

BUDOWNICTWO KOMUNIKACJI LADOWEJ	NORMA BRANŻOWA	BN-68
	Drogi samochodowe Podbudowa z gruntów stabilizowanych cementem	8933-08
		Grupa katalogowa VII B1

21456
BIBLIOTEKA GŁÓWNA

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są warunki techniczne związane z projektowaniem, wykonaniem i odbiorem podbudów z gruntów stabilizowanych cementem do celów drogowych.

1.2. Zakres stosowania przedmiotu normy. Podbudowę z gruntów stabilizowanych cementem stosuje się do budowy nosnych warstw nawierzchni drogowych, placów postojowych, parkingów oraz wykonywania poszerzeń istniejących nawierzchni.

Podbudowy z gruntów stabilizowanych cementem mogą być wykonywane w jednej lub dwu warstwach.

1.3. Określenia

1.3.1. Podbudowa z gruntu stabilizowanego cementem - jedna lub więcej warstw zagęszczonej mieszanki cementowo-gruntowej, która po stwardnieniu stanowi nośną część nawierzchni drogowej.

1.3.2. Mieszanka cementowo-gruntowa - mieszanka ustalona w optymalnych ilościach gruntu, cementu i wody, a w razie potrzeby również innych dodatków, jak np. popiołów lotnych, chlorku wapniowego itp.

1.3.3. Grunt stabilizowany cementem - mieszanka (jak w 1.3.2) zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania cementu.

1.3.4. Stabilizacja gruntu cementem - proces technologiczny polegający na zmieszaniu rozdrobnionego gruntu z optymalną ilością cementu i wody oraz zagęszczeniu wytworzonej mieszanki, której wytrzymałość mieści się w granicach określonych w 2.2.2.

1.3.5. Wskaźnik mrozoodporności - stosunek wytrzymałości próbek poddanych 14 cyklom zamrażania i odmrażania (R_{28}^{20}), po 14 dniach od dnia wykonania, do wytrzymałości próbek poddanych nasyceniu wodą przez 14 dni (R_{28}^n), po 14 dniach od dnia wykonania.

1.4. Normy i dokumenty związane

- PN-63/B-04300 Cement. Badanie cech fizycznych
- PN-63/B-04301 Cement portlandzki. Analiza chemiczna
- PN/B-04302 Cement. Badania cech wytrzymałościowych

PN/B-04451-projekt. Grunty budowlane. Wytyczne pobierania próbek

PN-55/B-04482 Grunty budowlane. Badania właściwości fizycznych. Badania makroskopowe

PN-59/B-04483 Grunty budowlane. Analiza areometryczna

PN-55/B-04484 Grunty budowlane. Badanie właściwości fizycznych. Analiza sitowa

PN-60/B-04485 Grunty budowlane. Oznaczanie zawartości części organicznych

PN-59/B-04489 Grunty budowlane. Oznaczanie granicy płynności

PN-59/B-04490 Grunty budowlane. Oznaczanie granicy plastyczności

PN-59/B-04491 Grunty budowlane. Oznaczanie wilgotności optymalnej i maksymalnego ciężaru objętościowego szkieletu gruntowego

PN-66/B-06714 Kruszywo mineralne. Kruszywo kamienne budowlane. Badania techniczne

PN-60/B-30000 Cement portlandzki 250

PN-60/B-30001 Cement portlandzki 350

PN-64/B-30005 Cement hutniczy

PN-61/B-30300 Wapno niegaszone do celów budowlanych

PN-61/B-30302 Wapno suchogaszone (hydratyzowane) do celów budowlanych

PN-58/B-32250 Woda do celów budowlanych. Wymagania techniczne dla wody do betonów i zapraw

PN-65/C-84127 Chlorek wapniowy techniczny

BN-63/6722-02 Drogi samochodowe. Popioły lotne do stabilizacji gruntu

BN-64/8931-01 Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika piaskowego

BN-64/8931-03 Drogi samochodowe. Pobieranie próbek gruntów do celów drogowych i podaje badań

WP-DP-20 Wytyczne projektowania drogowych nawierzchni podatnych - zatwierdzone zarządzeniem Ministra Komunikacji nr 17. Dziennik Budownictwa nr 8 z 1966 r.

