

MGR INŻ. PIOTR BĄBAŁA
Menard Polska

Metody wzmacniania podłoża pod fundamenty hal

Liczne techniki wzmocnienia podłoża gruntowego pozwalają na wyeliminowanie zjawiska nierównomierności osiadań fundamentów, co z kolei ma bezpośrednie przełożenie na możliwości optymalizacji konstrukcji.

Projektowanie posadowienia stóp fundamentowych czy posadzki coraz częściej uwzględnia znaczące siły oraz „ostre” kryteria osiadań.

W zależności od charakteru pracy należy określić, czy hala ma być posadowiona na podłożu mniej lub bardziej podatnym. W tym wypadku stosuje się szereg technologii umożliwiających osiągnięcie odpowiedniej sztywności wzmocnionego podłoża. Zarówno rozwiązania podatne, takie jak np. kolumny żwirowe SC, kolumny podatne MSC, jak i rozwiązania sztywne – przemieszczeniowe kolumny betonowe CMC – mają na celu ekonomiczne i efektywne, a zarazem bezpieczne posadowienie fundamentów konstrukcji hal na gruntach słabonośnych. Technologie wzmacniania podłoża w kontekście hal przemysłowych należy podzielić na dwie grupy: posadowienie fundamentów hal oraz wzmocnienie podłoża gruntowego pod posadzkami.

Szeroko stosowanymi technologiami wzmacniania podłoża gruntowego pod fundamentami są m.in. kolumny betonowe CMC oraz kolumny żwirowe SC.

Technologia	Typowy zasięg zastosowania technologii (do (m))	Grunty organiczne namuli torfy	Iły	Gliny	Pyl	Piaski, żwir	Antropogeniczne nasypy niebudowlane
Kolumny wymiany dynamicznej DR	6	nie stosowana	nie stosowana	nie stosowana	nie stosowana	stosowana	stosowana
Kolumny podatne MSC	6,5	może być stosowana z ograniczeniami	może być stosowana z ograniczeniami	może być stosowana z ograniczeniami	może być stosowana z ograniczeniami	stosowana	stosowana
Dynamiczna konsolidacja DC	7	nie stosowana	nie stosowana	nie stosowana	nie stosowana	stosowana	stosowana
Kolumny żwirowe SC	12	nie stosowana	nie stosowana	nie stosowana	nie stosowana	stosowana	stosowana
Kolumny cementowo-gruntowe DSM	12	nie stosowana	nie stosowana	nie stosowana	nie stosowana	stosowana	stosowana
Betonowe kolumny przemieszczeniowe CMC	24	nie stosowana	nie stosowana	nie stosowana	nie stosowana	stosowana	stosowana
Betonowe kolumny przemieszczeniowe z głowicą żwirową BMC	24	nie stosowana	nie stosowana	nie stosowana	nie stosowana	stosowana	stosowana

Legenda
■ nie stosowana ■ stosowana
■ może być stosowana z ograniczeniami ■ idealna dla danych warunków (grunt, konstrukcja)

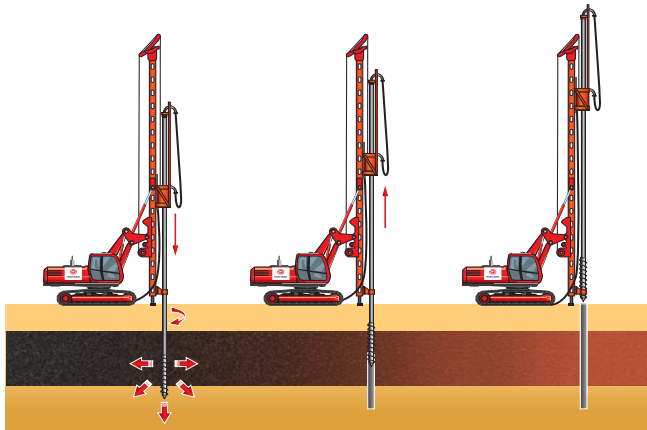
Tab.1. Tabela doboru technologii i jej długości wzmocnienia w zależności od panujących warunków geologicznych

Przy wzmocnianiu podłoża gruntowego pod posadzkami można spotkać technologie kolumn podanych MSC oraz metody wspomniane powyżej.

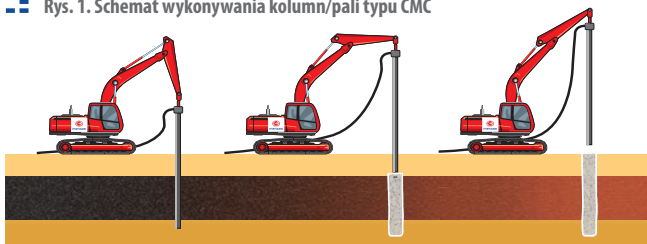
Technologia a warunki geologiczne

Dobór technologii wykorzystywanych do wzmocniania podłoża gruntowego jest zależny od rodzaju i stanu gruntów słabonośnych, wielkości przekazywanych obciążeń i warunku dopuszczalnych osiadań.

