

SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

M-11.08.05.

WZMACNIANIE PODŁOŻA METODA INIEKCJI STRUMIENIOWEJ (JET GROUTING)

1. Wstęp

1.1. Przedmiot ST.

Przedmiotem niniejszej ST są wymagania dotyczące wykonania i odbioru wzmocnienia podłoża oraz wzmocnienia i uszczelnienia podłoża za pomocą iniekcji strumieniowej (jet grouting) w związku z rozbudową drogi krajowej nr 22 na odcinku od km 112+164 do km 112+230 w miejscowości Wołogoszcz – przepust w miejscowości Wołogoszcz.

1.2. Zakres stosowania ST.

Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

1.3. Zakres robót objętych ST.

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji mają zastosowanie przy wykonywaniu wzmocnienia oraz wzmocnienia i uszczelnienia podłoża gruntowego metoda iniekcji strumieniowej:

- wykonanie kolumn gruntocementowych średnicy min. 100 cm metodą iniekcji ciśnieniowej (jet-grouting), wysokości około 4 m wraz z wykonaniem platformy roboczej.

1.4. Określenia podstawowe.

Określenia podane w niniejszej ST są zgodne z obowiązującymi polskimi normami i ST D.00.00.00. "Wymagania Ogólne".

1.4.1. Iniekcja strumieniowa – polega na lokalnym zniszczeniu przez rozplukanie za pomocą wysokoenergetycznego strumienia cieczy (o prędkości przy dyszy wylotowej ponad 100 m/s) istniejącej struktury gruntu przy jednoczesnym zmieszaniu materiału gruntowego z iniektem.

1.4.2. Element iniekcyjny – bryła gruntu poddana iniekcji strumieniowej z jednego wywierconego otworu;

1.4.3. Kolumna iniekcyjna – zainiektowana bryła gruntu o kształcie zbliżonym do walca lub wycinka walca;

1.4.4. Ściana iniekcyjna – zainiektowana pionowa płaska bryła gruntu;

1.4.5. Pozioma przesłona iniekcyjna – zainiektowana pozioma bryła gruntu;

1.4.6. System pojedynczy – iniekcja strumieniowa, w której odpajanie – zniszczenie struktury gruntu i cementacja gruntu są uzyskiwane za pomocą wysokoenergetycznego strumienia jednej cieczy – na ogół zaczynu cementowego

1.4.7. System podwójny – iniekcja strumieniowa, w której odpajanie – zniszczenie struktury gruntu i cementacja gruntu są uzyskiwane za pomocą wysokoenergetycznego strumienia jednego medium, zwykle zaczynu cementowego, wspomaganego przez otaczający go strumień sprężonego powietrza jako drugiego medium

1.4.8. System potrójny – iniekcja strumieniowa, w której odpajanie – zniszczenie struktury gruntu jest uzyskiwane za pomocą wysokoenergetycznego strumienia wody, wspomaganego przez otaczający go strumień sprężonego powietrza, a cementacja gruntu jest uzyskiwana jednocześnie za pomocą odrębnego strumienia zaczynu.

Stosowany system należy dobrać dla zaprojektowanych wymiarów elementów iniekcyjnych. Pozostałe określenia i terminy wg normy PN-EN 12716.

1.5.Ogólne wymagania dotyczące Robót

Wykonawca Robót jest odpowiedzialny za jakość oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, OST i poleceniami Inżyniera.

Ogólne wymagania podano w OST D.00.00.00. "Wymagania Ogólne".

Wymagania techniczne.

Roboty powinny być wykonane zgodnie z projektem technicznym i Specyfikacją Techniczną.

Przed rozpoczęciem zasadniczych robót dla poszczególnych fundamentów należy wykonać próby polowe przewidywaną technologią robót. Po wykonaniu próby należy dokonać pomiarów uzyskiwanych cech geometrycznych elementów iniekcyjnych.

Zakres / ilość prób określi dokumentacja projektowa.

