Zeitschrift: Bulletin du ciment

Herausgeber: Service de Recherches et Conseils Techniques de l'Industrie Suisse du Ciment (TFB AG)

Band: 12-13 (1944-1945)

Heft: 11

Artikel: Détermination préalable des résistances du mortier et du béton

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-145224

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

BULLETIN DU CIMENT

NOVEMBRE 1944 12ÈME ANNÉE NUMÉRO 11

Détermination préalable des résistances du mortier et du béton

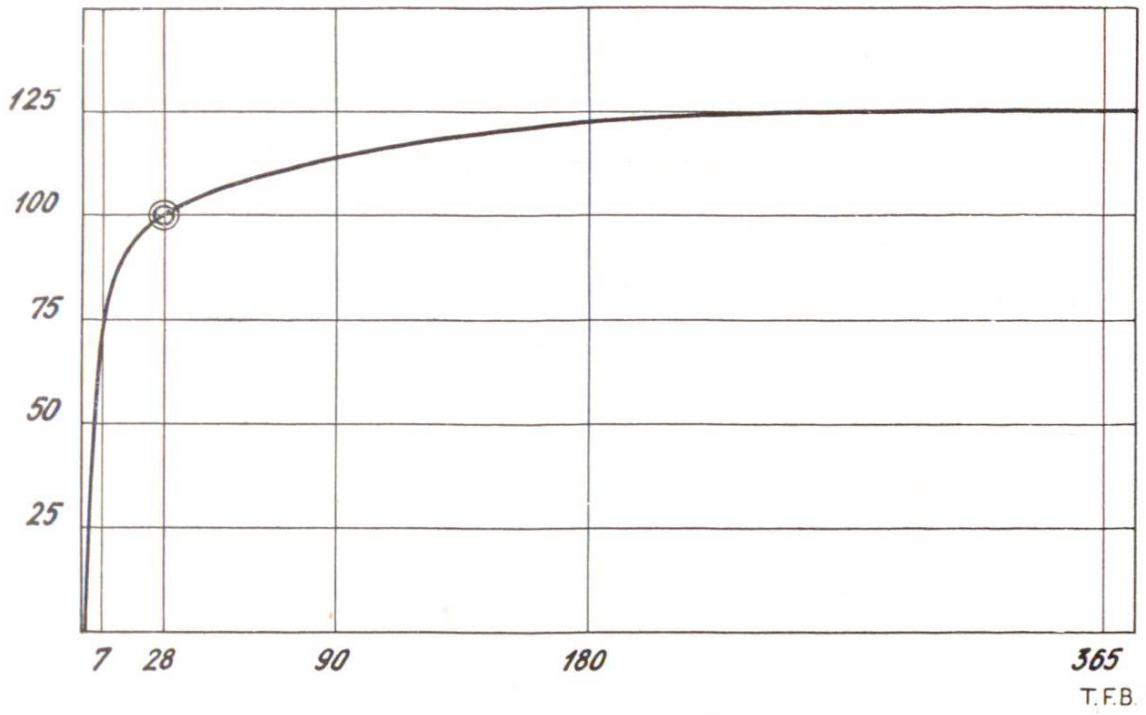
But et conditions de la détermination préalable des résistances du béton. Formules permettant de prévoir les résistances. Relations entre les résistances à la compression mesurées à différents âges. Essais accélérés. Interprétation des essais rapides. Bibliographie.

