

Produkty na bazie popiołów wysokowapiennych w budownictwie komunikacyjnym (I)

Utworzono: piątek, 12, listopad 2010 08:40 Waldemar Cyske, Tomasz Szczygielski



Norma PN-EN 14227-4 [1] wyróżnia 2

grupy popiołów lotnych. Są to popioły: krzemianowe (o właściwościach pucolanowych), wapienne (wapniowe) – o właściwościach hydraulicznych. Norma ta nie uwzględnia popiołów odprowadzanych hydraulicznie, które na skutek kontaktu z wodą utraciły swoje właściwości wiążące. Popioły odprowadzane spod elektrofiltrów w postaci suchego pyłu posiadają właściwości wiążące i mogą być stosowane jako samodzielne spoiwo lub jako dodatek do innych spoiw. Jest to związane z obecnością w popiołach aktywnych związków chemicznych, podobnych jakie występują w cemencie.

Co ciekawe popioły lotne mają podobny skład chemiczny jak popioły wulkaniczne, stosowane przez Rzymian do budowy dróg już w starożytności. Należy pamiętać, że popioły lotne mają inną charakterystykę wiązania i nie dają takich dużych wytrzymałości jak cementy, jednak mają wiele innych zalet:

- małe wytrzymałości skutkują małym skurczem hydratacyjnym i termicznym,
- możliwość stosowania do stabilizacji gruntów spoistych,
- możliwość stabilizacji gruntów przewilgoconych,
- możliwość stabilizacji gruntów o podwyższonej zawartości związków organicznych,
- podwyższenie wilgotności optymalnej gruntu,
- dodatek popiołu lotnego powoduje zmianę struktury gruntu, wzrost jego sztywności i w konsekwencji nośności,
- nie ma konieczności składowania UPS,
- oszczędność nowych materiałów budowlanych.

Możliwość stabilizacji gruntów spoistych jest szczególnie korzystna w przypadku stosowania popiołów w budownictwie komunikacyjnym. W podłożach dróg i kolei

Produkty na bazie popiołów wysokowapiennych w budownictwie komunikacyjnym (I)

Utworzono: piątek, 12, listopad 2010 08:40 Waldemar Cyske, Tomasz Szczypiński

zalegają zazwyczaj różnorodne grunty, w tym grunty spoiste, które często są zbyt wilgotne aby bezpośrednio mogły być użyte do budowy nasypów bądź stanowiły podłoże nasypu czy nawierzchni.

Lp.	Właściwości	Wymagania	Metody badania
1	Uziarnienie (przechodzi przez sito #): • 0,315 mm • 0,090 mm	≥ 95% ≥ 70%	PN-EN 196-6 paragraf 3
2	Stalność objętości, dla mieszanki 30% popiołów i 70% cementu wzorcowego	≤ 10 mm	PN-EN 196-3:2006
3	Reaktywność tlenku wapnia	≥ 5%	PN-EN 197-1
4	Zawartość wody	≤ 1%	

Prace nad zastosowaniem popiołów lotnych jako samodzielnego spoiwa drogowego prowadził profesor Jan Pachowski już w latach 60. ubiegłego stulecia [2]. Jego doświadczenia opublikowano w książce „Popioły lotne i ich zastosowanie w budownictwie drogowym”, która do dzisiaj stanowi biblię w tej dziedzinie wiedzy inżynierskiej.

Norma PN-EN 14227-4 podaje właściwości jakie powinny spełniać popioły lotne. Podano je w tablicy 1.

Co to jest stabilizacja spoiwem hydraulicznym?

Stabilizacja spoiwem hydraulicznym jest to proces technologiczny polegający na wymieszaniu gruntu ze spoiwem w obecności wody i niekiedy innych dodatków, mający na celu:

- osuszenie gruntu podłoża,
- podniesienie jego wilgotności optymalnej,
- doziarnienie gruntu,
- ułatwienie zagęszczenia gruntu,
- zmianę struktury gruntu,
- zwiększenie odporności na wpływy wody i mrozu,
- niekiedy uzyskanie wytrzymałości na ściskanie.