Wyniki prób należy przedstawić do zatwierdzenia Inżynierowi po uzgodnieniu z Projektantem. Do zasadniczych robót wzmacniających/uszczelniających podłoże za pomocą iniekcji strumieniowej można przystąpić po zatwierdzeniu przez Inżyniera wyników prób.

W przypadku stwierdzenia istotnych niezgodności warunków geotechnicznych z podanymi w projekcie, należy w uzgodnieniu z Inżynierem i Projektantem odpowiednio dostosować parametry wzmocnienia.

Recepturę zaczynu cementowego należy uzgodnić z Inżynierem.

1.6.Wymagania dokumentacyjne.

Roboty iniekcyjne powinny być realizowane na podstawie dokumentacji technicznej zawierającej:

- projekt techniczny iniekcji strumieniowej, określający cechy materiałowe kolumn (pali), wartości parametrów geotechnicznych (w dokumentacji geotechnicznej), zagłębienie elementów iniekcyjnych,
- projekt technologiczny, określający sposób wykonania elementów iniekcyjnych,

Iniekcja strumieniowa powinna być wykonywana zgodnie z dokumentacją techniczną. W przypadku stwierdzenia istotnych niezgodności warunków geotechnicznych z podanymi w projekcie (dokumentacji geotechnicznej), należy w uzgodnieniu z Inżynierem i nadzorem autorskim odpowiednio dostosować liczbę i wymiary elementów iniekcyjnych. Analogicznie należy postępować w przypadku natrafienia w trakcie wykonywania otworu w gruncie na nieprzewidziane przeszkody (kamienie, kłody drewna, itp).

2. Materiały

Materiałami stosowanymi przy wykonywaniu robót według zasad niniejszej ST są:

- zaczyn iniekcyjny o stosunku wagowym woda/spoiwo w granicach od 0,5 do 1,5
- jako spoiwo można stosować: cementy normowe, spoiwa hydrauliczne,
- dodatki do zaczynu cementowego redukujące ilość wody, stabilizujące, uplastyczniające, uszczelniające lub przeciwerozryjne,
- bentonit

Należy stosować cement spełniający wymagania Polskich Norm [PN-EN 197-1:2002], domieszki do betonu spełniające wymagania PN-EN 934-2:1999

Pozostałe materiały wg ST M.13.01.00.

3. Sprzęt

3.1. Narzędzia wierzące.

Narzędzia wierzące należy dostosować do warunków gruntowych i wodnych. Wykonawca odpowiedzialny jest za szczegółowy dobór sprzętu zapewniający prawidłowe wykonanie robót określonych w dokumentacji technicznej i ST oraz zgodnie z zakładaną technologią

Podstawowy sprzęt niezbędny do realizacji robót to:

- wiertnica udarowo-obrotowa wyposażona w urządzenie do iniekcji zaopatrzone w żerdź iniekcyjną, monitor i osprzęt, umożliwiającą napęd żerdzi iniekcyjnej ze wstępnie określonymi prędkościami obrotów i posuwu;
- agregat mieszający i pompujący, dostarczający ciecz iniekcyjną (lub ciecz i sprężone powietrze) z odpowiednimi dla stosowanego systemu parametrami;
- przewody wysokociśnieniowe do połączenia pomp iniekcyjnych z wiertnicą;
- sprzęt do monitorowania ciśnień, wydatków i objętości cieczy, prędkości obrotów i wyciągania, głębokości;
- urządzenie do pomiaru geometrii wykonanej kolumn iniekcyjnej;
- silosy magazynowe na cement;

Należy stosować sprzęt do iniekcji strumieniowej zapewniający przesuw i ruch obrotowy żerdzi iniekcyjnej, doprowadzający do żerdzi iniekcyjnej ciecz z agregatu mieszającego o przewidzianym technologia ciśnieniu i wydajności.

