurant dans les normes sont en elles-mêmes suffisantes pour permettre d'obtenir un béton superficiel de qualité satisfaisante. Des problèmes surgissent toutefois fréquemment au moment d'appli-

quer ces règles, et c'est pourquoi nous allons remettre ici en mémoire quelques-unes des mesures adéquates pour l'amélioration du béton superficiel [2, 3].

Des *mesures relevant de la construction* consistent par exemple à prévoir pour le béton armé des espaces sans armature suffisamment grands pour la mise en place et le compactage du béton. De plus, l'espacement des fers d'armature doit être dimensionné de façon à ce que le béton frais puisse être mis en place sans ségrégation. Il faut éviter les trop grandes hauteurs de remplissage.

Mesures relevant de la technologie du béton: La tendance à utiliser des bétons plus plastiques, plus faciles à mettre en place, augmente le risque de ségrégation. C'est pourquoi il est important de mettre en place un béton de bonne composition, tendant peu à la ségrégation et témoignant d'un pouvoir de rétention

nées sur une plus grande échelle. On a collé différents matériaux (feutre, nontissé, carton, feuille en plastique et tissu) sur les quatre parois latérales de coffrages en acier pour cubes en béton de 20 cm de côté. Le plus efficace a été un papier buvard



Photos: TFB



Ces gros dégâts sur la face inférieure d'un pont sont dus à un trop petit espacement des fers d'armature et à un recouvrement insuffisant.

de 0,5 mm d'épaisseur, inséré entre un carton de 0,5 mm d'épaisseur et le coffrage en acier, mais on a également obtenu de très bons résultats avec un carton de 0,5 mm d'épaisseur.

Les surfaces «traitées» avec insertion de carton/papier buvard étaient presque lisses et sans cavités, et ne présentaient aucune altération de couleur. Comparés à ceux obtenus avec des éprouvettes fabriquées sans intercalaires, les résultats ont été les suivants:

- résistances à la compression atteignant en moyenne 11 N/mm^2 , c'est-à-dire augmentées d'environ 15 % (déterminées avec le scléromètre pendulaire selon Schmidt);

Sans commentaire!

- perméabilité aux gaz de la zone superficielle environ 50 fois moindre;
- profondeurs de carbonatation après six mois d'«entreposage dans des conditions défavorables» inférieures à 1 mm.

L'action de ces intercalaires absorbants est expliquée par le fait que, dans une première phase, ils soustraient de l'eau du béton frais, et en réduisent ainsi le facteur e/c. Cette eau est restituée au cours des jours suivants, et permet un très bon traitement de cure.

Lés de coffrage dissipant l'eau

Lors de la construction du pont des gorges de la Lorze (Tobelbrücke), en 1984, on a, dans le but d'empêcher la formation de cavités, revêtu les coffrages des parapets côté route avec



Lés de coffrage dissipant l'eau tendus sur des éléments de parapet.

(Transformation du carrefour de Brüttsellen, 1993.)

du Fibertex F-2B, un géotextile de la maison danoise Fibertex APS ayant la propriété de dissiper l'eau. Le but visé a été atteint: les nattes de nontissé insérées dans le coffrage ont exercé une influence positive sur la résistance du béton proche de la surface, et ont empêché presque complètement la formation de cavités [6]. Zemdrain, de Du Pont, lé de coffrage dissipant l'eau, est un perfectionnement des coffrages absorbants. Il

s'agit en l'occurrence d'un produit en fibres discontinues 100 % polypropylène, de 0,7 mm d'épaisseur, avec grosseur maximale des pores de 0,07 mm. Une fois coupés à dimension, les lés de coffrage, livrés en rouleaux de 0,50 à 5,20 m de largeur, doivent être tendus sur le coffrage sans former de plis, au moyen d'auxiliaires de montage (anneaux élastiques en plastique avec crochets, tendeurs, systèmes de ten-

sion à levier, agrafes). Pendant la mise en place et le compactage du béton, les lés de coffrage absorbent l'eau et l'air sous pression par les très fins micropores régulièrement répartis, alors que les particules de ciment sont retenues à la surface. Par mètre carré, la quantité d'eau évacuée par l'action drainante du lé de coffrage va jusqu'à 2,5 l, et la quantité restant dans le lé de coffrage jusqu'à 0,5 l. Cette eau accumulée est restituée au béton au cours des premières heures de la prise du ciment.