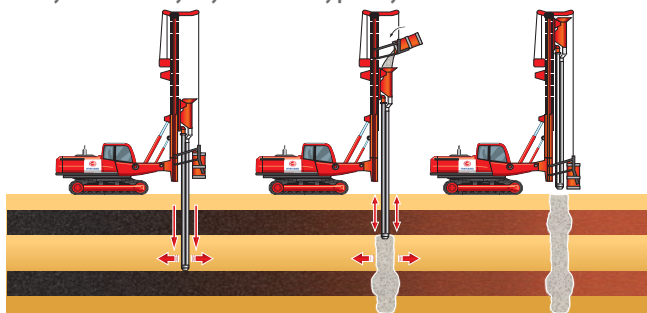
Jedną z najbardziej uniwersalnych metod wzmocniania podłoża, począwszy od gruntów spoiстых, jak miękkoplastyczne



Rys. 1. Schemat wykonywania kolumn/pali typu CMC



Rys. 2. Schemat wykonywania kolumny podatnych MSC



Rys. 3. Schemat wykonywania kolumny żwirowej z podawaniem kruszywa od góry

i płynne gliny, gruntów antropogenicznych, po grunty organiczne, jest metoda betonowych kolumn przemieszczeniowych typu CMC. Metoda ta doskonale sprawdza się pod płytami, rusztami oraz stopami fundamentowymi hal przemysłowych. Do wykonywania pali oraz kolumn CMC stosowany jest specjalnie zaprojektowany świder przemieszczeniowy, który rozpychając istniejący grunt, tworzy przestrzeń, w którą wtlacza się pod wysokim ciśnieniem mieszankę betonową.

Rozwinięciem tej technologii jest technologia BMC – betonowych kolumn przemieszczeniowych z poszerzoną głowicą żwirową. Technologia ta stosowana jest z powodzeniem przy wzmocnianiu podłoża pod posadzkami, cechując się mniejszym przeszywnieniem podparcia w porównaniu do typowych kolumn betonowych, jak również zmniejszeniem odległości pomiędzy podporami sprężystymi, ograniczając tym samym możliwość uszkodzeń w posadzce.

W gruntach charakteryzujących się niskimi parametrami odkształcenia o szkielecie mineralnym doskonale sprawdza się technologia kolumn żwirowych SC. Metoda ta polega na zagłębianiu wibroflota w gruncie niespoistym, co powoduje powstanie wolnej przestrzeni wypełnianej sukcesywnie kruszywem tworzącym kolumnę kamienną lub żwirową.

Jest to metoda podatnego wzmocnienia podłoża gruntowego, tak więc doskonale sprawdza się przy wzmocnieniu fundamentów hal oraz podłoża pod posadzkami. Technologia ta nie może być stosowana w gruntach organicznych o miąższości większej od średnicy typowej kolumny ($D = 0,6 \div 0,8$ m) i niedrenowanej wytrzymałości na ścinanie $C_u \leq 25$ kPa, co spowodowane jest możliwością rozplynięcia się kolumny w warstwie gruntów organicznych.

Technologia kolumn podatnych MSC ma bardzo szerokie i uzasadnione ekonomicznie zastosowanie w przypadku występowania warstw gruntów słabych o stopniu plastyczności $IL > 0,6$ i miąższości do 5 m, a podatny charakter kolumny stanowi dużą zaletę przy wzmocnieniu podłoża gruntowego pod posadzkami, eliminując zjawisko punktowego przeszywnienia. Wzmocnienie za pomocą ww. kolumn polega na utworzeniu w słabym podłożu inkluzji składającej się z trzonu o średnicy 0,15–0,25 m, cechującego się umiarkowaną sztywnością. Przy zastosowaniu podatnych kolumn MSC eliminuje się problem przebicia kolumny przez geomaterac, podłoża stabilizowane cementem lub posadzkę.

Ze względu na charakter pracy wzmocnienia w technologii MSC możliwa jest znaczna oszczędność zbrojenia płyty posadzkowej.

Wzmocnienie a konstrukcja

Zestawienie proponowanych technik wzmocnienia podłoża w zależności od możliwości stosowania w różnych gruntach z podaniem typowego zasięgu przedstawiono w tab.1.

Odpowiedni dobór metody wzmocnienia, zarówno pod fundamenty, jak i posadzki hal przemysłowych, jest jednym z głównych czynników poprawnej pracy konstrukcji. Jednym z elementów determinujących optymalny dobór technik wzmocnienia jest pełne rozpoznanie podłoża gruntowego, które możliwe jest po wykonaniu szczegółowych badań geologicznych. Zapewnienie równomierności osiadań, pozwala na ograniczenie uszkodzeń bądź awarii obiektu podczas eksploatacji oraz redukcję kosztów związanych z jej użytkowaniem. □