4. Transport

Załadunek, transport, rozładunek i składowanie materiałów do wykonania iniekcji strumieniowej powinny odbywać się tak, aby zachować ich dobry stan techniczny.

5. Wykonanie robót

5.1. Wyznaczanie elementów iniekcyjnych.

Punkty wyznaczające osie elementów iniekcyjnych powinny być oznaczone na gruncie w sposób trwały na podstawie domiarów do wyznaczonych geodezyjnie punktów charakterystycznych wg projektu technologicznego iniekcji. Wykonanie projektu technologicznego leży w gestii Wykonawcy i należy go uzgodnić z Inżynierem i rz. Projektantem obiektu. Projekt technologiczny może zostać skorygowany po wykonaniu kolumn próbnych.

5.2. Roboty wiertnicze.

Sposób wiercenia i szybkość wiercenia należy dostosować do warunków terenowych, gruntowych i wodnych. Roboty realizować zgodnie z PN-EN 12716.

Technika iniekcji strumieniowej polega na lokalnym zniszczeniu przez rozplukanie za pomocą wysokoenergetycznego strumienia cieczy (o prędkości przy dyszy wylotowej ponad 100 m/s) istniejącej struktury gruntu. Jednocześnie cząstki gruntu wymieszane z zaczynem cementowym przy udziale turbulencji wypełniają wolną przestrzeń w podłożu. Nadwyżka powstałej mieszaniny wypływa na powierzchnię przez przestrzeń wokół żerdzi wiertniczej. Zasięg oddziaływania strumienia płuczącego zależy od rodzaju gruntu oraz od zastosowanego wariantu technologii i wynosi od 0,60 m do 2,5 m.

Kolumny jet grouting wykonuje się wysokociśnieniową techniką wiertniczo-iniekcyjną. Cykl wykonania ma dwie fazy. W pierwszej fazie wykonuje się w gruncie otwór o średnicy od 100 do 180 mm do głębokości wymaganej w projekcie. W drugiej fazie, podczas powolnego wycofywania z otworu żerdzi wiertniczej ku górze, specjalna dysza lub zespołem dysz podaje się strumień zaczynu cementowego. W przypadku stosowania systemu podwójnego strumień ten jest wspomagany wpływem sprężonego powietrza z pierścieniowej dyszy wokół dyszy cementowej. W przypadku stosowania systemu potrójnego iniekcja z dyszy cementowej jest wspomagana iniekcją ze znajdującej się powyżej dyszy wodnej oraz pierścieniowej dyszy powietrznej. Obrót żerdzi w trakcie jej podnoszenia powoduje zmiany kierunków iniekcji wokół żerdzi i rozcięcie warstw gruntu w strefie przylegającej do otworu i rozplukanie - zniszczenie istniejącej struktury. Występujące w otworze iniekcyjnym nadciśnienie powoduje wyniesienie części mieszaniny gruntu i zaczynu na powierzchnię. Pozostała część gruntu w wyniku silnej turbulencji zostaje zmiksowana z podawanym zaczynem cementowym do wymaganego poziomu. Po wykonaniu kolumny można przez otwór po żerdzi wprowadzić do kolumny zbrojenie, który na ogół stanowi rura lub kształtownik stalowy.

5.3. Wymagania technologiczne

Prawidłowe wykonanie kolumny wymaga odpowiedniego skojarzenia wartości stosowanego ciśnienia iniekcji, prędkości obrotu i prędkości unoszenia żerdzi. Każdorazowo parametry iniekcji dobiera się doświadczalnie, wykonując w terenie od 1 do 3 kolumn próbnych. Najczęściej dobierane wartości w zależności od stosowanej technologii robót (systemu) to:

- ciśnienie zaczynu cementowego do 80 MPa;
- ciśnienie tnącego strumienia wody do 60 MPa;
- ciśnienie podawanie strumienia powietrza od 0,6 do 1,2 MPa;
- prędkość unoszenia żerdzi w górę od 0,2 do 0,5 cm/s;
- obrotowa prędkość żerdzi ok. 5 obr./s;

Wymagana wytrzymałość cementogruntu określona jest w projekcie technologicznym i musi wynieść minimum 3 MPa. Natomiast nośność pionowa kolumn min. 800 kN.

