

Injection des maçonneries



Présentation

Les techniques d'injection par mise en œuvre de liants sous pression dans la structure permettent d'améliorer les caractéristiques des ouvrages en régénérant les mortiers, en collant les parties d'ouvrage désolidarisées et en améliorant l'étanchéité.

La décision d'injecter une maçonnerie est formulée lors des études préalables qui portent sur la constitution et l'état de détérioration des maçonneries, le calcul des descentes de charges et l'état des fondations.



Recommandations

Modes opératoires

Les modes opératoires de l'injection doivent être adaptées aux nombreux paramètres déterminés par le type d'ouvrage (pont, mur de soutènement, tunnel...), les parties d'ouvrage (voûte, tympan, piédroit, massif de fondation...) par l'état de la maçonnerie et des pathologies à traiter. Le choix de cette technique et les modes opératoires y afférents devront tenir compte également du contexte économique et des impératifs environnementaux (risques de pollution - choix des produits).

➔ Études préalables

Relevés des désordres par examen visuel (déformations, fissures), par sondages en profondeur pour définir l'état interne de l'ouvrage, par forage ou par examen sonique et radar. Des essais de perméabilités permettent de compléter la connaissance de l'état de l'ouvrage.

Points importants

La mise en pression d'un fluide d'injection peut s'avérer très dangereuse pour la stabilité de l'ouvrage en phase travaux. Il est impératif que ces opérations soient effectuées par une entreprise et du personnel expérimentés. Une montée en pression avec des volumes significatifs peut créer un effet de vérin pouvant amener une ruine partielle ou complète de l'ouvrage.

➔ Choix de la technique

Choix du matériau à injecter (ciments ultrafins - liants hydrauliques purs ou chargés avec ou sans additifs - résines chargées ou non).

Choix des forages (méthode, diamètres, profondeurs, maillage, équipement).

Choix des critères d'injection et d'arrêts d'injection (viscosité, débit, pression, volume, résurgence, reprises, possibilités d'adaptation).

Choix du matériel (type de foreuse, type de malaxeur, type de presse, moyens de contrôle et d'enregistrement) selon l'importance du chantier, les moyens d'accès et les critères définis précédemment.

➔ Mise en œuvre

Fabrication du coulis - contrôle des caractéristiques physiques (densité, viscosité, décantation).

Injection (mode de suivi des critères d'injections et d'arrêts en cas de leurs dépassements).

Surveillance de l'ouvrage et des événements.

➔ Préparation de la maçonnerie avant injection (FABEM 6.3 Chapitre 3.6.1)

Traitements préalables sur :

- les dispositifs de drainage ;
- l'étanchéité et la qualité du parement ;
- les risques de fuite sur les faces non vues ;

Contrôle de l'état de cohésion de la maçonnerie qui est déterminée avant et après l'injection lors de l'épreuve de convenance.

Recommandations

Paramètres devant être maîtrisés par l'entreprise :

- le matériel de forage et son utilisation (FABEM 6.3 Chapitre 3.5) ;
- le matériel de fabrication du coulis (FABEM 6.3 Chapitre 3.5) ;
- le matériel de mise en œuvre du coulis (FABEM 6.3 Chapitre 3.5).

Détermination des critères d'arrêt de l'injection

Résurgence - Quantité prévue atteinte - Montée en pression - Fissuration du parement.

Les contrôles (types et nombre) portent sur les points suivants :

- la mesure du débit d'injection et du volume injecté ;
- le relevé de la pression d'injection à l'entrée de la maçonnerie ;
- la vérification des caractéristiques du coulis (fluidité...), la fluidité à l'aide du cône de Marsh ;
- le contrôle de l'injectabilité du coulis à l'aide de l'essai à la colonne de sable ;
- l'exsudation du coulis ;
- la résistance en compression du coulis.

Finitions

Les forages doivent être obturés et ragrésés si nécessaire. Les coulures et projection de coulis doivent être nettoyées au fur à mesure des travaux pour éviter qu'elles ne s'incrument.

Dans certains cas, il peut être nécessaire de réaliser en fin de travaux un nettoyage plus ou moins appuyé (léger sablage, brossage, passage du chemin de fer...) pour éliminer les fuites et coulures de coulis sur les parements.

Vérification de résultat de l'injection (FABEM 6.3 Chapitre 3.7) :

- examen endoscopique à l'aide d'une caméra ;
- essai de perméabilité avant et après ;
- essais de chargements mécaniques réalisés in situ ;
- tomographie sismique avant et après injection ;
- etc.

Normes (FABEM 3 Annexe)

NF P 95-107 : *Ouvrages d'art - Réparation et renforcement des maçonneries - Spécifications relatives aux techniques et aux matériaux utilisés.*

Proposition de plan de contrôle

Phases	Points de contrôle	Moyens de contrôle
Préparation	Obturation du drainage et des fuites sur le parement (rejointoiement)	Essai à l'eau
Forages	Implantation, longueur, diamètre, équipement	Visuel
Fabrication coulis (mise au point)	Composition, densité, viscosité, décantation, résistance, injectabilité	Convenance
Fabrication coulis (contrôle continu)	Composition, densité, viscosité, décantation, résistance	Labo de chantier, balance de Baroïd, viscosimètre, éprouvettes graduées
Mise en œuvre	Quantités injectées, pressions d'injection	Utilisation d'enregistreurs de paramètres placés sur la conduite
Mise en œuvre	Résurgences, déformations éventuelles induites par l'injection, fonctionnement des événements	Surveillance des parements
Réception	Contrôle efficacité des injections	Endoscope, carottage, examen radar, mesure perméabilité, tomographie
Réception	Propreté du chantier	Contrôle visuel