

zabezpieczenia ich przed zniszczeniem w gruntach piaszczystych i drobno-żwirowatych.

By pale mogły przewycięzać przeszkody w postaci cienkich korzeni, warstw gruzu, torfu i t.p. ostrzu nadajemy zakończenie płaskie, równe $1/5$ do $1/3$ grubości pala i na tak przytępione ostrze nakładamy trzewik / grot /, wykonany z blachy kotłowej. Trzewik / grot / taki umocowujemy do pala przy pomocy wąsów, wbitemi w nie kutymi gwoździami. / rys. 219-b i 224-c /.

Pale ścian szczelnych wbijamy zazwyczaj parami, łącząc je klamrami / rys. 224-b / lub, co jest zresztą lepsze, kołkami drewnianymi / rys. 224-a /. Takie połączenia nie zabezpieczają jednak dostatecznie głowic pali od działania uderzeń tarana. Dla osiągnięcia takiego zabezpieczenia nadajemy górnej części pala kształt w przekroju prostokątny i nakładamy nań takiegoż kształtu pierścień. I w tym wypadku łączymy zazwyczaj dwa pale razem / rys. 224-c /.

3. Pale żelazne.

Jak już było powiedziane poprzednio, pale drewniane nadają się tylko tam, gdzie mogą być stale pod

wodą. Bez wody murszeją. Z drugiej strony podlegają uszkodzeniu przez robactwo morskie, ulegają miażdżeniu od uderzeń tarana i t.p. Wszystkie te wady wywołały stosowanie w odpowiednich warunkach pali żelaznych. Większego rozpowszechnienia one nie znalazły ze względu na wysoki koszt. Pozatem są one za wiotkie przez co narażone są na wyboczenie. Najprostszym typem będzie dwuteówka albo kątownik. Lepsze są konstrukcje bardziej skomplikowane. A więc - cztery znitowane ze sobą w kształcie krzyża kątowniki / rys. 220 / albo cztery znitowane również ze sobą kształtowniki t.zw. słupowniki, tworzące pal okrągły, sztywny, wewnątrz pusty, o średnicy do 30 cm. O ile typy poprzednie łatwo przenikają w grunt, o tyle wbijanie takiego okrągłego pala byłoby utrudnione, gdyż prócz tarcia zewnętrznej jego powierzchni o grunt trzeba byłoby przezwycieźć tarcie walca gruntu, przenikającego do wnętrza pala. Dla uniknięcia tego przy palach ze słupowników stosujemy trzewiki / groty /. Trzewik / grot / stanowi odlew stalowy / rys. 223 /, zaosttrzony ku dołowi, o ostrzu, równem 1,5 średnicy pala, mający w górnej części uskok, o który opierają

się ścianki pala. Przy małych średnicach odlew trzewika / grotu / bywa pełny, przy większych wymiarach od góry wydrążony. Dla dużych średnic odlew bywa obrączkowy t.j. z otworem w środku. Grunt, przenikający do wnętrza pala przez ten otwór, nie wywiera już tak znacznego tarcia, by mogło ono utrudniać wbijanie, bowiem średnica otworu w trzewiku / grocie / mniejsza jest znacznie od wewnętrznej średnicy pala. Dla przekazywania uderzeń tarana nakładamy na taki pal czapę z odlewu stalowego / rys. 223 /. Ponieważ od uderzeń tarana nitowanie mogłoby być uszkodzone, górne części nitowanych pali łączymy na śruby, a nie na nity.

W Szwajcarji przy budowie mostów drogowych, gdzie trzeba było wbijać pale w grunty żwirowate i w pokłady z otoczków, stosowano pale, wskazane na rys. 222-a i 222-b. Pierwszy typ składał się z dwóch dwuteówek i dwóch kątowników, drugi zaś z pięciu dwuteówek. Wbijano każdą część składową takiego pala oddzielnie, a przestrzeń między niemi zapełniano betonem. Betonem również mogą być zapeł-

Fundamentowanie Nr. 242. arkusz 10.

niane pale ze skupowników, wskazane na rys. 221, po usunięciu z nich ziemi.

