

Mesures ultrasoniques

I Introduction

Les mesures ultrasoniques permettent d'investiguer de manière non destructive la qualité et l'épaisseur d'éléments de structure en béton. Deux technologies distinctes existent, en fonction de l'objectif des investigations :

- mesure de la vitesse d'impulsion ultrasonique, en transmission (fig. 1)
- mesure de l'écho d'impulsion ultrasonique, en réflexion (fig. 2)

Dans le cas de la mesure par écho d'impulsion ultrasonique, l'émetteur et le récepteur se situent dans le même transducteur. Cette configuration facilite la mesure, car l'opérateur n'a pas besoin d'accéder aux deux faces de l'élément à investiguer. Il existe aujourd'hui des transducteurs à onde de cisaillement à contact sec pour les mesures en réflexion comme en transmission qui permettent de se passer du gel couplant.



Fig. 1: Mesure de vitesse d'impulsion ultrasonique en transmission [Proceq]



Fig. 2: Transducteur à écho d'impulsion (émetteur et récepteur dans le même boîtier) [Proceq]

Les principaux domaines d'application :

- mesure des propriétés mécaniques du béton
- contrôle des épaisseurs d'éléments de structure
- contrôle de l'homogénéité du béton

La vitesse d'impulsion ultrasonique permet d'estimer la résistance à la compression et le module d'élasticité (lorsque certaines relations intrinsèques relatives au matériau sont connues). L'écho d'impulsion ultrasonique se prête plus particulièrement pour évaluer l'homogénéité du béton.

2 Détermination de l'épaisseur

La vitesse d'impulsion ultrasonique peut directement être déterminée par le temps de parcours de l'onde sonore entre l'émetteur et le récepteur, lorsque la distance entre les deux transducteurs (resp. l'épaisseur de l'élément) est connue, et lorsqu'il n'y a pas de défaut à l'intérieur du béton (p.ex. nid de gravier).

Les mesures étant réalisées de manière ponctuelle, on obtient à chaque point de mesure une valeur d'épaisseur pour ce point précis. En déplaçant les transducteurs d'une distance définie (p.ex. 20 cm) et en répétant la mesure, on obtient une ligne de mesure (trace de mesure). L'inexactitude de telles mesures d'épaisseur avec la méthode d'écho d'impulsion ultrasonique se situe entre 2% et 9%, en fonction de la méthode de post-traitement des données utilisée [rapport VSS n° 688].

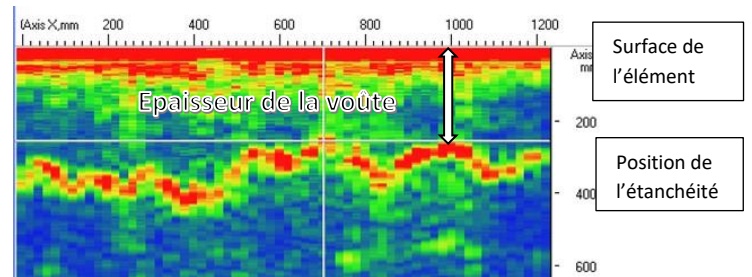


Fig. 3: Exemple d'une trace de mesure pour déterminer l'épaisseur d'une voûte de tunnel.

Un fort taux d'armature peut avoir une influence négative sur l'exactitude des mesures.

Si nécessaire, les mesures d'épaisseur peuvent être vérifiées localement par sondage destructif (carottage).

3 Localisation de défauts internes du béton

En présence d'incorporés (p.ex. armature, gaines techniques) ou de défauts de la structure du béton, le temps de parcours augmente pour la mesure de la vitesse d'impulsion ultrasonique (« détour ») et diminue pour l'écho d'impulsion ultrasonique puisque l'écho subit une réflexion intermédiaire (fig. 4).

Lorsque l'écho de la face arrière est visible, on peut admettre que le béton ne présente pas de défaut interne entre l'émetteur et le récepteur, resp. sur le chemin de l'onde réfléchi. Plusieurs facteurs peuvent perturber le signal et rendre difficile son interprétation correcte. Il existe des solutions informatiques performantes pour faciliter l'évaluation et l'interprétation des données (p.ex. la technique de focalisation d'ouverture synthétique, SAFT) (Fig. 5).

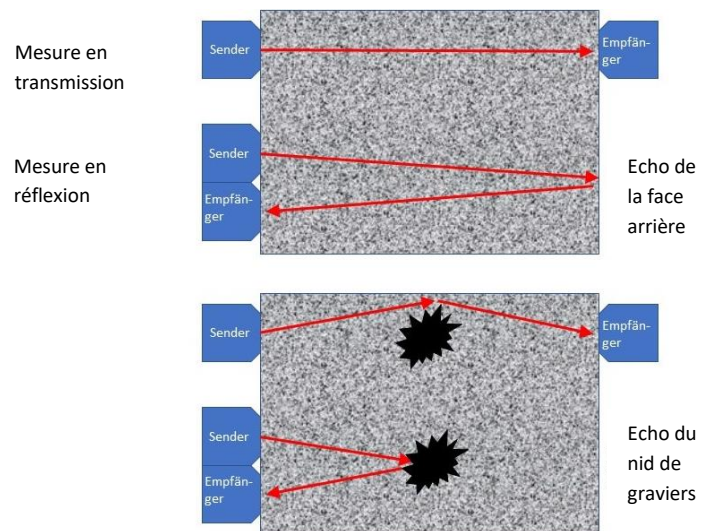


Fig. 4: Principe de mesure en transmission et en réflexion (écho)