Le principal effet de Zemdrain est de réduire la teneur en eau du béton superficiel. Selon des analyses effectuées par différents laboratoires indépendants et d'autres organisations neutres [3, 7–12], il en résulte

- une meilleure qualité de la surface,
- une texture plus dense du béton superficiel,
- une résistance à la compression plus élevée du béton superficiel,
- une résistance à la carbonatation nettement plus élevée,
- un meilleur comportement aux cycles gel-dégel et
- une pénétration de sel plus faible.

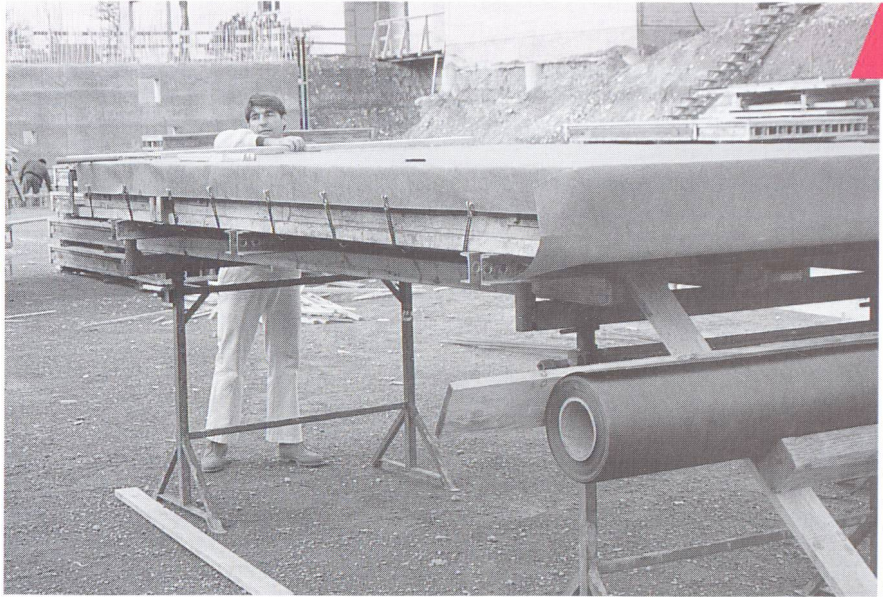
Le revêtement des surfaces n'exige ni sablage ni couche de fond préalables. La dissipation de l'air est éga-

Bibliographie

- [1] Mayer, A., «Oberflächennahe Betonschichten – Bedeutung für die Dauerhaftigkeit», *Beton* **39** [5], 208–210 (1989).
- [2] Kern, E., «Massnahmen zur Qualitätssteigerung der oberflächennahen Betonschicht», dans Kopp, J. (éditeur), «Baustofftechnische Einflüsse auf Konstruktionen», Verlag Ernst & Sohn, Berlin (1990), pages 527–540.
- [3] Karl, J.-H., et Solacolu, C., «Verbesserung der Betonrandzone – Wirkungen und Eingrenzungen der saugenden Schalungsbahn», *Beton* **43** [5], 222–225 (1993).
- [4] Meyer, B., «Le rôle des fines dans le béton», *Bulletin du ciment* **54** [6] (1986).
- [5] Springenschmid, R., et Fleischer, W., «Schalungseinlagen zur Verbesserung des Betonrandbereiches», *Betonwerk + Fertigteil-Technik* **56** [11], 78–82 (1990).
- [6] Bitterli, K., et Studer, W., «Untersuchungen zum Einfluss von in die Schalung eingelegten Vliesmatten auf die Qualität der Betonoberfläche», *Schweizer Ingenieur und Architekt* **104** [13], 269–271 (1986).
- [7] Untersuchungsbericht A-11 292–1 de LPM AG Baustoffprüfinstitut, 5712 Beinwil (1991).
- [8] Untersuchungsbericht A-11 292–2 de LPM AG Baustoffprüfinstitut, 5712 Beinwil (1991).
- [9] Untersuchungsbericht A-12 269–1 de LPM AG Baustoffprüfinstitut, 5712 Beinwil (1991).
- [10] «Einfluss der Nachbehandlung mit der Schalungsbahn Zemdrain auf die Beton-eigenschaften im oberflächennahen Bereich (B25 mit HOZ 35 L NW/HS)», rapport B 10 –1826 de la Philipp Holzmann Aktiengesellschaft, Neu-Isenburg (1993).
- [11] Informations internes de Frank Sackmann, Du Pont de Nemours (Allemagne) GmbH, du 19.3.1993.
- [12] Du Pont (éditeur), «Zemdrain – die Schalungsbahn von Du Pont».
- [13] Marosszeky, M., Chew, M., Arioka, M., et Peck, P., «Textile form method to improve concrete durability», *Concrete International* **1993** [11], 37–42.