Kolejność robót iniekcyjnych: sąsiednie kolumny iniekcyjne mogą być wykonywane dopiero po związaniu kolumn wykonanych wcześniej.

Prace wykonywać małymi maszynami umożliwiającymi wjazd do przepustu.

Głowice kolumn można odsłonić po ich stwardnieniu. W miarę potrzeby można je skuć do poziomu określonego w projekcie. Powierzchnie głowic kolumn należy oczyścić z luźnych elementów i gruntu.

6. Kontrola jakości robót

6.1. Postanowienia ogólne.

Do odbioru wykonawca zobowiązany jest przedstawić:

- dokumentację techniczną z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami dokonanymi w trakcie robót,
- dziennik budowy,
- zestawienia dzienne wykonanych kolumn zawierające dla wszystkich kolumn: datę wykonania, numer kolumny, głębokość podstawy i głowicy kolumny względem platformy roboczej, rzędna platformy roboczej, długości kolumny, średnice

- wyniki badan cementogruntu.

6.2. Program badań.

6.2.1. Badania przed rozpoczęciem budowy.

- sprawdzenie przygotowania terenu;
- sprawdzenie i odebranie wpisem do dziennika budowy prób wstępnych potwierdzających parametry przyjętej technologii robót;
- sprawdzenie i odebranie wpisem w dzienniku budowy geodezyjnego wyznaczenia punktów charakterystycznych wzmacnianego obszaru;

6.2.2. Badania w czasie robót.

- sprawdzenie jakości materiałów;
- sprawdzenie podłoża gruntowego;
- ciągłe monitorowanie parametrów iniekcji (ciśnienie, przepływ cieczy, prędkość przesuwu i obrotów monitora);
- wizualna kontrola wypływu urobku z zapisem wyników obserwacji;
- wykonanie badan gęstości zaczynu cementowego;

6.2.3. Badania odbiorcze.

- sprawdzenie zgodności z dokumentacją,
- badania specjalne.

6.3. Opis badań.

6.3.1. Sprawdzenie przygotowania terenu.

Sprawdzenie przygotowania terenu należy przeprowadzać na zgodność z odpowiednim punktem niniejszych wytycznych. W przypadku uzasadnionych przesłanek napotkania nie zinwentaryzowanych urządzeń lub instalacji, należy wykonać przekopy kontrolne.

6.3.2. Sprawdzenie jakości materiałów

Należy prowadzić na bieżąco na zgodność z wymaganiami.

6.3.3. Sprawdzenie formowania

Badania w trakcie robót polegają na bieżącym sprawdzaniu:

- zagłębienia żerdzi wiertniczej
- ciągłym monitorowaniu parametrów iniekcji (ciśnienie i przepływy cieczy, prędkość przesuwu i obrotów monitora)
- składu zaczynu iniekcyjnego

Pomiar zagłębienia żerdzi wiertniczej wykonuje się w oparciu o ilość i długość wprowadzonych w grunt żerdzi z dokładnością + 10 cm. Pomiar składu zaczynu iniekcyjnego dokonuje się bezpośrednio w miejscu jego wykonywania oceniając proporcje wagowe stosowanych składników i ich jakość.

6.3.4. Sprawdzenie podłoża gruntowego.

Sprawdzenie podłoża polega na porównaniu rzeczywistych warunków gruntowych z podanymi w dokumentacji projektowej.

6.3.5. Sprawdzenie zgodności z dokumentacją.

Polega na porównaniu wykonanych robót z dokumentacją i rozdziałem dotyczącym kontroli.