Prócz nośnych pali żelaznych, wyrabiane są również żelazne elementy do ścian szczelnych. Wspominamy tu o nich tylko ogólnikowo, gdyż szczegółowo omówione zostaną w rozdziale o grodzach.

4. Pale żelazobetonowe.

W końcu ubiegłego stulecia weszły w użycie pierwsze pale żelazobetonowe. Pierwszym, który wpadł na myśl zastosowania żelazobetonu do wytwarzania pali, był Hennebique. Od tego czasu opracowano szereg zasadniczych typów, których ilość dochodzi do 10-ciu. Odmian znamy ponad 70. Z pośród typów rozpatrzymy tylko najbardziej charakterystyczne i najczęściej używane.

A. Pale Hennebique'a.

Pale te mają kształt równoległoboku o przekroju kwadratowym i prostokątnym, przy ściętych nieco bocznych krawędziach. Dolny koniec ma zaostrenie w kształcie ostrosłupa. Koniec górny jest płaski. Grubość waha się od 25 do 50 cm. w zależności od długości pala, która dochodzi do 25 m. Uzbroje-

nie stanowią cztery pręty podłużne, biegnące wzdłuż ściętych krawędzi pala w narożach przekroju. W górnej części pręty zaginają się hakowato do środka. W dolnej części odginają się one nieco ku środkowi i biegną wzdłuż krawędzi ostrosłupa.

Uzbrojenie poprzeczne stanowią strzemiona, okalające pręty i druty, łączące naprzemian dwa po przekątnej położone pręty.

Uzbrojenie podłużne zabezpiecza pal przed wyboczeniem w czasie wbijania oraz przed zgięciem w czasie przenoszenia z miejsca na miejsce. Poprzeczne uzbrojenie ma na celu połączenie podłużnych prętów w jedną całość z betonową masą pala oraz przeciwdziała odginaniu się prętów nazewnątrz, co mogłoby wywołać odszczepianie się zewnętrznej okalającej warstwy betonu. Tam gdzie pal jest bardziej narażony na działanie uderzeń, czyli przy obydwóch jego końcach poprzeczne uzbrojenie dajemy gęściej niż w reszcie pala. Podłużne pręty powinny mieć w dole mocne połączenie z ostrzem pala.

Pierwotny typ pala Hennebique a miał nieco



inne uzbrojenie. Pręty podłużne kończyły się u górnej powierzchni pala, gdzie były ucięte równo, w dolnej zaś części odgięte były ku środkowi i przenikały w zaostroszoną część pala, którą zabezpieczał przed uszkodzeniami od ostrzejszych ziarn żwiru i kamieni trzewik pochwa z blachy kotłowej / rys. 227 i 234 /. Poprzeczne uzbrojenie składało się ze skrzyżowanych drutów, łączących pręty podłużne. Strzemiona te łączyły pręty albo po obwodzie / rys. 227 i 230 / albo po przekątnej przekroju pala / rys. 234/.

Na rys. 227 - ostrze pala zabezpiecza trzewik pochwa z

blachy, a pręty podłużne przenikają w ostrze; na rys. 234 - pręty podłużne kończą się tam, gdzie

się zaczyna zaostrzenie pała, a trzewik pochwa, otaczająca ostrze, łączy się z pałem czterema wąsami - płaskownikami, odgiętymi w górze ku środkowi pała. Pochwa z blachy niedostatecznie zabezpiecza ostrze pała przed uszkodzeniami, co też doprowadziło konstruktorów na myśl zaopatrywania ostrzy w trzewiki /groty/ na podobieństwo pali drewnianych.

