

Réparation ou renforcement par béton projeté par voie sèche



Présentation

La projection par voie sèche est une technique de mise en place des matériaux de construction et principalement des mortiers, des bétons. Elle consiste à malaxer, homogénéiser les matériaux à l'état sec, les transporter par canalisation, rigides ou souples, grâce à de l'air comprimé et à projeter plus ou moins violemment, grâce à de l'air comprimé, le matériau sur les supports à revêtir.

Dans la méthode dite « projection par voie sèche » le mélange de ciment et de granulat est propulsé sec dans la conduite par de l'air comprimé jusqu'à la lance, où l'eau nécessaire à l'hydratation du ciment est ajoutée. À la différence d'un mode de mise en œuvre par coulage, la projection ne nécessite pas de coffrage pour tenir le béton. On projette sur un support appelé subjectile, mobilisé par adhérence pour constituer un ensemble parfaitement monolithique ou utilisé uniquement comme fond de coffrage.



Recommandations

Modes opératoires

➔ Domaine d'emploi

- Réparation de béton après incendie
- Renforcement de voûte
- Renforcement de talus ou falaise
- Renforcement de poutres ou dalles pour augmenter la charge de service d'un ouvrage ou remplacer des zones altérées
- Mise en conformité parasismique
- Renforcement d'ouvrages en maçonnerie
- Chemisage d'égouts
- Réalisation d'ouvrages de formes libres

➔ Choix de la méthode

Spécificités de la projection par voie sèche :

- Possibilité de distances de transfert importantes
- Compactage important favorisant des résistances élevées, une faible porosité et une excellente adhérence au support
- Faible teneur en eau améliorant les caractéristiques mécaniques et limitant la fissuration due au retrait, malgré l'enrichissement en ciment au contact du support
- Production de poussières à la machine et projection de gros éléments à grande vitesse dans le poste de travail
- Nécessité d'un compresseur de forte puissance
- Importantes pertes par rebond
- En cas de projection de mélanges avec ajout de fibres, appauvrissement en fibres par rapport à la formulation initiale

➔ Formulation

(Asquapro Fascicule 4 Chapitre 2)

La composition d'un mélange destiné à être projeté par voie sèche se limite à une optimisation en vue de réduire les pertes lors de la projection. Cette d'approche vient du fait que la méthode de projection par voie sèche autorégule la répartition granulaire du béton en place par le jeu des pertes plus ou moins importantes.

Les recommandations actuelles sont fondées sur des données empiriques et des constatations de chantier.

Les pertes générées lors de la projection font que la composition du béton effectivement mis en place est différente de celle du mélange initial. C'est à ce niveau que réside la particularité d'élaboration d'une composition de béton projeté par voie sèche.

➔ Mise en œuvre

(Asquapro Fascicule 3)

Le support ou la paroi doit faire l'objet d'une préparation avant la projection. L'objectif est d'obtenir une surface de réception stable, sans poussière et sans arrivée d'eau importante pouvant empêcher la tenue du béton projeté. Les supports susceptibles d'absorber l'eau du béton frais doivent au préalable être humidifiés en profondeur. L'humidification est effectuée avant la projection, par soufflage d'air avec ajout d'eau à la lance de façon à produire une brumisation qui favorise la pénétration de l'eau dans le support.

Le mélange peut être fabriqué sur site, en centrale B.P.E ou en usine, livré en sacs, « Big-Bags » ou en vrac dans un silo.

Le mélange, sec ou légèrement humidifié, est introduit dans la machine dont le rôle est de le distribuer le plus régulièrement possible vers la conduite de transfert, après expulsion par air comprimé.

Recommandations

L'air comprimé introduit en amont du dispositif de distribution de la machine, ainsi qu'un éventuel complément d'air introduit à sa sortie, véhicule le mélange à grande vitesse dans la conduite.

À l'extrémité de la conduite, la lance est munie d'une bague percée de trous permettant l'introduction de l'eau sous pression pour le mouillage du mélange. *La vitesse à la sortie de la lance est importante.*

Le flux d'air projette le mélange contre le support, assurant ainsi la constitution de la couche de béton et son compactage.

À l'arrivée sur le support, les éléments fins se fixent sur la paroi et les éléments les plus gros, dont l'énergie est importante, rebondissent jusqu'à obtenir qu'une pellicule de pâte d'éléments fins commence à se créer et permette, au fur et à mesure de la projection, aux gros éléments de s'incruster et de compacter le béton déjà en place. La couche de béton ainsi constituée est très enrichie en ciment au contact du support et assure une excellente adhérence.

➔ Ferrailage (Asquapro Fascicule 3 Chapitre 4)

Les armatures structurelles dans le béton projeté ont le même rôle que dans le béton armé coulé. L'enrobage et le recouvrement des armatures doivent être conformes aux règlements techniques en vigueur.