2. WYMAGANIA

2.1. Materiały

2.1.1. Grunty. Do wykonania podbudów z gruntów stabilizowanych cementem należy stosować grunty

Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Drogowej
Ustanowiona przez Ministra Komunikacji dnia 14 czerwca 1968 r.
jako norma obowiązująca w zakresie wykonawstwa i odbioru od dnia 1 kwietnia 1969 r.
(Mon. Pol. nr 37/1968 poz. 269)

odpowiadające następującym wymaganiom:

- a) ziarna przechodzące przez sito o średnicy otworu 50 mm - wagowo 100%,
- b) ziarna przechodzące przez sito o średnicy otworu 25 mm - wagowo $\geq 85\%$,
- c) ziarna przechodzące przez sito o średnicy otworu 5 mm - wagowo 50%,
- d) zawartość cząstek mniejszych od 0,002 mm - wagowo $< 20\%$.

Przedział uziarnienia gruntów przydatnych do stabilizacji cementem podano na rysunku. Ponadto grunty przydatne do stabilizacji cementem powinny wykazywać następujące właściwości:

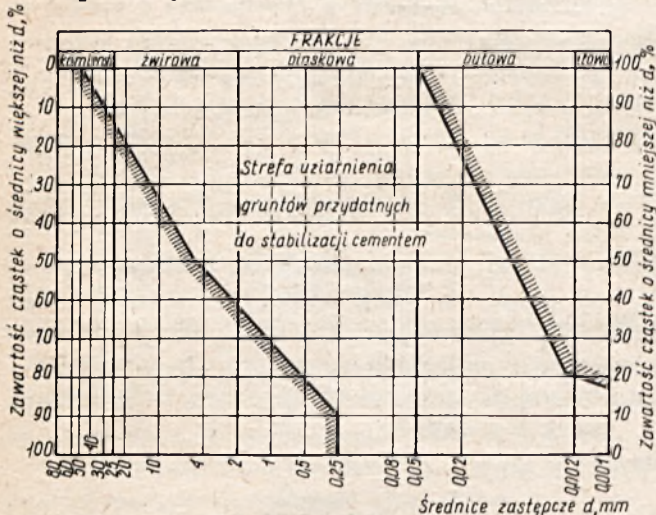
- granica płynności $L_p < 40\%$,
- wskaźnik plastyczności W_p do 15%,
- odczyn pH $5,0 \div 8,0$, *pH*
- zawartość części organicznych $< 2\%$,
- zawartość siarczanów $SO_3 < 1\%$.

Grunty nie wykazujące poprzednio podanych własności mogą być poddane stabilizacji po uprzednim ulepszeniu chlorkiem wapniowym, wapnem, popiołami lotnymi itp.

Decydującym sprawdzianem przydatności gruntu do stabilizacji są wyniki wytrzymałości na zgniatanie próbek gruntu stabilizowanego.

Grunty o granicy płynności $40 + 60\%$ i wskaźniku plastyczności $15 + 30\%$ mogą być stabilizowane, lecz wymagają specjalnych maszyn dla rozdrobnienia i przemieszania z cementem albo wstępnego ulepszenia wapnem lub innymi dodatkami.

Dodatkowym kryterium stopnia przydatności gruntów do stabilizacji jest wskaźnik piaskowy. Najlepsze wyniki otrzymuje się przy gruntach o wskaźniku piaskowym $20 \leq WP \leq 50$.



2.1.2. Cement. Do stabilizacji stosuje się cement portlandzki 250 wg PN-60/B-30000, cement portlandzki 350 wg PN-60/B-30001 lub cement hutniczy 250 wg PN-64/B-30005.

2.1.3. Woda stosowana do mieszanki powinna odpowiadać PN-58/B-32250.

2.1.4. Dodatki ulepszające. Przy stabilizacji gruntów cementem stosuje się następujące dodatki ulepszające:

- a) wapno niegaszone wg PN-61/B-30300 lub suchogazzone wg PN-64/B-30302, *BN-76/6715-01*

- b) popioły lotne wg BN-63/6722-02,
- c) chlorek wapniowy wg PN-65/C-84127.

Dopuszcza się stosowanie innych dodatków, których skuteczność została sprawdzona.

