

5. Pale betonowe.

Rozpatrzone dotychczas rodzaje pali mają następujące wspólne cechy:

a/ wszystkie one - tak drewniane, żelazne jak żelazobetonowe dostają się do miejsca, w którym mają być wbite, w stanie zupełnie gotowym. Jeżeli pale drewniane podlegają pewnej obróbce przed wbijaniem, to robota ta musi być wykonana przed podstawieniem pala pod taran / babę /. Jeżeli zaś pale żelazobetonowe wykonywać należy w pobliżu miejsca, gdzie mają być wbite, to jednak pod taran / babę / idą już w stanie gotowym.

b/ wszystkie te pale zapuszczone bywają w całości, czy to wyłącznie przy pomocy oddziaływania mechanicznego - czyli uderzeniami tarana / baby /, czy też z zastosowaniem prądu wódy, który tylko stanowi ukatwienie przy zapuszczaniu.

Kategoria pali, o której będzie mowa dalej, tem się różni od poprzednich, że pala nie dostarczamy w stanie gotowym tam, gdzie on ma być zapuszczony, a wykonujemy go właśnie n a m i e j s c u, czy to całkowicie, czy też częściowo. Do tej kategorii należą wyłącznie pale betonowe. Mogą one nawet z różnych względów otrzymać uzbrojenie żelazne, jednak nie należy ich z tego powodu zaliczać do kategorii pali żelazo-

betonowych, które rozpatrzone były poprzednio. Ze względu na swój znaczny ciężar jak i na charakter materiału, z którego je robimy, pale betonowe nie mogłyby być dostarczane w stanie gotowym do miejsca zapuszczania. Dostarczamy tylko ich składowe części - a więc cement, kruszywo, wodę i w razie potrzeby uzbrojenie, a sam trzon pala wykonywamy na miejscu zapuszczania. Dlatego też nazywamy je palami miejscowymi / według niemieckiej nomenklatury - Ortpfähle / lub umiejscowionymi. Ponieważ jednak nazwa taka po polsku zbyt mało określa, możeby je lepiej nazywać palami nabijanymi dla odróżnienia od wbijanych, gdyż we wszystkich rodzajach tych pali beton nabijamy do otworu wykonanego w ziemi, w ten lub inny sposób.

A. Pale Simplex.

Zasada wykonania: rurę żelazną lub stalową o średnicy około 40 cm. i grubości ścian 20 mm., mającą w dolnym końcu odpowiednie ostrze, wbijamy w grunt uderzeniami tarana. Po wbiciu rury do wymaganej głębokości wprowadzamy do jej wnętrza szereg dawek betonu, który następnie kolejno ubijamy w niej, podciągając rurę oraz bacząc, by warstwa betonu w niej nie była mniejsza niż 20 cm. Postępujemy tak aż do całkowitego

wyciągnięcia rury.

Wobec tego, że rura zostaje wtłoczona do gruntu, tenże podlega uszczelnieniu zupełnie tak samo, jak to się dzieje przy wbijaniu pali. Następnie ubijanie betonu w rurze wypycha z niej beton i dodatkowo uszczelnia grunt, wytwarzając w palu zgrubienia, zależne od zwartości warstw gruntu.

Rura, używana do pali Simplex ma w górnym końcu zewnętrzną obręczkę / rys. 238 /, mającą na celu wzmocnienie w tym końcu brzegu rury, który otrzymuje uderzenia tarana / baby /. W dole rura posiada specjalną końcówkę, mającą zewnętrzną średnicę nieco większą od średnicy rury. Końcówka ta składa się z krótkiego odcinka cylindrycznego i z umocowanych do niego na zawiasach dwóch zazębionych szczęk, tworzących czelusć, zwaną aligatorem / rys. 239-b /. Szczęki te zamknięte tworzą ostrze rury, otwarte zaś stanowią jej cylindryczne przedłużenie.

Przed rozpoczęciem wbijania należy szczęki zamknąć przy pomocy stożkowatej zatyczki. Zatyczkę wyjmujemy, skoro aligator nieco zagłębi się w grunt, dzięki czemu rozewrzeć się już nie może. Szczęki aligatora przytwierdzone są do końcówki specjalnymi obręczami, które pracują jak sprężyny. W czasie wbijania

pala są one ściśnięte z jednej strony parciem rury z drugiej zaś odporem gruntu. Gdy po zakończeniu wbijania podciągniemy nieco rurę do góry, odpór gruntu przestaje działać, sprężyny zaś ułatwiają rozwieranie się szczęk.