Pour éviter les effets d'ombre et les défauts d'enrobage, il est nécessaire de prendre en compte, pour la pose des armatures, la spécificité de la projection du béton. Le savoir-faire du porte lance est déterminant pour la qualité d'enrobage des armatures. Dans certaines applications, les aciers classiques peuvent, avantageusement, être remplacés par des fibres synthétiques ou métalliques (ASQUAPRO Fascicule 4 Chapitre 3.3).

➔ Matériel (Asquapro Fascicule 3 Chapitre 5)

Les machines à rotor constituent la partie la plus importante de l'ensemble du parc de machines à projeter par voie sèche. Leur fonctionnement est simple, le mélange descend par gravité dans les alvéoles du rotor dont l'axe est vertical. Dès qu'une alvéole remplie passe au-dessus de l'orifice de sortie de la machine, le matériau qu'elle contient est poussé dans la conduite par de l'air comprimé introduit en partie supérieure du rotor.

Les machines « péristaltiques » où le pompage du mélange est assuré par le mouvement continu de deux galets venant écraser un tronçon de tuyau en caoutchouc reliant la trémie de chargement à la sortie de la machine. Ce tuyau est muni d'une arrivée d'air en partie supérieure permettant de chasser le matériau vers la sortie de la machine. Une arrivée d'air complémentaire en partie basse permet le transfert dans la conduite, vers la lance. Ces machines sont principalement utilisées lorsqu'il est important de limiter les poussières à sortie de la machine.

Les silos projeteurs, de conception récente, associent un stockage sous pression permanente de mélange sec prêt à l'emploi et une vis horizontale en sortie de silo assurant la distribution du produit dans la conduite de transfert. L'air comprimé nécessaire au transfert et à la projection du mélange est introduit au niveau de la vis de vidange.

Le choix de la **conduite de transfert** dépend du type de travaux à réaliser, de la granulométrie du mélange et de la distance de transfert. En voie sèche, les pressions à l'intérieur de la conduite sont faibles, de l'ordre de 0,2 à 0,5 MPa. En revanche, le flux, se déplaçant à grande vitesse, provoque l'abrasion de la paroi interne.

Recommandations

Points importants

Formation des opérateurs

Outre les paramètres techniques, la bonne mise en œuvre dépend essentiellement de la compétence et du savoir-faire des opérateurs, notamment du porte-lance. Ce dernier doit se prévaloir d'une formation et d'une expérience spécifique, l'entreprise s'engageant à travers une charte à respecter les règles de l'Art de ce métier.

Le rôle du porte-lance est essentiel en voie sèche. De lui dépend l'obtention des critères de qualité et des caractéristiques requises pour le béton.

Lorsque la projection s'effectue en plusieurs couches, il est indispensable d'effectuer une préparation

de la surface de reprise pour éviter le phénomène de délaminage entre couches (**Asquapro Fascicule 3 Chapitre 3.4.3**).

Pour le béton de structure, il est impératif de ne pas « travailler » le matériau tant qu'il n'est pas raidi. Le dressement est alors effectué par recoupe avec une règle biseautée ou la tranche de la truelle. Dans le cas d'une demande de finition spécifique, il est conseillé de projeter, après dressement de la dernière couche du béton de structure, une couche finale de faible épaisseur (de l'ordre du centimètre) qui pourra être travaillée à l'état frais.

Normes

NF P 95-102 avril 2002

Norme européenne NF EN 14487-1,

NF EN 14488 (parties 1 à 7) concernant les essais spécifiques au béton projeté

NF EN 206-1

Proposition de plan de contrôle

Phases	Points de contrôle	Moyens de contrôle
Préparation	<ul style="list-style-type: none"> - Réception des supports - Propreté - Absence d'élément non adhérent - Contrôle de la rugosité 	Examen visuel
Préparation	Humidification du support saturé mais non ruisselant	Examen visuel
Ferraillage	<ul style="list-style-type: none"> - Connecteurs - Vérification des scellements - Renforts - Conformité au plan positionnement 	Examen visuel
Convenance et travaux	Qualification des projeteurs	Certificat professionnel Asquapro
Convenance et travaux	Composition du béton livré	Analyse granulométrique sur échantillon
Travaux pour béton RIG	Essai RC aux jeunes âges	<ul style="list-style-type: none"> - Pénétration aiguille - Enfoncement et arrachement clous filetés (BP RIG)
Travaux	Contrôle épaisseur projetée	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place de piges - Enfoncement jauge dans béton frais - Carottage béton durci
Travaux	Enrobage armatures	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôle visuel pendant projection - Sondage destructif ponctuel sur béton durci
Travaux	Adhérence sur support	<ul style="list-style-type: none"> - Essai SATTEC - Carottage et essai en laboratoire - Sondage sonique au marteau
Travaux	Résistance à la compression	Caisnes normalisées, carottage et écrasement éprouvettes