Jeden z takich trzewików / grotów /, wykonany z żelaza kutego, widzimy na rys. 230. Otacza on ze wszystkich stron część ostrza pała, a dla lepszego związania z nim zaopatrzony jest w rozdwojony wąs. Pręty podłużne uzbrojenia, zagięte hakowato, kończą się w połowie długości owego wąsa. Znacznie lepszy typ trzewika / grota / przedstawia rys. 231. Jest to typ, opracowany przez inż. Züblina. Trzewik / grot / stanowi odlew żeliwny lub stalowy, wydrążony w środku. W wydrążeniu tem kończą się pręty podłużnego uzbrojenia. Dla lepszego połączenia z prętami wydrążenie ma w przekroju klinowate zwężenie, do którego końce prętów uzbrojenia dociska stożkowaty pręt środkowy - o mniejszej średnicy - przechodzący przez trzewik / grot / i stanowiący

jego przedłużenie. Dla lepszego związania trze-

wika / grota / z masą pala przypawamy niekiedy doń z boku grota wąsy z płaskowników, które biegną wzdłuż bocznych płaszczyzn pala i zagiętymi końcami przenikają w beton.



B. Pale Züblina.

Kształt pala - graniastosłup o przekroju pięcio lub sześć - kątnym. Uzbrojenie podłużne - jak w palach Hennebique'a z prętów, umieszczonych w rogach wieloboku przekroju. Uzbrojenie poprzeczne - drutami skręconymi, łączącymi podłużne pręty przez jeden. Strzemion, okalających pręty podłużne, niema. Uzbrojenie poprzeczne - ułożone gęściej w końcach pala rza-

dziej w środku. Trzewik / grot / - typu Züblina, - opisany poprzednio. Taki był pierwotny typ pali inż. Züblina.

Z czasem uległ on wielu przekształceniom głównie z tego powodu, że inż. Züblin stał się wielkim zwolennikiem zapuszczania pali przy pomocy wody. Zapuszczanie takie odbywa się w sposób następujący: Do pala, czy do szpuntpala umocowujemy z dwóch stron dwie żelazne rurki przy pomocy skówek i klamer. Rurki dolnymi końcami sięgają ostrza pala / rys. 232-a i b /, a górne końce ich połączone są giętkimi węzami z pompą, tłoczącą wodę. Woda wyciekająca pod ciśnieniem 5-6 atmosfer z dolnych końców rurek, rozluźnia grunt wokoło ostrza, dzięki czemu do zapuszczenia pala potrzebujemy mniej silnych uderzeń tarana / baby / a i taran / baba / może być lżejszy. Nadaje się jednak ten sposób tylko dla gruntów piaszczystych, w których woda może wywołać rozluźnienie gruntu. Dla gruntów gliniastych sposób ten jest nieodpowiedni. Wielokrotne badania wskazały, że nośność pali w gruncie piaszczystym będzie po pewnym przeciągu czasu prawie taka sama dla pala, wbitego w grunt, jak dla pala, zapuszczonego

przy pomocy prądu wody. W każdym razie przy końcu zapuszczania należy pał dobić uderzeniami tarana / baby /.

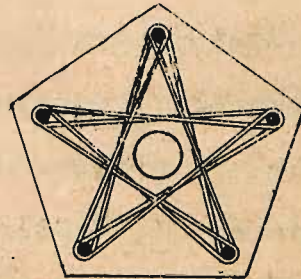
Züblin twierdzi, że do zapuszczania swoich żelazobetonowych pał używa tarana / baby / o wadze 1500 kg., zamiast potrzebnych 5000 kg. /do zapuszczania wyłącznie mechanicznego/. Ciśnienie wody wynosi 5 do 6 atm. Do zapuszczania jednak nie używa bocznych rurek, którychby się nie dało umocować do żelazobetonowego pała przy pomocy skówek lub klamer. W jego pałach jedna rura o średnicy 50 do 55 mm. przechodzi w samym pału od góry do dołu / rys. 232-c / i kończy się w dole specjalnem ostrzem, którego przekrój widzimy na rys. 233. Ostrze to z odlewu stalowego ma w środku kuliste wydrążenie o średnicy kilkakrotnie większej od średnicy rury, doprowadzającej doń wodę. Z tej środkowej komory prowadzą razewnątrz ostrza 3 do 5-ciu przewodów bocznych o lekkim nachyleniu ku górze. Znaczenie środkowej komory polega na tem, że zapobiega ona obniżaniu się ciśnienia wody przy przejściu ze środkowej rury tłoczącej do przewodów bocznych. Kierunek tych przewodów zabezpiecza je przed zapełnie-

nieniem gruntu w czasie pogrążania.