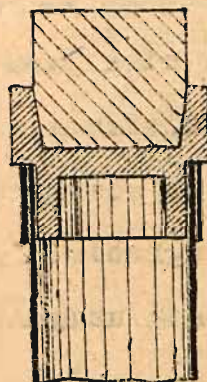
Opisane tu zawiąsy i szczęki stanowią słabe miejsce pali Simplex, gdyż łatwo ulegają zepsuciu, szczególnie zaś osie, na których obracają się szczęki. Okazało się to między innymi w czasie budowy mostów na kolei dawnej Terespolskiej, gdzie też aligatory odrzucone i zaopatrywano końce rur w ostrza żeliwne. Ostrza te po zakończeniu wbijania rury pozostają w ziemi i dlatego pale, wykonane przy ich pomocy, nazywają się palami ze zgubionem ostrzem.

Ostrza bywają żeliwne, stalowe, betonowe i żelazobetonowe. Górną, węższą częścią wstawiamy je do rury, dolna zaś, tworząca uskok, służy za oparcie dla rury.

Wbijanie rury w grunt odbywa się przy pomocy tarana / baby / o ciężarze od 1500 do 2000 kg. przy spadzie od 1 do 2 m. Z początku wbijania, 1 od 3 do 4 m. przy końcu. Dla zabezpieczenia górnej części rury przed niszczącym działaniem tak silnych uderzeń nakładamy na nią kaptur stalowy, w którym tkwi kloce

z twardego drzewa, grający rolę zderzaka, który oddziałuje miażdżące działanie tarana / baby /.

Po zakończeniu wbijania rury, podciągamy ją do góry i wprowadzamy do niej beton przy pomocy wiaderka z ruchomym dnem / rys. 245 - a/. Beton w rurze



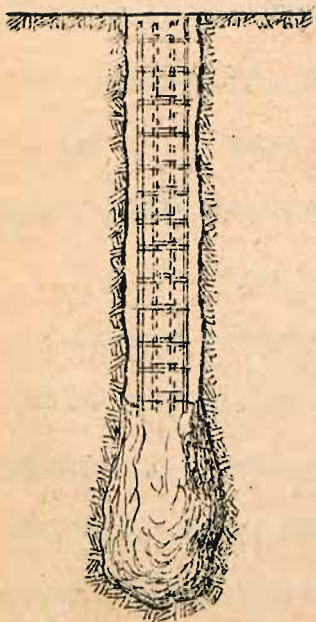
ubijamy tarankiem - ubijakiem o wadze 300 kg. / rys. 238 /. W miarę ubijania podciągamy stale rurę do góry, dodając nowe dawki betonu, który pod działaniem taranka wysuwa się z dolnego końca rury, wypełnia przestrzeń, wytworzoną przy wbijaniu rury, a przy odpowiednim ubijaniu rozszerza tę przestrzeń i tworzy trzon pala / rys. 238 /.

Zaletą pali Simplex jest uszczelnienie gruntu, otrzymywane tak przez wbijanie rury, jak przez utłaczanie betonu. Połączenie betonu z gruntem otrzymuje się doskonałe. Skłąb stroną ich, prócz opisanych poprzednio szczęk, jest nieodzowność stosowania bardzo mocnych kufarów, wytrzymałych na duże obciążenia. Ma to szczególne znaczenie przy wbijaniu rury ciężkim taranem oraz przy wyciąganiu jej z ziemi, do czego potrzebna jest zazwyczaj praca dwóch mocnych

dźwigarek.

Odkopane po wykonaniu pale Simplex wykazały, że beton w nich jest dobrze ubity, nie wykazuje dążności do dzielenia się na warstwy. Dolna część pala jest zazwyczaj rozszerzona / rys. 239 - a /, reszta ma szereg zgrubień, zależnych od zwartości gruntu oraz od stopnia ubijania betonu.

Betonowanie w gruntach bezwodnych odbywa się bez trudności. W gruntach wodonośnych zachodzi jednak po-



ważna obawa, by napór wody nie przebił znajdującej się w rurze - warstwy betonu, uniemożliwiając tym betonowanie na sucho. Baczyc - tedy należy, by w dole rury był stale dostatecznej wysokości dobrze ubity korek z betonu, zapobiegający przenikaniu wody, co jednak nie zawsze się udaje.