2.2. Mieszanki cementowo-gruntowe

2.2.1. Ustalenie składu mieszanki. Przy ustalaniu właściwego składu mieszanek cementowo-gruntowych należy uwzględnić:

- a) właściwy dobór gruntu o własnościach fizycznych i chemicznych podanych w 2.1.1,
- b) wymaganą zawartość w mieszance cementu oraz dodatków ulepszających,
- c) niezbędną ilość wody.

Optymalną ilość cementu w mieszance cementowo-gruntowej należy ustalać na podstawie wyników badań wytrzymałości próbek na ściskanie oraz wytrzymałości przy cyklach moczenia, zamrażania i odmrażania. Ilość potrzebnego cementu (C) w kg na 1 m² stabilizowanej warstwy należy obliczać wg wzoru

$$C = q_{ds} \cdot h \cdot \frac{x}{100} \quad C = \gamma_{os \max} \cdot h \cdot X \quad (1)$$

którym:

- $\gamma_{os \max}$ - maksymalna gęstość pozorna szkieletu gruntowego, oznaczona metodą normalną wg PN-59/B-04491, kg/m³,
- h - grubość stabilizowanej warstwy (wg projektu) po zagęszczeniu, m,
- X - *przebieg* dodatek cementu do gruntu ustalony na podstawie badań laboratoryjnych, % *wyznaczony doświadczenia*

W przypadku stosowania dodatków ulepszających (wapna, popiołów lotnych z węgla brunatnego lub kamiennego, chlorku wapniowego itp.) ilość ich na 1 m² powierzchni należy obliczać również na podstawie wzoru (1).

Ilość potrzebnej wody (w) w kg na 1 m² stabilizowanej warstwy należy obliczać wg przybliżonego wzoru

$$W = q_{ds} \cdot h \cdot (w_{opt}^g + w_n^g) \quad w = \gamma_{os \max} \cdot h \cdot (w_{opt}^g + w_n^g) \quad (2)$$

w którym:

- w_{opt}^g - wilgotność optymalna gruntu, ustalona metodą normalną wg PN-59/B-04491, %
- w_n^g - wilgotność naturalna gruntu, % *wyznaczony doświadczenia*

2.2.2. Wytrzymałość próbek mieszanki cementowo-gruntowej na ściskanie, w zależności od rodzaju warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej, podano w tablicy.

Lp.	Rodzaj warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej	Wytrzymałość na ściskanie próbek nasyconych wodą kg/cm ² MPa		Wskaźnik mrozoodporności
		R ₇	R ₂₈	
1	Górna warstwa podbudowy występująca bezpośrednio pod dywanikiem bitumicznym o minimalnej grubości warstwy 3,0 cm przy ruchu lekkim i 5,0 cm przy ruchu średnim	1,6 ÷ 2,2 46 ÷ 22	2,5 ÷ 5,0 25 ÷ 50	0,7

4. W punkcie 2.2.1 wzór (1): $C = \gamma_{os \max} \cdot h \cdot X$ zastępuje się wzorem $C = \rho_{ds} \cdot h \cdot \frac{x}{100}$,
w objaśnieniach do wzoru zamiast: $\gamma_{os \max}$, gęstość pozorna X — procentowy dodatek
wyrażony ułamkiem dziesiętnym, powinno być: ρ_{ds} , gęstość $\frac{x}{100}$ — g dodatek
tek ‰: oznaczenie wody (w) zmienia się na (W);

cd. tablicy

Lp.	Rodzaj warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej	Wytrzymałość na ścislenie próbek nasyconych wodą kg/cm^2		Wskaźnik mrozoodporności
		R_7	R_{28}	
2	<u>Dolna warstwa podbudowy</u> znajdująca się co najmniej 16 cm poniżej niwelety drogi o obciążeniu średnim lub więcej niż 8 cm poniżej niwelety drogi o obciążeniu lekkim	10+16 1,0+1,6	15+25 1,5+2,5	0,6

Dolne granice R_7 zaleca się stosować w odniesieniu do cementu hutniczego, a górne do cementu portlandzkiego 350, natomiast dla cementu portlandzkiego 250 za miarodajne można uważać wartości pośrednie.

Dolne granice R_{28} zaleca się stosować w przypadku dróg o obciążeniu lekkim, a górne - dla dróg o obciążeniu średnim wg wytycznych WP-DP-20.