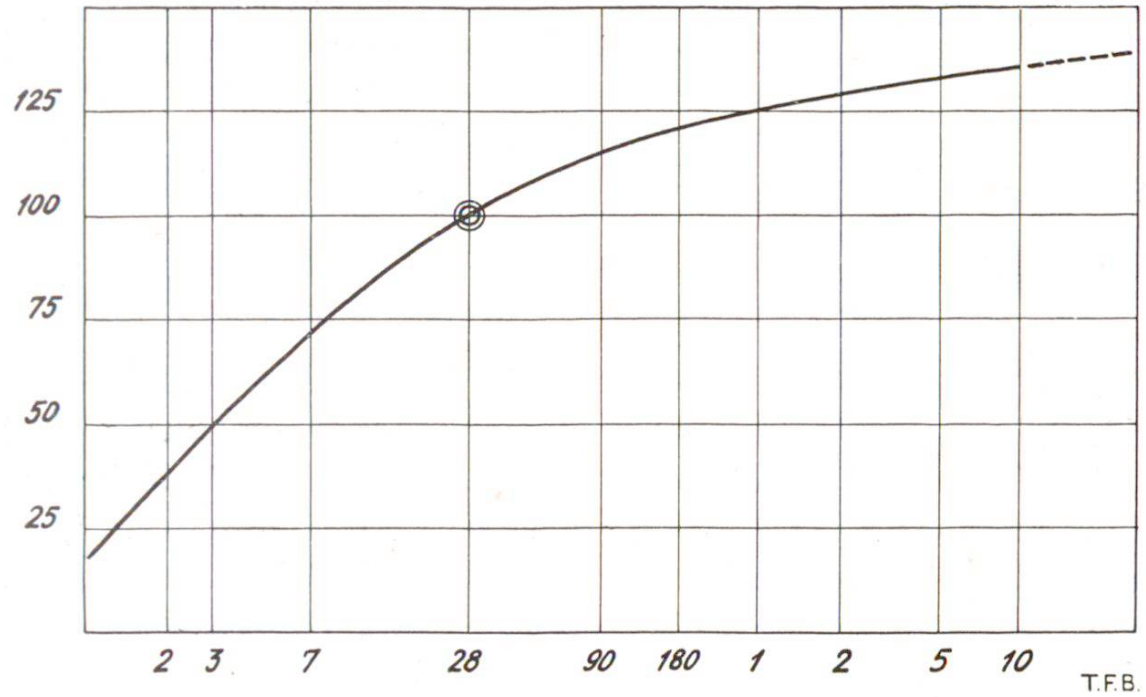
Dans quels cas est-ce nécessaire de connaître d'avance les résistances du béton?

On sait que la résistance d'un agrégat — mortier ou béton — dépend dans une large mesure du **temps de durcissement,** c'est à dire du temps écoulé jusqu'à complète pétrification. La résistance d'un béton n'est pas définitive, mais augmente constamment; ce n'est qu'après des années ou même des décades qu'elle tend vers une **valeur limite.** Cette résistance finale ne peut guère être déterminée par des essais, car ceux-ci exigeraient un temps d'attente beaucoup trop long. Pour les essais pratiques, on doit donc se contenter de délais relativement courts, en général de 7 et 28 jours, auxquels on peut ajouter, pour d'importants ouvrages, ceux de 90, 180, 365 jours et davantage.

Le choix de délais d'essai relativement courts se justifie par le fait que le principal liant hydraulique, le ciment portland, développe une **proportion élevée de la résistance finale** en un laps de temps restreint.

Dans beaucoup de cas pratiques, il arrive que même des délais de une ou plusieurs semaines sont encore trop longs. On exécute en effet souvent des essais de résistance pendant les travaux ou peu avant de les commencer et on désire naturellement obtenir les résultats le plus vite possible. Ceci conduit aux **essais rapides** qui sont surtout utiles lorsqu'il s'agit d'apprécier divers ballasts





La résistance du béton en fonction de son âge.
Résistance du béton à 28 jours = 100 %
En-haut: Echelle linéaire du temps en jours (échelle usuelle).
En bas: Echelle logarithmique du temps (en jours, resp. années). La période initiale de durcissement s'allonge tandis que les périodes ultérieures se raccourcissent beaucoup. Le processus initial et final de durcissement ressortent plus clairement de cette représentation.

(sable, ballast tout-venant, etc.) ou lorsqu'il faut déterminer rapidement la résistance probable au moment du décoffrage. Parfois on recourt aussi aux essais rapides pour se faire une idée approximative de la résistance au moment de la livraison ou à une date encore plus éloignée, comme c'est le cas dans l'industrie des produits en ciment.

Conditions pour la détermination préalable des résistance du béton.

La détermination préalable des résistance du béton est facilitée par le fait que:

1) les différentes marques de ciment portland, pour autant qu'elles satisfont aux normes suisses — et c'est le cas pour les ciments du pays — présentent une **courbe de résistance analogue** et que
2) le durcissement ou **l'augmentation de résistance** des liants hydrauliques suisses (ciments portland et chaux hydrauliques) est parfaitement connu **depuis de longues périodes.**

En plus, les normes suisses concernant les liants prescrivent pour les ciments des **résistances minima** qui doivent être atteintes dans des délais bien définis. Les résistances minima à la compression pour les ciments ont été fixées comme suit:

Tabelle 1.

Résistances à la compression des ciments suisses.

Résistances minima prescrites et résistances effectives moyennes.
Essais sur prismes de mortier normal plastique 1 : 3.
Addition d'eau de gâchage: 11 %.

