

Injection des ouvrages en béton



Présentation

Toute opération de réparation a pour origine la prise en compte d'observations alarmantes sur l'aspect d'une partie de bâtiment ou d'ouvrage.

De nombreuses causes peuvent entraîner des désordres mécaniques dans une structure en béton armé ou précontraint avec apparition de fissures. Par ailleurs, le béton présente une porosité, une perméabilité et une microfissuration plus ou moins importantes.



Lorsque la fissuration devient excessive, elle doit être traitée. Deux cas sont possibles :

1° • l'ouvrage ne présente aucune insuffisance de résistance structurale, le traitement des fissures a pour unique but la protection contre toute pénétration.

2° • l'ouvrage présente une insuffisance structurale, Le renforcement nécessaire passe par une injection dans les fissures, vides et interstices qui doit souvent être complétée par d'autres techniques, comme la précontrainte additionnelle, ou la mise en œuvre d'un revêtement de protection généralisée.

Recommandations

Modes opératoires

⇒ Études préalables

Les premières observations de désordres, après la prise des premières mesures de sauvegarde qui s'imposent, demandent évidemment à être approfondies et il faut alors entrer dans les phases suivantes : détection des dégradations ; relevés des désordres par examen visuel (déformations, fissures) ; auscultation soniques ; diagnostic ; pronostic ; établissement du projet de réparation.

⇒ Choix de la technique

Les fissures peuvent être classées comme accessibles ou inaccessibles, comme visibles ou cachées, comme humides ou sèches et comme ouvertes ou fermées. Le choix de la technique d'injection est à adapter en conséquence.

● Choix des produits de cachetage et d'injection (FABEM 3 - chapitre 4.2) :

- par familles de produits : résines époxydes, polyuréthanes, méthacryliques ou coulis à base de ciment ultra-fins et additifs ;
- par caractéristiques physico-chimiques : viscosité, durée pratique d'utilisation (DPU), résistances mécaniques, compatibilité avec l'eau et produits chimiques, résistance aux hautes températures, vieillissement...

● Choix du matériel (FABEM 3 - chapitre 4.5) :

- matériel de préparation du produit : malaxeurs, capacités et vitesse de rotation ;
- matériel de mise en œuvre : pots à pression, pompes à piston mono ou multi composants qui doivent être compatibles avec les produits, les pressions et les débits à utiliser.

⇒ Mise en œuvre (FABEM 3 - chapitre 4.4)

● Préparation :

- échafaudage et mise en sécurité de l'ouvrage ;
- nettoyage des fissures et des abords ; élimination des salissures (micro-végétations - huiles graisse - calcites...);
- cachetage de la fissure et pose des injecteurs selon le mode opératoire proposé par l'entreprise au maître d'œuvre (FABEM 3 - chapitre 4.5.5).

L'injection est réalisée soit en injectant évené après évené (dans ce cas, le produit d'injection est généralement introduit par l'injecteur situé le plus bas et l'injection est poursuivie jusqu'à ce que le produit apparaisse à l'évené suivant qui est fermé au fur et à mesure de la progression du produit d'injection), soit en injectant globalement par groupes d'évenés, par exemple dans le cas de fissures de longueurs importantes ou de fissures très fines.

Après durcissement du produit d'injection, les cachetages et les injecteurs doivent être enlevés et les trous doivent être rebouchés. Une finition par application de peinture peut être envisagée afin de masquer totalement les traces de masticage en améliorant la résistance du parement aux pénétrations d'agents agressifs.

Recommandations

Points importants

L'injection des fissures ne peut avoir lieu que si les conditions thermiques et hygrométriques d'emploi des produits sont respectées. Il est donc nécessaire de mesurer la température du support, celle de l'atmosphère ainsi que l'hygrométrie de l'air avant et pendant l'opération.

Dans le cas des fissures actives, il faut limiter au maximum leurs variations d'ouverture pendant la polymérisation de la résine. Pour cela, il faut empêcher les variations du chargement de l'ouvrage (par exemple,

interdiction du trafic sur le tablier d'un pont), réduire les gradients thermiques (par exemple, réaliser les injections de nuit), etc.

L'injection de fissures fermées (essentiellement les structures précontraintes) impose le plus souvent le chargement de la structure afin d'ouvrir la fissure pour la rendre injectable. Seule, l'intervention d'un laboratoire spécialisé dans le cadre d'une épreuve de chargement permet de repérer les fissures dites fermées. Il s'agit d'une opération lourde et complexe.

Normes (FABEM 3 Annexe)

NF EN1504-1 : *Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité - Partie 1 : Définitions ;*

NF EN1504-2, 1504-3, 1504-4, 1504-5, 1504-6, 1504-7 : *normes produits et systèmes ;*

NF EN1504-8 : *Contrôle produits en usine ;*

NF EN1504-9 : *méthodologie à suivre lors d'une opération de protection, de réparation et/ou du renforcement d'une structure en béton ;*

NF EN1504-10 : *norme consacrée à la mise en œuvre sur le chantier et au contrôle qualité.*

Proposition de plan de contrôle

Phases	Points de contrôle	Moyens de contrôle
Préparation	Absence de venue d'eau, propreté des lèvres de fissures	Visuel
Préparation	Respect des positionnements des événements et qualité du cachetage	Relevé visuel contradictoire
Convenance	Contrôle de la rhéologie des coulis de ciment, stabilité	Essai à la colonne de sable mesure de la décantation
Convenance et travaux	Respect des dosages, chronologie du malaxage des différents constituants	Convenance, viscosimètre, éprouvettes graduées, balance
Fabrication coulis	Durée de malaxage et vitesse de rotation du malaxeur	Chronométrage et contrôle des fiches techniques du malaxeur
Travaux	Quantités injectées	Enregistreurs de paramètres pour les coulis de ciment ou comptage des emballages vides, fiches de suivi
Travaux	Pressions d'injection	Manomètres de contrôle sur la ligne d'injection, enregistreur éventuel, fiche de suivi
Travaux	Contrôle de la rhéologie des coulis de ciment, stabilité	Mesure de la décantation
Travaux	Fonctionnement des événements	Suivi au fur et à mesure du poste d'injection
Réception	Contrôle efficacité des injections	Contrôle visuel des fissures après enlèvement des cachetages, carottage éventuel, auscultations soniques
Réception	Propreté du chantier	Contrôle visuel