C3-16

MESURE DE CONTRAINTE PAR LIBÉRATION

PRINCIPE ET DESCRIPTION SOMMAIRE

OBJECTIF	Mesure directe de la contrainte locale de compression dans une structure en béton ou dans un ouvrage en maçonnerie.
PRINCIPE	Cette méthode de mesure, issue de la mécanique des roches, consiste à effectuer plusieurs entailles successivement approfondies à un endroit donné de la structure à l'aide d'une scie (ce qui a pour effet de libérer les contraintes), à insérer des vérins plats qui épousent parfaitement la forme des entailles, et à les mettre en pression de façon à rétablir le champ de déplacements qui existait initialement à la surface de la structure avant la réalisation des entailles. Elle permet de mesurer des gradients de contraintes dans l'épaisseur du matériau.
CARACTÈRE DESTRUCTIF DE LA MÉTHODE	Partiellement destructif pour le béton
MATURITÉ	Méthode éprouvée depuis une vingtaine d'années.
MATÉRIEL SPÉCIFIQUE EMPLOYÉ	Ensemble de plots d'extensométrie ou de capteurs de déplacement ou de jauges placés à la surface du béton à proximité de la saignée (précision requise : le micron ou la micro-déformation). Centrale pour acquisition des capteurs. Gabarit de positionnement de l'ensemble entaille-capteurs. Scie circulaire. Système de refroidissement de la scie à l'aide d'un gaz (éviter absolument l'eau). Ensemble de vérins de taille différente (2, 4, 6 et 8 cm de hauteur de pénétration). Pompe pour la mise en pression des vérins. Manomètre ou capteur de pression (précision minimale de 0,1 MPa).

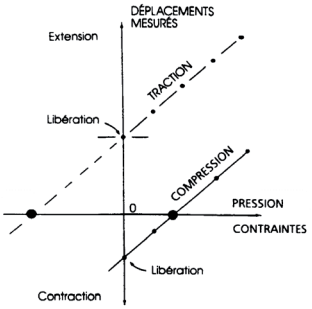


Schéma de principe de détermination de la contrainte (IFSTTAR)

La méthode s'applique préférentiellement à un béton comprimé, mais elle peut s'appliquer à un béton tendu moyennant une extrapolation de la droite vers les contraintes négatives.

L'application de la méthode à différentes hauteurs d'une même section permet d'évaluer la distribution des contraintes dans la section. Plusieurs points (4 ou 5) sont généralement nécessaires en raison de la non-linéarité de cette distribution des contraintes.

D'autres méthodes basées sur le même principe font par exemple appel à un carottage puis à l'introduction de deux demi-coquilles qui sont écartées à l'aide d'un vérin.



Scie circulaire avec son système de refroidissement à l'azote liquide (IFSTTAR)



Gamme de vérins plats allant de 2 cm à 8 cm de profondeur (IFSTTAR)

MODALITÉS D'APPLICATIONS	
DOMAINE D'APPLICATION	Cette méthode est principalement appliquée sur les ouvrages en béton où l'on mesure le gradient de contraintes existant à la surface du béton en raison du retrait. Elle est également appliquée sur les structures en maçonnerie où l'on se contente généralement d'une seule saignée correspondant au vérin de taille supérieure ; la saignée est effectuée au cœur d'une pierre et non dans un joint.
SUJÉTIONS PRATIQUES D'INTERVENTION	La position des armatures doit être repérée au préalable sur l'ouvrage à l'aide d'un profomètre ou d'un radar. La stabilité thermique lors du sciage doit être parfaitement contrôlée et la variation de température doit rester inférieure à 1°C. C'est pourquoi un système de refroidissement doit être mis en œuvre lors du sciage. Le refroidissement à l'eau est à proscrire car celle-ci modifie l'état des contraintes dans le béton.
LIMITES D'UTILISATION	La méthode devient difficile d'interprétation lorsque le béton est soumis en surface à un retrait de dessiccation intense et profond. Il est nécessaire de se trouver dans une zone de mesure où le champ de contraintes est relativement uniforme et unidirectionnel. Dépend de la qualité de surface du béton qui elle-même dépend de la mise en œuvre du béton et de la position de la surface au sein de la structure Impossibilité d'appliquer la méthode lorsque la densité des armatures est trop importante (éviter de scier des armatures).
PRÉCISION ET/OU SENSIBILITÉ	La valeur de la contrainte est donnée avec une précision de l'ordre de 0,5 MPa
PERSONNEL ET COMPÉTENCES	Un chargé d'investigation ayant une grande expérience de cette méthode sophistiquée, et un chargé d'étude pour l'interprétation des résultats.
CARACTÉRISTIQUES OPÉRATOIRES	
ACCÈS À 1 OU 2 FACES	Accès à une seule face
COUPURES OU RESTRICTIONS DE CIRCULATION NÉCESSAIRES	Non
RENDEMENT ET/OU ÉCHANTILLONNAGE	Une mesure de contrainte par demi-journée
DÉLAIS DE DISPONIBILITÉ DES RÉSULTATS	Immédiat pour les mesures et différé pour l'interprétation
PERTURBATIONS DU TRAFIC SUR LES MESURES	Oui
PERTURBATIONS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES MESURES	Aucune
RISQUES POUR LES UTILISATEURS OU LE PUBLIC	Pas de problème de sécurité
ENCOMBREMENT – POIDS	Matériel relativement lourd et conséquent
AVANTAGES – INCONVÉNIENTS	
AVANTAGES	Mesure directe de la contrainte totale dans le béton ou la maçonnerie. Seule méthode permettant de mesurer de façon relativement précise un gradient de contraintes dans du béton.
INCONVÉNIENTS	Méthode assez lourde et nécessitant une interprétation poussée des résultats.

DISPONIBILITÉ – COÛT	
DISPONIBILITÉ	Très faible (pratiquée par 1 seul laboratoire)
COÛT	Élevé

RÉFÉRENCES

NORMES – MODES OPÉRATOIRES – ARTICLES

Abdunur C., (1985) – Mesure de contraintes sur ouvrages d'art par une méthode de libération miniaturisée. Bulletin de liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées, n°138, juillet-août 1985 , – LCPC, pp 5-14.

Espion B., Elinck J.P., Halleux P., Fox R., Didier G., Stoll C. (2000) – Mesure de contraintes par libération dans le pont Adolphe à Luxembourg : une grande voûte de P.Séjourné, Bulletin des Laboratoires des Ponts et Chaussées, n° 225, mars-avril 2000, LCPC, pp 67-74.

Abdunur C., Duchene J. L., Derkx F., Merliot E., Joly M. (2003) – Suivi direct des contraintes dans les structures en béton : dispositifs pour ouvrages existants et en construction. Instrumentation, Mesure, Métrologie, RS série I2M, vol. 3, n° 1-2/2003 , pp 37-51.