6.4. Tolerancje wymiarów

Dopuszczalne odchylenia położenia wzmocnianego podłoża są następujące:

- usytuowanie w planie +/- 10 cm.

6.5. Szczelność

W przypadku realizacji robót wzmacniających i jednocześnie uszczelniających podłoże gruntowe, roboty należy wykonywać tak by uzyskać pełną szczelność wykonywanej przesłony iniekcyjnej. Ze względu na charakter robót wykonywanych poniżej poziomu terenu, na głębokości kilku metrów nie można oczekiwać pełnej szczelności realizowanej przesłony.

W przypadku stwierdzenia braku szczelności przesłony, o ile nieszczelności nie uniemożliwiają dalszych robót można zastosować n/w rozwiązania:

- powierzchniowo usunąć wodę za pomocą pomp – tzw. rząpi z poziomu powyżej górnej krawędzi przesłony
- zastosować iniekcyjną metodę uszczelnienia nieszczelności np. za pomocą żywic akrylowych.

7. Obmiar robót

Jednostka obmiaru robót jest 1 metr cementogruntu (kolumny jet-grouting) wykonanej kolumny określonej średnicy i długości.

8. Odbiór robót

Wzmocnienie podłoża za pomocą kolumn jet grouting należy uznać za wykonane zgodnie z wymaganiami normy i kontraktu jeżeli wszystkie badania opisane powyżej i wyniki prób dały wyniki dodatnie i zostały dotrzymane warunki postanowień ogólnych. W przypadku stwierdzenia usterek nie nadających się do usunięcia, lecz nie zagrażających bezpieczeństwu budowli w okresie jej całej przewidywanej eksploatacji, można warunkowo przyjąć kolumnę.

Roboty objęte niniejszą ST podlegają dwóm etapom odbioru dokonywanym przez Inżyniera.

- odbiorowi robót zanikających
- odbiorowi ostatecznemu

Roboty powinny być wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową, Specyfikacją techniczną oraz pisemnymi decyzjami Inżyniera.

Podstawa odbioru robót ulegających zakryciu są następujące dokumenty:

- dokumentacja projektowa z naniesionymi na niej zmianami dokonywanymi w trakcie budowy,
- dziennik budowy,
- uzasadnienia dokonywania zmian,
- dokumenty dotyczące jakości wbudowywanych materiałów.

Na podstawie wyników badań wg pkt. 6 należy sporządzić protokół odbioru.

Jeżeli wszystkie badania dały wyniki dodatnie, wykonane roboty należy uznać za zgodne z wymaganiami. W przypadku ujemnego wyniku badania, wykonawca jest zobowiązany

doprowadzić roboty do zgodności z wymaganiami i ponownie przedstawić do odbioru.

9. Podstawa płatności

Ogólne wymagania dotyczące płatności podano w ST D-M.00.00.0 "Wymagania ogólne".
Cena jednostkowa uwzględnia:

- zapewnienie niezbędnych czynników produkcji;
- opracowanie Projektu technologicznego wykonania robót wraz z uzgodnieniem z Inżynierem i Projektantem,
- prace pomiarowe;
- monitoring parametrów wykonawczych;
- wykonanie platformy roboczej;
- zainstalowanie sprzętu z monitorem do iniekcji;
- wyznaczenie osi otworu;
- wykonanie otworu;
- przygotowanie iniektu;
- wykonanie iniekcji – uformowanie elementu iniekcyjnego;
- rozkucie głowic do projektowanego poziomu wykonania zwieńczenia układu kolumn;
- montaż urządzeń i przemieszczanie ich w obrębie rejonu robót, demontaż urządzeń;
- oczyszczenie terenu robót;

10. Przepisy związane

PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.

PN-74/B-04452 Grunty Budowlane. Badania polowe.

PN-EN 197-1:2002 Cement. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku

PN-EN 934-2:1999 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu - Domieszki do betonu. Definicje i wymagania

PN-EN 12716 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Iniekcja strumieniowa.