Pale Simplex mało są odporne na działanie sił poziomych. Dla wzmocnienia mogą otrzymać uzbrojenie żelazne. W tym celu betonujemy początkowo podstawę pala / rys. 239 - a /, poczem wsuwamy do rury związane na powierzchni ziemi uzbrojenie w kształcie

pochwy, a betonowanie prowadzimy nadal wewnątrz tej pochwy, ubijając ten staranniejszy beton, by pręty uzbrojenia były nim całkowicie otoczone. Oczywiście uzbrojenie w tym wypadku może się składać jedynie z prętów podłużnych i okalających je strzemion poprzecznych. Żadnych krzyżowych połączeń między prętami być nie może, nie pozwalałyby bowiem tarankowi ubić betonu.

Długość pali Simplex dochodzi do 13 m. Nośność -
- do 100 tn.

B. Słupy Straussa.

Zasada wykonania: pod ochroną rury żelaznej lub stalowej wiercimy w ziemi otwór sposobem wiertniczym, to znaczy usuwając grunt. Po zapuszczeniu rury na wymaganą głębokość wykonujemy betonowanie słupa w taki sam sposób, jak w palach Simplex, czyli wprowadzając do rury beton wiaderkiem o ruchomym dnie / rys. 245-a / i ubijając tarankiem o wadze 200 kg. / rys. 245-b /.

Tu należy się wyjaśnienie, dlaczego mówimy "słupy" Straussa, a nie "pale". Cechą, charakteryzującą pal, jest uszczelnianie przezeń, otaczającego gruntu. Takiego uszczelnienia system Straussa nie daje, bowiem otworu dla słupa nie wybijamy w gruncie, jak to ma miejsce z palami Simplex, lecz wywiercamy czyli

otrzymujemy otwór przez usunięcie gruntu. Grunt w tym systemie w czasie zapuszczania rury nie tylko się nie uszczelnia, lecz czasami traci na zwartości, gdyż przy wierceniu usuwamy częstokroć objętość ziemi większą od objętości zapuszczonej rury. Pewne uszczelnienie gruntu daje wprowadzić dobre ubijanie betonu, lecz mała waga taranka / 200 kg. / stoi temu poniekąd na przeszkodzie. Dzięki tym wszystkim czynnikom uszczelnianie gruntu bywa znacznie mniejsze niż w palach Simplex.

Ponieważ betonowanie skupów odbywa się w przeszerzeni, z której grunt został usunięty, przeto skupy rzadko zachowują średnicę, nadawaną im przez rurę ochronną, i otrzymują zgrubienia tem większe im warstwa gruntu jest słabsza. O ile pale Simplex zachowują mniej więcej kształt cylindryczny, wykazując nieznaczne wahania w grubości / rys. 238 i 239-a /, o tyle skupy Straussa odbiegają zazwyczaj znacznie od tego kształtu / rys. 247 / dzięki zgrubieniom, których wahania dochodzą do 75% w tego samego rodzaju warstwach. Zgrubienia te i nierówności, o ile nie są zbyt wydłużone, stanowią jedną z zalet skupów Straussa, zwiększając ich nośność. Jednak dzięki

maiejszemu uszczelnianiu gruntu i słabszemu połączeniu z nim pala nośność ta jest prawie czterokrotnie mniejsza niż u pali Simplex.

Zaletą słupów Straussa jest również ogromna prostota wykonania. Do zapuszczania rur nie wymagają one kufarów, wystarcza zwykły trójnóg do płytkich wierceń i ręczna dźwigarka / rys. 244 /. To samo dotyczy ubijania betonu w rurach. Ma to szczególne znaczenie tam, gdzie brak miejsca nie pozwala na ustawienie wieży kufarowej. Mogą więc one być zapuszczane w piwnicach, a nawet w kezonach.

Drugą zaletą ich jest możność zapuszczania bez wstrząsów, co pozwala na stosowanie tych słupów w blizkiem sąsiedztwie budowli nawet w tych wypadkach, gdy się one obawiają wstrząśnień.

Wreszcie ten rodzaj słupów daje się stosować w tych wypadkach, gdy trzeba przebić warstwy kamienne, pozostałości dawnych murów, zwałów drzewa i t.p., gdyż wiertniczy sposób zapuszczania rur na to pozwala. Tego nie można powiedzieć o wszystkich rodzajach pali, które albo wcale nie mogą przewyciężyć tego rodzaju przeszkód, albo przychodzi to im z wielką trudnością.

Natomiast wadą skupów Straussa, prócz omówionego poprzednio słabego uszczelnienia gruntu, jest ich mała przydatność w gruntach wodonośnych i płynnych. Tak samo jak przy palach Simplex należy baczyć, by na dnie rury była conajmniej 25-cio centymetrowa warstwa betonu, przyczem beton ten powinien być możliwie szczelnie ubity i stanowić rodzaj korka, zabezpieczającego przed przenikaniem wody do rury.

