

Surveillance non destructive en vue d'estimer la vie utile restante des structures nucléaires

Responsable technique : Wade R. Mayo

OBJECTIF/BUT : Avancement des méthodes de détermination de la durée restante de vie utile du béton de confinement en service, par une analyse des essais non destructifs et des essais destructifs.

Intervenant fédéral : Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN)

Échantillons du noyau après service– Récupérer et mettre à l'essai

Cette analyse porte sur la logistique d'obtention de spécimens de noyau de béton irradié provenant des installations nucléaires déclassées et la validation des hypothèses courantes.

Travaux réalisés :

- Évalué la logistique de l'extraction du noyau d'une centrale CANDU 6 déclassée type (Gentilly 2).
- Accepté l'invitation à participer au projet d'extraction du noyau à Gentilly 2.
- Identifié et obtenu des spécimens du noyau en béton irradié.
- Établi la capacité d'essais non destructifs des spécimens de béton radioactif.

Résultats attendus :

- Comblent les lacunes de connaissances sur les effets du rayonnement sur le béton de confinement, pour la prolongation de la durée utile.
- Établir la capacité d'accepter des spécimens de béton radioactif aux fins d'essais non destructifs visant les caractéristiques physiques.

Essai du béton par onde continue

L'essai par ultrason (UT) connu emploie l'excitation d'énergie pulsée pour améliorer la résolution spatiale. Cette application analyse l'utilisation de l'excitation ultrasonique d'une onde continue (CW) pour exploiter sa sensibilité accrue.

Travaux réalisés :

- Sélectionné l'équipement et l'échantillon d'essai.
- Terminé l'examen de la littérature sur l'UT pour la détermination des caractéristiques physiques du béton.
- Assemblé et testé les instruments.
- Exécuté les essais initiaux sur les échantillons sous tension.
- Présenté un article de conférence au Symposium international ASNT.

Résultats attendus :

- Méthode ultrasonique CW pour la caractérisation des matériaux de béton dans les applications structurales.
- Obtention d'un brevet (demande déposée).

Régression au début de vie utile – Récupérer l'information de base

L'examen non destructif (NDE) des structures de béton s'appuie sur la différence des résultats au fil du temps. La comparaison des résultats aux mesures de base permet d'évaluer le vieillissement. Les résultats de base ne sont pas toujours disponibles. Cette analyse vise à déterminer s'il est possible d'estimer les conditions de base à partir des tendances ultérieures dans le cas précis de la vitesse de l'impulsion ultrasonique et du test de rebond.

Travaux réalisés :

- Plan expérimental formulé.
- Échantillons fabriqués/réactivés et stockés.
- Essais de base NDE réalisés. • Essais NDE de deuxième intervalle réalisés.

Résultats attendus :

- Démonstration de la récupération de l'information de base à partir de l'examen des tendances temporelles des mesures NDE.

Méthodes optiques– Examiner le béton

Examiner la dégradation (p. ex., fissure, déformation) de vieillissement du béton au moyen de méthodes optiques, avec et sans contact. Faire des essais de techniques comme la corrélation d'images numériques (DIC) et les feuillets photoniques*.

Travaux réalisés :

- Déterminer la corrélation entre les paramètres d'examen optique non destructif (NDE) et les paramètres de vieillissement.
- Sélectionner les méthodes d'essais.
- Essai :
 - Méthodes avec contact
 - Méthodes sans contact

Résultats attendus :

- Établir l'applicabilité des méthodes optiques pour l'évaluation du vieillissement du béton dans les structures opérationnelles.

Renforcement et corrosion– Détection et surveillance

Les transducteurs ultrasoniques sont liés mécaniquement aux coupons de corrosion en acier fait d'acier de barre de renforcement. Les coupons sont intégrés au béton coulé. La jauge d'épaisseur ultrasonique (UT) de l'acier détecte le début de la perte de matériau attribuable à la corrosion.

Travaux réalisés :

- Les coupons de barres de renforcement ont été adaptés aux sondes UT.
- Les échantillons de béton ont été coulés, les coupons y ont été intégrés.
- Les faisceaux ont été décomposés pour favoriser la corrosion dans le bain de sel.
- Les spécimens de corrosion ont été surveillés mensuellement.

Résultats attendus :

- Établir une méthode de détection précoce de la corrosion ayant une précision de jauge d'épaisseur ultrasonique (typ. 0,05 nm).

Corréler l'essai NDE et l'essai destructif

L'examen non destructif (NDE) du béton structural ne mesure pas directement les paramètres d'intérêt, soit la résistance à la compression, le module d'élasticité, la résistance à la flexion, qui sont déterminés par des essais destructifs. Cette analyse compare l'évolution temporelle des résultats de NDE aux résultats d'essais destructifs, exécutés sur une simulation structurale et des cylindres d'essais coulés simultanément.

Travaux réalisés :

- Plan expérimental formulé.
- Échantillons fabriqués et stockés.
- Point de référence : Essais NDE, extraction du noyau, essais destructifs.
- Essais de deuxième intervalle (répéter).

Résultats attendus :

- Mieux comprendre la relation entre les résultats d'essais NDE appliqués sur le terrain et les caractéristiques physiques du béton structural.

RÉALISATIONS ET SUCCÈS :

- De nouvelles méthodes de réalisation d'examen non destructif sur du béton structural (optique, CWUT) sont établies.
- L'écart entre l'examen non destructif et la mesure de la résistance du béton est comblé.
- La compréhension des effets du rayonnement sur le béton est validée et renforcée.

TRAVAUX FUTURS :

- Analyse des effets du rayonnement nucléaire sur le béton.
- Application de techniques novatrices pour l'examen non destructif du béton in situ à des fins d'évaluation technique.
- Élaboration d'une approche technique complète à l'utilisation des techniques d'essai non destructif pour la gestion de l'état structurel.

COLLABORATIONS :

* National Institute for Materials Science, Japan