2.3. Wymagania techniczne dotyczące wykonania stabilizacji gruntu

2.3.1. Torowisko ziemne. Podbudowa powinna być wykonana na torowisku ziemnym sprofilowanym do wymaganych projektem spadków poprzecznych i podłużnych oraz przechyłek na łukach. Podłoże powinno być zagęszczone co najmniej do 95% maksymalnego zagęszczenia wg PN-59/B-04491.

2.3.2. Dodatki ulepszające grunt. np. wapno lub popioły lotne, powinny być rozłożone równomiernie na całej powierzchni odcinka i wstępnie przemieszane z gruntem przed dozowaniem cementu.

2.3.3. Rozkładanie cementu. Cement należy dodawać do rozdrobnionego i ewentualnie ulepszanego gruntu ściśle w ilościach ustalonych wg 2.2.1 oraz przemieszać z gruntem. Okres czasu od momentu rozłożenia cementu na gruncie do momentu zakończenia mieszania nie powinien być dłuższy od 1 godziny.

2.3.4. Dozowanie wody powinno być ustalone na podstawie wilgotności optymalnej i kontrolnych pomiarów wilgotności rzeczywistych gruntu. Wraz z wodą do gruntu dodawać można dodatki ulepszające, np. chlorek wapniowy. Po równomiernym dodaniu wody mieszankę (grunt, cement i woda) należy ponownie przemieszać.

2.3.5. Mieszanie przygotowanych składników powinno być wykonywane do czasu uzyskania przez mieszankę jednorodnego wyglądu na całej grubości warstwy.

2.3.6. Profilowanie. Mieszanka cementowo-gruntowa powinna być przed zagęszczeniem sprofilowana do wymaganych projektem pochyłeń poprzecznych i podłużnych oraz przewidzianych przechyłek na łukach.

2.3.7. Zagęszczanie mieszanki powinno być zakończone nie później niż w ciągu 5 godzin licząc od rozpoczęcia mieszania gruntu z cementem. Stopień

zagęszczenia mieszanki cementowo-gruntowej nie powinien być mniejszy niż 97% maksymalnego zagęszczenia wg PN-59/B-04491.

2.3.8. Grubość warstw podbudowy z gruntów stabilizowanych cementem powinna być obliczona zgodnie z wytycznymi WP-DP-20.

Przy mieszaniu sprzętem rolniczym grubość poszczególnych warstw cementowo-gruntowych po zagęszczeniu powinna wynosić 10 + 15 cm, przy mieszaniu sprzętem specjalnym (frezami) - 15 + 18 cm, w betoniarkach - nie więcej niż 22 cm.

2.3.9. Warstwa odsączająca. Przy gruntach podłoża wątpliwych lub wysadzinowych nieulepszonych spoiwami nieorganicznymi lub bitumami należy wykonywać podbudowę cementowo-gruntową na warstwie odsączającej.

2.3.10. Podbudowa dwuwarstwowa jest wykonywana w przypadku podłoża wątpliwego i wysadzinowego, gdy zamiast warstwy odsączającej stosuje się warstwę gruntu stabilizowanego cementem.

Podbudowa dwuwarstwowa może być stosowana również w przypadku podłoża niewysadzinowego, jeżeli obciążenie ruchem tego wymaga.

2.3.11. Szerokość podbudowy powinna być zgodna z projektem. Dopuszczalne odchyłki szerokości zarówno na prostych jak i na łukach wynoszą ± 5 cm.

2.3.12. Równość w przekroju podłużnym powinna być taka, aby po przyłożeniu czterometrowej łąty w kierunku równoległym do osi drogi przeswity między łątą i powierzchnią podbudowy nie przekraczały 1,2 cm.

2.3.13. Prawidłowość przekroju poprzecznego powinna być taka, aby po przyłożeniu łąty profilowej (szablony) prostopadle do osi drogi i spoziomowaniu jej przeswity między łątą profilową i powierzchnią podbudowy nie przekraczały 1,5 cm.

2.3.14. Równość na łukach o jednostajnym spadku poprzecznym powinna być taka, aby po przyłożeniu łąty czterometrowej przeswity między łątą i powierzchnią podbudowy nie przekraczały 1,5 cm.