Age des éprouvettes en jour	Résistance minimum prescrite en kg/cm²	Valeurs relatives Résistance à 28 jours = 100	Résistance effective selon les normes en kg/cm² (p. ex.)	Valeurs relatives. Résistance à 28 jours = 100
	Ciments portland			
3	—		165	52
7	180 (—10 %)	65.4	236	74
28	275 (—10 %)	100	318	100
90	—		381	120
180	—		413	130
365	—		429	135
	Ciments portland à haute résistance			
3	250 (—10 %)	59.5	273	58
7	340 (—10 %)	81	401	85
28	420 (—10 %)	100	472	100
90	—		486	103
180	—		501	106
365	—		520	110

Prévision des résistances du béton.

En **première approximation,** on peut prévoir pour un béton âgé de 28 jours une résistance à la compression égale à autant de kilos par cm² qu'il contient de kilos de ciment par m³. Les conditions de cette prédiction grossière sont: un ballast de bonne qualité, une consistance molle à faiblement plastique du béton, une mise en œuvre correcte, une température d'environ + 15° C. Les mélanges de consistance terre humide donnent des résistances plus élevées, ceux de consistance fluide des résistances plus faibles (voir Bull. du Ciment No. 7, 1944).

4 Comme **l'influence de la quantité d'eau de gâchage** sur la résistance est connue, on peut déterminer celle-ci d'avance avec une grande précision, dès que l'on connaît exactement le dosage et la proportion d'eau de gâchage au moment de la confection du béton. Pour cela il existe différentes formules que nous donnons suivant leurs auteurs.

Formules permettant de prévoir les résistances du béton.

Dans ces formules, on a employé les notations suivantes:

Féret $B_T = K_T \left(\frac{c_o}{c_o + w_o + p_o}\right)^2$

Graf (modifié) $B_T = \left(\frac{c}{w}\right)^2 \frac{M_T}{3}$

Bolomey $B_T = K_t \left(\frac{c}{w} - 0.50\right)$

Bendel
$B_T = -1.5\,w + c + 1000\,(R - 2.14)$

B_T = Résistance du béton à la compression à l'âge de T jours.

K_T = Constante qui dépend de l'âge, de la marque de ciment, etc. Elle doit être déterminée au préalable par des essais.

K_t = Constante qui dépend de l'âge, de la marque de ciment, etc. Elle doit être déterminée au préalable par des essais. Elle n'a pas la même valeur que K_T et ne doit pas être confondue avec celle-ci.

c = Dosage en ciment, en kg par m^3 de béton.

w = Quantité d'eau de gâchage + humidité du ballast en litres par m^3 de béton.

c_o = Volume absolu du ciment dans le béton.

w_o = Volume absolu de l'eau

p_o = Volume absolu des pores.

M_T = Résistance du mortier normal à l'âge de T jours (voir tabelle 1).

R = Densité apparente du béton fraîchement mis en place.

Des essais préliminaires permettent de déterminer facilement les constantes K_T et K_t. A cet effet, il suffit de confectionner pour différents âges des éprouvettes de béton dont le dosage en ciment et la proportion d'eau de gâchage sont exactement connus. Les formules qui permettent de se passer de ces essais préliminaires sont certes commodes, mais leurs résultats ne sont pas toujours aussi sûrs.

Calcul de la résistance ultérieure du béton basé sur les résultats d'éprouvettes plus jeunes.

Lorsque l'on peut admettre un durcissement normal, il est possible de déterminer avec une bonne approximation la résistance ulté-

rieure en se basant sur la résistance d'éprouvettes plus jeunes. **L'exactitude** de ce procédé est **d'autant meilleure** que l'essai se rapproche davantage de la **date** en question, car, dans ce cas, les conditions extérieures de conservation (sécheresse, humidité, température) ont moins d'influence. La tabelle 2 donne les facteurs avec lesquels il faut multiplier le résultat d'essai pour obtenir la résistance à la date désirée.

Tabelle 2.

Essai de la résistance à la compression du béton à l'âge de	Cœfficients moyens de multiplication pour le calcul de la résistance à la compression du béton à l'âge de									
	2	3	7	28	90	180	1 A.	2 A.	5 A.	10 A.
2	1.00	1.3	1.9	2.6	3.0	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6
3	0.76	1.00	1.44	2.0	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.7
7	0.53	0.70	1.00	1.39	1.6	1.7	1.75	1.8	1.85	1.87
28	0.38	0.50	0.72	1.00	1.14	1.22	1.25	1.30	1.33	1.35
90	0.33	0.44	0.63	0.88	1.00	1.07	1.10	1.14	1.17	1.18
180	0.31	0.41	0.59	0.82	0.93	1.00	1.03	1.07	1.09	1.11
1 A.	0.30	0.40	0.57	0.80	0.91	0.98	1.00	1.04	1.06	1.08
2 A.	0.29	0.38	0.55	0.77	0.88	0.94	0.96	1.00	1.02	1.04
5 A.	0.28	0.37	0.54	0.75	0.86	0.92	0.94	0.98	1.00	1.02
10 A.	0.28	0.37	0.53	0.74	0.85	0.90	0.93	0.96	0.98	1.00

Remarque: Les facteurs ci-dessus sont valables pour le ciment portland normal de fabrication suisse, dosage supérieur à P. 200, si le béton frais est maintenu humide pendant au moins 4 semaines, et pour des températures normales de + 15° C.