Lés de coffrage dissipant l'eau tendus sur un coffrage à poutrelles en bois.

(Station d'épuration des eaux usées de Niederglatt, 1994).



Photos: Rauh AG, Dürdingen

lement positive, car en plus de surfaces pratiquement sans cavités, elle permet d'obtenir une augmentation de la résistance à l'abrasion et à l'érosion.

Concernant le traitement de cure, il faut encore mentionner que l'utilisation de lés de coffrage dissipant l'eau ne remplace pas ce traitement. On a obtenu de très bons résultats en aspergeant d'eau les lés de coffrage adhérant à la surface du béton et en les recouvrant de feuilles en plastique [10]. Ces lés utilisables une fois seulement pour le coffrage peuvent être éliminés en les brûlant; mais une solution plus judicieuse consiste à les poser sous des couches de propreté en béton. Les lés de coffrage dissipant l'eau sont utilisés principalement pour

des surfaces de béton verticales ou inclinées, qui doivent répondre à des exigences particulièrement élevées, par exemple parois de réservoirs d'eau, stations d'épuration, canalisations, canaux, ponts, tunnels et tours. La dépense supplémentaire qu'occasionnent les lés de coffrage est compensée par une plus longue durée d'utilisation, ainsi que par la réduction des coûts d'entretien et de remise en état.

Un procédé venant du Japon

Pour compléter, signalons encore un procédé japonais, appelé «textile form method». Mis au point pour la construction d'un barrage, ce procédé avait pour but de réduire la quantité de cavités et de bulles d'air sur les surfaces en béton inclinées.

Depuis lors, il semble être très répandu au Japon et en Australie [13]. Des fentes de 3 à 5 mm de largeur, espacées de 10 cm, sont pratiquées dans des planches de coffrage. Sur la face à appliquer contre le béton, on tend sur ces planches un tissu synthétique d'une résistance élevée à la déchirure et aux alcalis. Lors du bétonnage et du compactage, de l'eau et de l'air peuvent s'échapper par les fentes, mais pas des particules de ciment et des fines. L'effet est connu: un facteur e/c moins élevé, entraînant une meilleure qualité du béton superficiel.

En comparant avec le béton fabriqué de façon traditionnelle, on a constaté les avantages suivants: moins de cavités (souvent absolument sans cavités), résistance à la compression du béton superficiel 70 % plus élevée, diminution des profondeurs de carbonatation de facteur quatre, profondeurs de pénétration des chlorures cinq fois moindre, ainsi que résistance aux cycles de gel-dégel considérablement augmentée. La surface du béton, sur laquelle on distingue l'empreinte de la fine texture du tissu, exige moins de préparation pour l'application de revêtements et de couches d'étanchéité, lesquels témoignent en outre d'une meilleure adhérence.

Kurt Hermann



Influence exercée sur la surface du béton par les lés de coffrage dissipant l'eau: à droite, coffrage non absorbant, à gauche, coffrage non absorbant recouvert de Zemdrein.