3. BADANIA

3.1. Program badań

- badania wstępne,
- badania w czasie budowy,
- badania po zakończeniu budowy (odbiorcze).

3.2. Badania wstępne

3.2.1. Badania terenowe należy wykonywać na etapie projektowania w celu stwierdzenia możliwości stabilizacji i określenia założeń kosztorysowych (jak np. miejsca pobierania materiałów doziarniających, ich ilości, sposobu stabilizacji itp.). W tym celu wzdłuż projektowanej trasy drogi wykonuje się wiercenia płytkie (około 1,5 + 2,0 m) lub odkrywki w odstępach co najmniej 250 m, lecz tak, ażeby zlokalizować zmienność gruntów na trasie budowy grunty wyraźnie przydatne i wyraźnie nieprzydatne do stabilizacji. Oprócz tego należy wykonać 3

wiercenia lub odkrywki w miejscach przewidywanych ukopów wraz z pobraniem próbek.

Próbki o masie około 1 kg każda powinny być podane wstępnym badaniom makroskopowym, badaniom własności fizycznych wg PN-55/B-04482 oraz badaniom odczynu pH gruntu. Wstępne rozpoznanie terenu powinno pozwolić również na ustalenie miejsca pobrania wody do stabilizacji.

3.2.2. Badania laboratoryjne

3.2.2.1. Zakres badań. Badania laboratoryjne należy wykonywać na próbkach pobranych w czasie wstępnych badań terenowych w celu określenia własności gruntów oraz właściwej ilości cementu i wody, jak również ilości ewentualnego doziarnienia bądź takich dodatków, jak wapno, chlorek wapniowy, popioły lotne itp.

3.2.2.2. Rodzaje i wykonanie badań

- sprawdzenie uziarnienia gruntu wg PN-55/B-04484 lub PN-55/B-04483,
- sprawdzenie konsystencji wg PN-59/B-04489 i PN-59/B-04490 lub wskaźnika piaskowego wg BN-64/8931-01,
- sprawdzenie odczynu pH gruntu za pomocą polowego kwasomierza lub pehametru,
- sprawdzenie zawartości części organicznych gruntu wg PN-60/B-04485,
- sprawdzenie zawartości siarczanów wg PN-66/B-06714,
- sprawdzenie wilgotności optymalnej i maksymalnej gęstości pozornej szkieletu gruntowego oraz mieszanek cementowo-gruntowych wg normalnej metody PN-59/B-04491,
- sprawdzenie wytrzymałości na ściskanie próbek mieszanek cementowo-gruntowych z ewentualnymi dodatkami ulepszającymi wg PN-59/B-04491.

3.2.2.3. Pobieranie próbek powinno być przeprowadzone zgodnie z BN-64/8931-03. Liczba próbek minimum 3 (1 seria). Różnica wyników - nie większa niż 30%.

3.2.2.4. Przygotowanie próbek cementowo-gruntowych. Przyjmuje się podstawowy wymiar próbek dla wszystkich gruntów w kształcie walca o wymiarach $d = h = 8$ cm, z wyjątkiem gruntów drobnoziarnistych mało i średnio spoiстых, dla których dopuszcza się wykonywanie próbek o wymiarach $d = 5$ cm i $h = 7,5$ cm.

Odchyłki wysokości formowanych próbek nie powinny przekraczać $\pm 5\%$ podanych wymiarów.

Maksymalne średnice ziarn gruntu nie powinny być większe od $\frac{1}{3}$ średnicy próbki. Ziarna większe od $\frac{1}{3}$ średnicy próbki powinny być zastąpione ziarnami drobniejszej frakcji żwirowej.

Próbki o wymiarach $d = h = 8$ cm należy zagęszczać dynamicznie, energią odpowiadającą zagęszczeniu wg normalnej metody podanej w PN-59/B-04491, a próbki o wymiarach $d = 5$ cm i $h = 7,5$ cm powinny być zagęszczane statycznie w prasie pod naciskiem zapewniającym zagęszczenie odpowiadające normalnej metodzie wg PN-59/B-04491.

Dla ustalenia właściwej ilości cementu należy wykonać co najmniej 3 mieszanki, np. przy dodatku 6; 8 i 10% cementu.