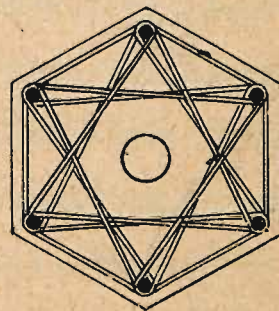
W górnej części rura, tłocząca wodę, wychodzi nazewnątrz z boku pala i tu łączy się z węzłem doprowadzającym wodę / rys 232-c / . Jak widać taki sposób połączenia nie przeszkadza stosowaniu uderzeń tarana / baby / po głowicy pala.

Umieszczona w osi pala rura tłocząca potrzebuje wolnego przejścia pomiędzy krzyżującymi się drutami poprzecznego uzbrojenia.

Przy pięciokątnym przekroju jest to łatwe do uzyskania, bowiem poprzeczne druty pozostawiają w środku dość miejsca.



Przy przekroju sześciokątnym druty, idące po przekątnej średnicowej, krzyżowałyby się w środku. Założone tak, jak w pięciokącie, czyli łączące pręty podłużne przez jeden, utworzyłyby dwa



układy, każdy - z trzech ze sobą związanych prętów ale bez połączenia między układami. To też tu zastosowanie okalających strzemion okazało się konieczne. dzięki temu pale te swem poprzecznym uzbrojeniem zbliżone są do pali Hennebique'a.

Pomimo stosowania wody do zapuszczania pali Züblin daje mocne tak trzewiki /groty/, jak i kaptury ochronne.

C. Pale Considère'a.

Kształt pala - graniastosłup sześciokątny lub ośmiokątny. Uzbrojenie podłużne, jak w poprzednich typach - z prętów umieszczonych w rogach przekroju / rys. 229 /. W dolnym końcu pręty dochodzą do trzewika / grotu /, z którym się łączą, w górnym zaś końcu obcinamy je narówni z powierzchnią głowicy pala. Uzbrojenie poprzeczne stanowi uzwojenie, otaczające zzewnątrz pręty podłużne.

Dla przykładu przytoczmy wymiary uzwojenia jednego pala: na pierwszym metrze od góry drut o ϕ 15 mm. przy skoku 4 cm, dalej drut o ϕ 9 mm. przy skoku 6 cm., wreszcie na dolnym metrze drut o ϕ 15 mm. przy skoku 4 cm.

Pale Considère'a mają tę zaletę, że nie wymagają

kapturów ochronnych przy wbijaniu. W razie, jeżeli nastąpi zmiążdżenie górnej części pala od uderzenia tarana / baby / ścinamy ją i wbijamy pal dalej. Wadą tego typu jest jego wysoki koszt, wywołany dużą ilością żelaza.

D. Szpuntpale.

Prócz pali nośnych, o których dotychczas była mowa, wyrabiane są również żelazobetonowe szpuntpale. Dla przykładu widzimy na rys. 228-a przekrój poziomy odcinka ściany szczelnej, w której szpuntpale mają wyrobiony w betonie grzebień i żłobek. Uzbrojenie stanowią pręty podłużne w liczbie sześciu, połączone skręconym drutem wzdłuż obwodu przekroju. Pozatem dwa środkowe pręty każdego boku są również ze sobą związane.

Inny typ przedstawia rys. 228-b. Tu grzebień i żłobek stanowią żelazne walcowane kształtowniki, wtopione w beton wzdłuż węższych boków pala. Grzebień w przekroju przypomina szynę kolejową o obciętej stopie, żłobek zaś - rozwarłe obcęgi. Prócz tego każdy pal ma uzbrojenie z dziesięciu podłużnych prętów. Poprzeczne uzbrojenie stanowią strzemiona okalające.