Exemple: Une série d'éprouvettes cubiques de béton soumises à l'essai d'écrasement à l'âge de 7 jours, après un durcissement normal, donne une résistance moyenne à la compression de 210 km/cm². Quelles seront les résistances probables à l'âge de 28 jours et de un an? A la tabelle 2, ligne horizontale correspondant à l'âge d'essai de 7 jours, on trouve dans les colonnes verticales correspondant à 28, resp. 365 jours, les facteurs 1,39 resp. 1,75. En multipliant la résistance mesurée à 7 jours par ces facteurs, on trouve les résistances probables
à 28 jours: $1{,}39 \times 210 = 292$ kg/cm²
à 365 jours: $1{,}75 \times 210 = 368$ kg/cm².

Pour des températures $> +15^0$ C, les résistances initiales sont plus élevées, mais comme les résistances finales ne sont pas notablement influencées par une plus haute température, l'augmentation ultérieure de résistance est par conséquent plus faible. Pour des températures $< +15^0$ C, c'est le contraire qui se passe.

Un desséchement prématuré et intensif nuit au durcissement ultérieur. Dans ce cas, le calcul donnerait des valeurs inexactes.

En outre, la courbe de durcissement des divers ciments n'est pas la même. Les ciments portland à haute résistance et les ciments alumineux durcissent très rapidement les premiers jours, mais ensuite plus lentement que les ciments portland normaux. Pour cette raison, les facteurs ci-dessus ne peuvent pas s'appliquer aux ciments spéciaux.

Essais accélérés.

En plus des essais rapides décrits plus haut, on a développé des **essais accélérés** permettant de déterminer la résistance après 8 heures de durcissement seulement et de calculer quasi immédiatement la résistance à 28 jours. A cet effet, on introduit du béton frais dans un moule que l'on met dans un bain rempli d'une quantité déterminée d'eau bouillante. L'isolation est calculée de telle sorte que l'eau et le béton se refroidissent à la température normale en 7 heures. Le béton durci est ensuite soumis à l'essai d'écrasement. La résistance triplée correspond approximativement à la résistance probable à 28 jours (pour plus de détails, voir Concrete, No. de mars 1939).

Interprétation des essais rapides.

Les essais rapides ne sauraient en **aucune manière remplacer les essais effectués dans les délais usuels.** Seuls ces derniers four-

nissent les valeurs déterminantes. Dans les essais rapides, les agents extérieurs à influence intermittente jouent un rôle beaucoup plus important que lorsque les délais sont suffisamment longs et permettent une certaine **compensation** de ces influences.

De toutes façons, on ne se basera pas sur les chiffres calculés comme tels, mais seulement sur leur ordre de grandeur. L'expérience personnelle permettra en outre de les apprécier à leur juste valeur, en tenant compte des influences extérieures.

Lorsque ces conditions sont observées, les essais rapides donnent toutefois dans beaucoup de cas **d'utiles informations.**

Bibliographie:

J. Bolomey: Durcissement des bétons (Rouge & Cie. S. A., Lausanne, 1936).

M. Ros: Règles pour la détermination préalable de la résistance à la compression sur cubes de mortier et de béton d'après R. Féret. Supplément au Rapport-Discussion No. 7 du L.F.E.M.

O. Graf: La constitution du mortier et du béton, 3ème édition, J. Springer, 1930.

C. G. Patch: Essai accéléré du béton sur les petits chantiers. Concrete (Chic.), Mars 1939.

Bulletin du Ciment No. 8 (1935): La durée des constructions en béton.

Bulletin du Ciment No. 13 (1941): Comment détermine-t-on la résistance du mortier et du béton?

Bulletin du Ciment No. 7 (1944): Le rapport Ciment/Eau.

Pour tous autres renseignements s'adresser au

SERVICE DE RECHERCHES ET CONSEILS TECHNIQUES DE L' E. G. PORTLAND
WILDEGG, Téléphone 8 43 71

607 / 1396 s / 44