Z każdej mieszanki należy pobrać po dwie próbki (50 + 70 g) dla oznaczania jej wilgotności, a następnie wykonać po 6 identycznych próbek w celu określenia ich średniej wytrzymałości na ściskanie po 7 i 28 dniach.

Przeprowadzenie pełnych badań (na wytrzymałość próbek po 7 i 28 dniach oraz na odporność na cykle zamrażania i odmrażania) dla wstępnie ustalonej mieszanki o określonej dawce cementu wymaga co najmniej 9 identycznych próbek.

3.2.2.5. Przechowywanie próbek. Próbki po uformowaniu należy przechować przez 7 dni w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wyschnięciem (w wilgotnej komorze o wilgotności powyżej 96% lub w parafinowanym papierze bądź w wilgotnym piasku), po czym próbki nasycy się wodą w komorze próżniowej (przy obniżonym ciśnieniu słupa rtęci do 150 mm) przez 2 godz. W przypadku braku komory próżniowej próbki przechowywane przez 3 dni w temperaturze pokojowej, zabezpieczone przed wysychaniem, należy w ciągu czwartego dnia pozostawić zanurzone na 1 cm w wodzie (w celu podciągania kapilarnego), a następnie całkowicie zanurzone w wodzie przez dalsze trzy dni.

Po wyjęciu z wody i osuszeniu ligniną próbki poddaje się badaniu wytrzymałości na ściskanie.

3.2.3. Badania szczegółowe związane z projekowaniem mieszanki

3.2.3.1. Zakres badań. Badania gruntów i mieszanek cementowo-gruntowych należy przeprowadzać zgodnie z 3.2.2 oraz przez sprawdzenie:

- jakości wody wg PN-58/B-32250,
- jakości cementu wg PN-63/B-04300; PN-60/B-04301 i PN/B-04302.

Sprawdzanie wody i cementu może być pominięte, jeżeli mieszanki cementowo-gruntowe wykonane ze składników pobranych na budowie nie wykazują заниzonych (w stosunku do wymaganych) wyników wytrzymałości na ściskanie.

3.2.3.2. Pobieranie próbek gruntu. Próbki należy pobierać wg BN-64/8931-03 z warstw, które będą podlegać stabilizacji, bądź z ukopów gruntów przeznaczonych do stabilizacji. Wymiary i przygotowanie próbek wg 3.2.2.3.

3.2.3.3. Badanie wytrzymałości na ściskanie. Próbę wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach należy przeprowadzać w przypadku nieregularnego przebiegu wiązania cementu oraz dla gruntów spoiстых.

Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach próbek zaprojektowanej mieszanki powinna spełniać wymagania podane w 2.2.2 w tablicy.

3.2.3.4. Przechowywanie próbek polega na zabezpieczeniu próbek przed wysychaniem przez 14 dni, a następnie przez dalsze 14 dni na utrzymywaniu próbek całkowicie zanurzonych w wodzie o temperaturze pokojowej.

Analiza wg Bnił w 10-11/82

3.2.4. Badanie odporności na zamrażanie

3.2.4.1. Wytyczne ogólne. W przypadku gruntów średnio i bardzo spoiстых oraz gruntów o zawartości części organicznych powyżej 2% albo gruntów kwaśnych o $pH < 5$ lub przy dodaniu popiołów lotnych w ilości większej niż cementu należy wykonywać badania odporności próbek gruntów stabilizowanych cementem na zamrażanie i odmrażanie.

3.2.4.2. Przechowywanie próbek i przebieg badań. Przechowywanie oraz przeprowadzanie cykli zamrażania i odmrażania polega na zabezpieczeniu próbek przed wysychaniem przez 13 dni, a następnie całkowitemu zanurzeniu próbek w wodzie o temperaturze pokojowej ($18 \pm 22^\circ C$) na 1 dobę, po czym poddaniu ich 14 cyklom zamrażania i odmrażania. Jeden cykl zamrażania i odmrażania polega na 8-godzinnym zamrażaniu próbek (wyjętych z wody) w temperaturze $-23^\circ C$ i 16-godzinnym odmrażaniu próbek całkowicie zanurzonych w wodzie w temperaturze pokojowej.