Nie zawsze się to jednak udaje. Wtedy należy betonowanie wykonywać pod wodą stojącą w rurze. W tym wypadku wiaderko z betonem / rys. 245 - a / powinno zawierać mieszaninę możliwie jaknajsuchszą i otwierać się pod wodą tuż nad betonem, znajdującym się w rurze. Ubijanie zaś nie powinno być bezpośrednie, bowiem ruch taranka, wywołując wiry i ruch wody, będzie wypłókiwał cement z betonu. Ubijać beton należy przy pomocy specjalnego pachołka, opierającego się dołem na betonie, górą zaś wystającego ponad wodę i przekazującego uderzenia taranka, co naturalnie znacznie zmniejsza efekt uderzeń.

Takie betonowanie nie zabezpiecza jednak w zupełności przed powstawaniem w skupie warstw, niezwiązanych ze sobą, a to w tych wypadkach, gdy woda,

która się przedostaje do rury, zawiera znaczne ilości mułu. Muł ten, osiadając na poszczególnych warstwach betonu, przedziela je. Zdarzają się też wypadki podziału pala na warstwy, zupełnie oddzielone od siebie ziemią, lub też wypadki zwężenia się pala do przekroju, mniejszego od przekroju rury. Wypadki te zachodzić mogą, jeżeli korek betonowy zostanie całkowicie wypchnięty z rury lub też, gdy korek ten jest tak mocno ubity, że tarcie pomiędzy nim a wewnętrzną powierzchnią rury jest większe od spoiwości świeżego betonu. Wtedy korek, zamiast opuścić się w czasie podciągania rury, podnosi się wraz z nią, przerywając tem samem ciągłość skupa.

To też skupy Straussa są mało odporne na działanie sił poziomych. Wzmocnienie uzbrojeniem, wykonane tak samo, jak dla pali Siplex, niezbyt się udaje, gdyż pręty się wyginają na boki, hamują wyjście i wtłoczenie betonu w grunt, a prócz tego nie dają się należycie powiązać.

Dla uniknięcia tego ś.p. inż. Olszewski zastosował w charakterze uzbrojenia siatkę jednolitą ciągnioną, czyli t.zw. Ledóchowskiego / métal déployé/.

Sposób inż. Olszewskiego polega na wprowadzeniu

do rury, zapuszczonej dla wykonania skupa Straussa, pochwy z takiej siatki / rys. 246- a / i na betonowaniu skupa w tej pochwie. Ten sposób uzbrojenia lepiej utrzymuje beton i do pewnego stopnia zabezpiecza przed powstawaniem przerw w betonie, lecz jednocześnie przeszkadza wychodzeniu betonu nazewnątrz poza siatkę, przez co jeszcze wydatniej zmniejsza możliwość uszczelnienia gruntu, otaczającego pal. Pozatem system ten daje małe wykorzystanie metalu.

Stosowany on był przy wykonaniu pali pod boczne-
mi murami tunelu i pod murami oporowemi wykopu na
linji Średnicowej w Warszawie. Tegoż typu pale uży-
te zostały przy posadowieniu wjaduktu pod ul. Żelaz-
ną przy al. Jerozolimskiej.

C. Pale Raymonda.

Jeżeli porównamy nośność pali cylindrycznych i
pali stożkowatych, przy jednakowej ich długości i
przeciętnej dla stożkowatych średnicy, to stożkowate
wykażą nośność większą. Dzieje się to dlatego, że pal
cylindryczny utrzymuje się oporem tarcia o grunt,
równomiernym na całej długości pala, oraz odporem
gruntu w granicach ostrza. Na pal zaś stożkowaty dzia-
ła odpór gruntu nie tylko przy ostrzu ale i wzdłuż

całej powierzchni bocznej pala, przyczem opór tarcia jest większy niż w palach cylindrycznych. Teoretyczne te przypuszczenia potwierdza praktyka w zupełności.

Do pali stożkowatych należy zaliczyć pale systemu Raymonda.

Zasada wykonania: wbijamy w grunt rdzeń stożkowaty w pochwie blaszanej. Po osiągnięciu wymaganej głębokości rdzeń usuwamy, pochwę zaś pozostawiamy w otworze, powstałym w gruncie, poczem nabijamy ją betonem.

Pochwę, wykonujemy z blachy żelaznej o grubości 1 mm. dla gruntów zwartych, a o grubości mniejszej, dochodzącej do 0,25 mm. w gruntach słabszych. Pochwa przylega ściśle do rdzenia.