Złożenie tych czynników powoduje niekiedy kilkakrotny wzrost nośności w stosunku do właściwości pierwotnych. W stabilizacji gruntów istnieje zasada „im gorzej, tym lepiej”, którą należy rozumieć tak, że jeżeli mamy do czynienia z bardzo słabym gruntem, który jest jeszcze dodatkowo nawodniony, to dodatek popiołów lotnych spowoduje kilkukrotny wzrost nośności. Jeżeli natomiast mamy do czynienia z gruntem o średniej nośności, np. piaski gliniaste, to popioły lotne spowodują osuszenie podłoża, umożliwią jego zagęszczenie, a wzrost nośności może być niewielki. Samo umożliwienie właściwego zagęszczenia gruntu poprzez zmianę wilgotności naturalnej oraz wzrost wilgotności optymalnej daje niekiedy kilkakrotny wzrost nośności podłoża.

Chyba najważniejszą zaletą stabilizacji jest chemiczna zmiana struktury gruntu i związanie jego cząstek. Powoduje to uzyskanie sztywnej platformy roboczej,

Produkty na bazie popiołów wysokowapiennych w budownictwie komunikacyjnym (I)

Utworzono: piątek, 12, listopad 2010 08:40 Waldemar Cyske, Tomasz Szczygielski

stanowiącej fundament dla konstrukcji nawierzchni lub nasypu. Grunty spoiste po stabilizacji spoiwem hydraulicznym nie uzyskują dużych wytrzymałości, co jest w wielu przypadkach zaletą, ponieważ nie powstaje efekt „szyby ułożonej na plastycznym podłożu”. Uzyskiwane wytrzymałości są zazwyczaj mniejsze od 1 MPa, co pozwala płynnie przejść z plastycznego podłoża do sztywnych warstw konstrukcji nawierzchni.

Grunty do stabilizacji

Lp.	Właściwości	Wymagania	Metody badania
1	Uziarnienie, przechodzi przez sito # 0,002 mm	≤ 20%	PN-B-04481:1988
2	Granica płynności	≤ 40%	PN-B-04481:1988
3	Wskaźnik plastyczności	3 ÷ 20%	PN-B-04481:1988
4	Zawartość części organicznych	≤ 5%	PN-B-04481:1988
5	Zawartość siarki, w przeliczeniu na SO ₂	≤ 1%	PN-EN 1744-1:2000

Zazwyczaj przyjmuje się, że do stabilizacji spoiwem hydraulicznym nadają się grunty spoiste o właściwościach podanych w tablicy 2.

Analizując właściwości gruntów przydatnych do stabilizacji spoiwami popiołowymi można zauważyć, że stabilizowane mogą być wszystkie grunty spoiste poza glinami zwięzłymi i łąkami. Jednak należy pamiętać, że decydującym kryterium przydatności gruntu do stabilizacji są badania nośności przeprowadzone w terenie.

Z doświadczeń ostatnich lat wynika, że stabilizacji popiołami wapniowymi mogą podlegać wszystkie grunty spoiste z wyjątkiem lessów. Zmiana taka może być spowodowana nie poprzez zmianę właściwości wiążących samych popiołów, ale możliwościami technicznymi – obecnie dysponujemy sprzętem, który jest w stanie skutecznie wymieszać bardzo spoisty grunt ze spoiwem.

Stabilizacja spoiwem hydraulicznym stosowana jest niekiedy w przypadku występowania w podłożu piasków jednofrakcyjnych. Piaski takie mają prawie wszystkie ziarenka o podobnej wielkości. W związku z tym nie zachodzi w nich zjawisko klinowania i wypełniania wolnych przestrzeni pomiędzy większymi ziarnami poprzez ziarna mniejsze. Dodatkowo, jeżeli piaski takie są pochodzenia rzeczno-ich ziarenka mają kształt zbliżony do kul i w czasie zagęszczania zachowują się jak łożysko. W takiej sytuacji ich zagęszczenie klasycznymi metodami staje się praktycznie niemożliwe. Dodatek spoiwa hydraulicznego, o drobnym uziarnieniu, pełni w takiej sytuacji rolę głównie wypełniacza, doziarnienia drobną frakcją, co pozwala zagęścić grunty w normalnych warunkach niezagęszczane, a dodatkowo w niewielkim stopniu spoiwo to wiąże ziarna piasku, tworząc w miarę sztywną platformę roboczą.

dr inż. Waldemar Cyske
dr inż. Tomasz Szczygielski
Utex-Centrum, Warszawa