3.2.4.3. Wyniki badań. Stosunek wytrzymałości próbek poddanych cyklom zamrażania i odmrażania do wytrzymałości po 28 dniach powinien spełniać wymagania podane w 2.2.2 w tablicy.

3.3. Rodzaje badań w czasie budowy należy prowadzić systematycznie dla każdej dziennej działki roboczej. Polegają one na sprawdzaniu na bieżąco zgodności wykonywanych robót z wymaganiami rozdziału 2.3.

Wyniki badań w czasie budowy powinny być wpisywane do dziennika laboratorium polowego i obejmować sprawdzenie:

- a) jakości materiałów używanych do budowy,
- b) wskaźnika zagęszczenia podłoża gruntowego,
- c) uziarnienia gruntu przeznaczonego do stabilizacji,
- d) rozdrobnienia gruntu spoiстого,
- e) dokładności przemieszania gruntu z cementem,
- f) wilgotności gruntu,
- g) wskaźnika zagęszczenia gruntu stabilizowanego,
- h) grubości warstwy stabilizowanej,
- i) wytrzymałości gruntu stabilizowanego,
- j) szerokości podbudowy,
- k) równości podbudowy w przekroju podłużnym,
- l) prawidłowości przekroju poprzecznego,
- m) równości podbudowy w przekroju poprzecznym na łukach.

3.4. Rodzaje badań po zakończeniu budowy (odbiorcze) polegają na sprawdzeniu:

- a) technicznych dokumentów budowy,
- b) grubości podbudowy,
- c) szerokości podbudowy,
- d) równości podbudowy w przekroju podłużnym,
- e) prawidłowości przekroju poprzecznego,
- f) równości podbudowy w przekroju poprzecznym na łukach,
- g) jednolitości stabilizowanego gruntu.

3.5. Opis badań w czasie budowy i po zakończeniu budowy

3.5.1. Sprawdzenie jakości materiałów należy przeprowadzać wg norm przedmiotowych lub badawczych.

3.5.2. Sprawdzenie zagęszczenia podłoża gruntowego. Zagęszczenie podłoża gruntowego należy sprawdzać na każdej dziennej działce roboczej, przynajmniej w dwóch przekrojach. Kontrolę należy przeprowadzać bezpośrednio po zakończeniu zagęszczania. Próbkę pobierać przez wykopanie dołka w zagęszczonym podłożu, przy czym objętość dołka mierzyć piaskiem kalibrowanym. Zaleca się oznaczać gęstość pozorną pobierając próbki cylindrami stalowym wg PN/B-04451-projekt.

Badanie maksymalnej gęstości pozornej szkieletu gruntowego wg PN-59/B-04491 powinno objąć co najmniej jedną próbkę z dziennej działki roboczej wykorzystując materiał pobrany z dołków próbnych.

3.5.3. Sprawdzenie uziarnienia gruntu przeznaczonego do stabilizacji. Uziarnienie gruntu przeznaczonego do stabilizacji należy sprawdzać dla gruntów w stanie sypkim za pomocą analizy sitowej na sucho i w tym celu pobiera się co najmniej następujące liczby próbek:

- z odcinka o długości do 250 m - 2 próbki,
- z odcinka o długości $> 250 + 500$ m - 3 próbki,
- z odcinka o długości $> 500 + 1000$ m - 4 próbki.

Masa próbki powinna wynosić około 1 kg. Próbkę pobierać po zakończeniu mieszania gruntu przed rozłożeniem cementu.

W przypadku gruntów spoiстых uziarnienie ich należy określać na podstawie analizy makroskopowej wg PN-55/B-04482.

3.5.4. Rozdrobnienie gruntu spoiстого należy sprawdzać co najmniej na dwóch próbkach z każdej dziennej działki roboczej. Masa próbki powinna wynosić około 1 kg. Próbkę przesiewać przez sito o średnicy oczek 5 mm. Przez sito powinno przejść co najmniej 80% gruntu.

3.5.5. Sprawdzenie dokładności przemieszania cementu z gruntem polega na wzrokowym stwierdzeniu jednolitego zabarwienia mieszanki.

3.5.6. Sprawdzenie wilgotności gruntu należy przeprowadzać:

- a) po zakończeniu rozdrabniania gruntu lub mieszania gruntu z cementem przy wilgotności naturalnej w celu określenia potrzebnej ilości wody,
- b) w końcowym etapie mieszania gruntu z cementem w celu ostatecznego stwierdzenia prawidłowości nawilgocenia.