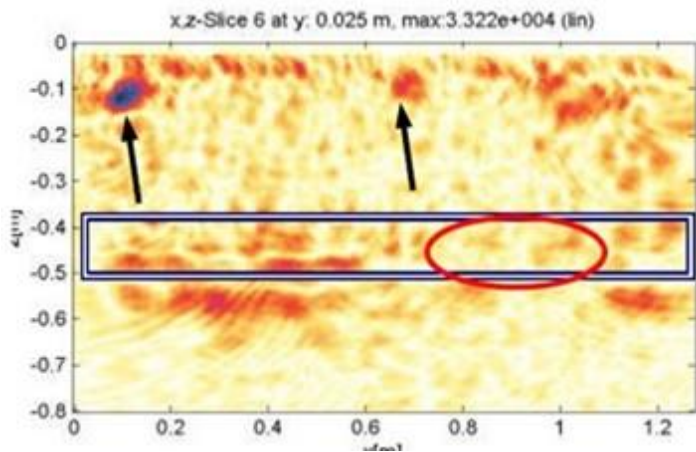


Fig. 5: Mesure de l'écho d'impulsion ultrasonique d'une dalle évaluée avec SAFT: les flèches noirs indiquent des unités de précontrainte, l'encadré bleu la face arrière et l'ovale rouge une zone sans écho de la face arrière, ce qui s'avérait être un grand défaut interne [VSS 688].

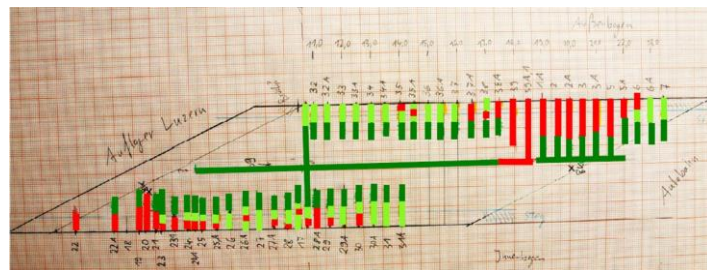


Fig. 7: Présentation des résultats: vert: écho clair de la face supérieure -> des dégâts tels que nids de graviers ou cavités peuvent être exclus; rouge: signaux perturbés -> dégâts internes possibles.

Des chutes d'éclats de béton sur l'autoroute étaient à craindre. Des scans linéaires sur une trame définie ont permis de localiser les zones critiques. Ces zones ont été vérifiées par quelques sondages puis réparées (fig. 7).

4 Exemple : Détecter des éclatements

Le présent exemple est un passage supérieur d'autoroute. Lors de travaux de remise en état, des éclatements du béton d'enrobage sur des défauts avec un aspect de nids de gravier ont été constatés. Ces défauts ont pu être imputés à un mauvais compactage du béton frais dû au fort taux d'armature (fig. 6).



Fig. 6: Eclatements en-dessous d'une armature très dense

5 Synthèse

Les mesures d'écho d'impulsion ultrasonique non destructives permettent d'évaluer l'épaisseur des éléments de structure et l'homogénéité de la structure du béton. Le principal désavantage des méthodes ultrasoniques est la mesure point par point qui nécessite beaucoup de travail de mesure, notamment pour des mesures de surface. Ce désavantage peut être atténué avec des transducteurs multicanaux et des techniques de post-traitement des données de type SAFT.

Dr Pascal Kronenberg

Dr Théodore Chappex

NOS PROCHAINES JOURNEES TECHNIQUES

Mars 2018

- 13.03. Building Information Modelling (BIM) - Modul 2+3
- 13.+14.03. Führen ohne Vorgesetztenfunktion
- 21.03. Bodenstabilisierung
- 22.03. Pauschalaufträge
- 23.03. Seminar Gebäudetechnik : Lüftung und Klima
- 27.03. Die Leistungs- und Honorarordnungen
- 28.03. Bauschäden im Hochbau

Avril 2018

- 04.04. Bauwerkvertrag - Die SIA 118 in der Praxis
- 05.+06.04. Brennen ohne auszubrennen
- 11.+12.04. Führen – aber wie? – Sich selber managen

- 13.04. Baustellenergebnis - Der Einfluss des Poliers
- 17.04. Öffentliches Beschaffungswesen - Ausschreibung
- 23.+24.04. Rede- und Präsentationstechnik
- 26.04. Weisse Wannen
- 26.04. Lean Construction
- Mai 2018**
- 03.05. Burgdorfer Wasserbautag 2018
- 08.05. Betonstrassentag 2018
- 29.05. Zustandserfassung von Verkehrswegen
- 30.05. Betoninstandsetzungstag 2018

ANMELDUNG unter: Weiterbildungszentrum TFB AG, 062 887 72 77, schulung@tfb.ch, <http://www.bauundwissen.ch>