Metalowy rdzeń składa się z dwóch lub trzech części, które są tak połączone ze sobą, że w trakcie wbijania mogą być rozsunięte. Dzięki temu przylegają one szczelnie do pochwy i naprężają ją, a zaś po wbiciu pochwy mogą być zbliżone do siebie, przez co odstają od niej i mogą być usunięte.

Dwa zasadnicze typy rdzenia widzimy na rys. 241 i 242.

Fundamentowanie Nr. 242.

arkusz 12.

Na rys. 241 - rdzeń składa się z dwóch części i z klucza, znajdującego się między nimi. Klucz jest to drąg o klinowatych zgrubieniach, które wcho-
dzą w klinowate również zagłębienia połówek rdzenia. W zależności od położenia klucza połówki te rozsuwa-
ją się lub zbliżają. Ponieważ ostrze klinowatych zgrubień skierowane jest ku dołowi, więc dolne po-
łożenie klucza rozsuwa połówki rdzenia, górne zaś pozwala im się zbliżyć.

Na rys. 242 - widzimy rdzeń złożony również z dwóch części. Jedna z nich - dłuższa - zakończona jest w dole ostrzem, druga zaś - krótsza - połączo-
na jest z pierwszą listewkami. Listewki te mogą się obracać naksztakt zawiasów koło osi, którymi się łą-
czą z obydwoma częściami rdzenia. Takie połączenie pozwala jednej części rdzenia przesunąć się wzdłuż drugiej. Przy poziomym położeniu listewek części rdzenia rozsuwają się i przylegają do pochwy. W tem położeniu obydwa ich górne końce znajdują się na jednym poziomie.

Gdy się krótsza część rdzenia przesunie wzdłuż części dłuższej, górny jej koniec podniesie się, a obie one zbliżą się do siebie, wtedy przestają przy-

legać do pochwy i mogą być z niej usunięte.

Do wbijania rdzenia dla pali Raymonda używamy tarana / baby / o wadze od 1000 do 1200 kg. Nabijanie betonu - robimy ręcznymi ubijakami. Rdzeń po wbiciu usuwamy z pochwy przy pomocy lin lub łańcuchów.

Do zalet pali Raymonda należy zaliczyć uszczelnianie gruntu przy wbijaniu rdzenia, większą nośność, którą zawdzięczają stożkowatej formie, oraz obecność pochwy. Dzięki niej pale te nie boją się wody betonowanie ich jest zupełnie proste, wreszcie pochwa zabezpiecza beton przed kwasami humusowymi, nadają się więc do gruntów torfiastych.

Lecz ta sama pochwa stanowi również poważną wadę tych pali, gdyż dzięki jej gładkiej powierzchni tarcie między nią a gruntem jest znacznie mniejsze niż w innych betonowych palach.

Z drugiej jednak strony, taki pal betonowy w powłoce metalowej jest bardziej wytrzymały na ściskanie i odporny na zginanie tak jak żelazobeton uzwojony.

Pale Raymonda wykonywamy o rozmaitej zbieżności:
/ stożkowatości / :
przy długości 6 m. średnice: górna 51 cm: dolna 15cm.

przy dłużej 7.90 do 9 m. średn. górna 51 cm. dolna 20 cm.

" " 10.5 " 12 m. " " 45 " " 20 cm.

Nośność do 45 tn.

D. Pale Sterna.

Zasada wykonania: wbijamy w grunt rdzeń stożkowaty w pochwie z blachy żelaznej. Po osiągnięciu wymaganej głębokości rdzeń usuwamy; pochwę zaś pozostawiamy w gruncie i nabijamy betonem.

Jak widać zasada jest identyczna z zasadą pali Raymonda. Różnica polega na tem, że zamiast składanego z kilku części metalowego rdzenia stosujemy pełny drewniany, najczęściej dębowy, zaopatrzony w dolnym końcu w ostrze żeliwne. Rdzeń ten ma na dolnym obwodzie powyżej żeliwnego grota pierścieniowaty występ 3 cm. szeroki / rys. 243 /. Występ ten, wzmoconiony skówką, zaczepia o wygiętą do wewnątrz pochwę i pociąga ją za sobą w czasie wbijania. Ponieważ pochwa, stanowiąca zewnętrzną powłokę, nie otacza ostrza, jest to drugą zasadniczą różnicą z palami Raymonda, których powłoka nie ma na dole otworu i jest całkowicie wodoszczelna.

Stosowana najczęściej długość pali Sterna wynosi od 2 do 3 m., najwyżej zaś do 4 m. Średnica u