Do sprawdzenia wilgotności należy pobrać co najmniej 2 próbki z dziennej działki roboczej. Oznaczanie wilgotności wykonuje się albo piknometrem polowym, albo za pomocą suszenia lub inną dostatecznie dokładną metodą. Z każdej próbki wykonuje się co najmniej dwa oznaczenia. Jako wynik przyjmuje się średnią arytmetyczną wyników oznaczeń.

Dopuszczalna tolerancja wynosi $\pm 1\%$ wilgotności oznaczanej wg 3.2.2.2 f).

3.5.7. Sprawdzenie wskaźnika zagęszczenia gruntu stabilizowanego należy przeprowadzać obok miejsc pobrania próbek mieszanki do kontroli wytrzymałości wg 3.5.2.

3.5.8. Sprawdzenie grubości warstwy stabilizowanej należy dokonywać w czasie jej mieszania i po zagęszczeniu w miejscach badania stopnia zagęszczenia.

3.5.9. Sprawdzenie wytrzymałości na ściskanie gruntu stabilizowanego. Wytrzymałość mieszanki cementowo-gruntowej należy sprawdzać na materiale pobranym z miejsca robót natychmiast po przemieszaniu (gruntu, cementu i wody).

Próbki w liczbie co najmniej 3 z każdej dziennej działki roboczej należy formować i przechowywać wg 3.2.2.3 i 3.2.2.4. Wytrzymałość próbek powinna spełniać warunki podane w 2.2.2.

Wytrzymałość próbek można sprawdzać również po 28 dniach wg kryterium podanego w 2.2.2 powiększając odpowiednio liczbę próbek z każdego miejsca o następane trzy sztuki i przechowując je zgodnie z 3.2.3.4.

W przypadku otrzymania wyników różniących się od wymagań 2.2.2 zaleca się sprawdzenie wytrzymałości gruntu stabilizowanego na próbkach wyciętych z podbudowy.

3.5.10. Sprawdzenie szerokości podbudowy należy wykonać przez pomiar co najmniej w trzech miejscach na każdym kilometrze.

3.5.11. Sprawdzenie równości podbudowy w przekroju podłużnym należy przeprowadzać zgodnie z 2.3.9:

a) w przypadku badań w czasie budowy - wrywkowo co najmniej w 10 miejscach na każdym hektometrze,

b) w przypadku badań odbiorczych - co najmniej raz na każdym kilometrze.

3.5.12. Sprawdzenie prawidłowości przekroju poprzecznego na prostej należy przeprowadzać zgodnie z 2.3.10:

a) w przypadku badań w czasie budowy - wrywkowo co najmniej w 10 miejscach na każdym hektometrze,

b) w przypadku badań odbiorczych - co najmniej w 5 dowolnie obranych miejscach na każdym kilometrze.

3.5.13. Sprawdzenie równości podbudowy w przekroju poprzecznym na łukach należy wykonać wg 2.3.11 co najmniej w trzech miejscach na każdym łuku.

3.5.14. Sprawdzenie technicznych dokumentów budowy. Przy odbiorze podbudowy należy zbadać następujące techniczne dokumenty budowy:

- a) projekt techniczny,
- b) dziennik budowy,
- c) protokoły badań laboratoryjnych,
- d) receptury robocze,
- e) wyniki badań próbek pobranych w czasie budowy,
- f) inne dokumenty dotyczące budowy.

3.5.15. Sprawdzenie grubości podbudowy należy przeprowadzać w przypadkach wątpliwych, na zlecenie Komisji Odbiorczej, co najmniej raz na każdym kilometrze lub w razie potrzeby częściej, wykonując po dwa otwory w przekroju poprzecznym w odległości nie mniejszej niż 0,5 m od krawędzi podbudowy.

3.5.16. Sprawdzenie jednolitości stabilizowanego gruntu polega na ocenie zabarwienia, wielkości ziarn i ogólnego wyglądu (braku większych nierówności, rys, spękań itp.). Ocenę należy przeprowadzić na podstawie oględzin.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE do BN-68/8933-08

BG PW
BN. 003241



4000000341596