

INŻYNIERIA i BUDOWNICTWO

ORGAN ZWIĄZKU POLSKICH INŻYNIERÓW BUDOWLANYCH

ROK I

SIERPIEŃ – WRZESIEŃ 1938

NR 2 - 3

T R E Ś Ć: Prof. S. Bryła — Konstrukcja mostów z uwagi na opl. Prof. S. Bryła — Zachowanie się betonów glinowych pod wpływem czynników zewnętrznych. Prof. S. Bryła — Katastrofa mostu w Hasselt. Inż. S. Eljasz — Ochrona drewna budulcowego przed ogniem, badanie i środki zapobiegawcze. Inż. W. Pogany i mgr. T. Zarosły — Kilka uwag o badaniu kamieni. Dr. M. Popiel i inż. S. Sunderland — Badanie kamieni budowlanych. Inż. J. Holnicki-Szulc — Metody badań trwałości ceramicznych mat. bud. Mgr. J. Piotrowski — Izolowanie rur żelaznych i beton. asfaltem. Inż. H. Stankiewicz — O materiałach izolac. od wody i wilgoci. Dr. W. Skalmowski, inż. Z. Jastrzębski i inż. M. Mączyński — Z prac nad materiałami do izolacji przeciwwilgociowej. Inż. W. Rychlewski — Doraźne próby materiałów bud. Inż. S. Sławiński — Podstawowe instalacje schronów opl. Inż. H. Honheisen — Stal w budownictwie plotn. Inż. M. Rogowski — Konstrukcje bud. w warunkach pożarowych. Inż. P. Zaremba — Uniezależnienie obrony pożarowej bud. miejskich od wody wodociągowej. Inż. M. Rogowski — Ochrona budowli przed wylądowaniami atmosf. Inż. K. Kamiński — Pomiaru wstrząsów w budowlach. Inż. Prof. F. Zalewski — Zniszczenia budowli o pozorach uszkodzeń gór. Dr. M. Kwiek — O metodzie pomiarów akust.-bud. Inż. M. Mączyński — O pomiarach przewodnictwa cieplnego mat. bud. Dr. M. Popiel — Projektowanie pieców i ich przyjęcie. Dr. M. Popiel i inż. S. Sunderland — Licówka elewacyjna z kamieni naturalnych. Prof. S. Bryła i inż. H. Stankiewicz — Dachy płaskie i tarasy. Inż. T. Konic — Plany na tynkach. Inż. F. Limbach — Asfalty z ropy borysl. jako mat. izol. Inż. W. Pogany i mgr. T. Zarosły — Wpływ chem. i fiz. na wyprawy. Dr. med. J. Borkiewicz-Rodziewiczowa — Klimatyzacja powietrza z punktu widzenia higieny. Inż. Z. Dobrowolski — Nowy sposób spawania uzbrojenia w konstr. żelbetowych. Dział informacyjny. IV Zjazd Inżynierów budowlanych w Gdyni. Z pracy technicznej.

Prof. Dr Inż. STEFAN BRYŁA

Referat zgłoszony na IV Zjazd Inżynierów Budowlanych

KONSTRUKCJA MOSTÓW Z UWAGI NA OBRONĘ PRZECIWLOTNICZĄ

Wymagania strategiczne w stosunku do mostów dotyczyły do niedawna przede wszystkim wysadzania w powietrze, rzadziej ostrzeliwania. Zazwyczaj brzmiały one następująco: w razie cofania się armii most powinien być zniszczony możliwie najłatwiej, ale konstrukcja jego w razie ponownego pochodu naprzód powinna być również możliwie łatwa do wykonania. Brało się przy tym pod uwagę armię własną, aczkolwiek przeciwnik mógł mieć te same zupełnie korzyści. Do tego dochodził wgląd już bardziej cywilny: zawałone przeszło mostu nie powinno tamować rzeki na dłuższy czas, gdyż mogłoby to prędzej czy później spowodować nawet podmycie filarów i dalsze skutki tego i powody inne, już podrzędne.

Wymagania w stosunku do mostów pod kątem obrony przeciwlotniczej są w pewnym stopniu zgodne ze wspomnianymi strategicznymi; są jednak i różnice. Wynika to już z samej istoty napadu. Wysadzaniu podlegają mosty przyfrontowe, natomiast nalot objąć może mosty w całym państwie, więc skierowany będzie przede wszystkim na ważne przekroczenia rzeczne najważniejszych arterij komunikacyjnych. Poza tym wojska broniące kraju mogą być nieraz w tym położeniu, że same muszą niszczyć własne mosty, natomiast napad lotniczy skieruje się przede wszystkim na mosty, których właśnie obrońcy najbardziej będą potrzebowali. Chodzi przy tym o taki ustrój mostu, któryby w razie trafienia najlepiej się choć częściowo

utrzymał, a więc był narażony na zniszczenie w możliwie najmniejszym rozmiarze — i tu jest różnica. Po wtóre zaś, gdy nastąpi zniszczenie całkowite lub częściowe wskutek zbombardowania, powinna odbudowa jego być możliwie łatwa, chociażby jako prowizorium. Nawet w największej ilości wypadków będzie to prowizorium, gdyż podczas wojny nie czas będzie zazwyczaj na definitywną odbudowę, niemniej jednak musi ona zostać wykonana.

Streszczając to wszystko, dochodzimy do wniosku, że z uwagi na obronę przeciwlotniczą most powinien być taki, aby jak najtrudniej było go uszkodzić, aby uszkodzenie było jak najmniejsze i jak najłatwiejsze do naprawienia, wreszcie, aby w razie zniszczenia mostu, czy jego poszczególnych przeszł, można było jak najłatwiej zmontować prowizorium. Sprawa odbudowy definitywnej odgrywa rolę drugorzędną.

Oczywiście nie można mostu budować wyłącznie pod kątem obrony przeciwlotniczej. W granicach normalnie stosowanych obciążeń i rozpiętości nie ma niemal możliwości zapobiec runięciu mostu, gdy uderzy weń ciężka bomba. Poza tym muszą przy budowie mostu decydować również momenty ekonomiczne, a nieraz i estetyczne. Niemniej wytyczne obrony przeciwlotniczej są bardzo ważnym czynnikiem i przy budowie mostu muszą być rozważone, a decyzja ostateczna musi być uskuteczniiona na podstawie zdrowego, kompromisowego ujęcia tych wszystkich czynników.

Jeżeli nie ma takiej konstrukcji mostowej, która równocześnie najlepiej wszystkim warunkom obrony przeciwlotniczej odpowiadała, to przecież można mówić o takiej, która spełni je w możliwie najwyższym stopniu. Aby zaś na to pytanie odpowiedzieć, należy wziąć pod uwagę materiał konstrukcyjny, rodzaj i system ustroju mostowego, a wreszcie ustrój ścian dźwigarów mostowych.

Z materiałów konstrukcyjnych może oczywiście być mowa tylko o stali i o żelazobetonie. Most drewniany jest nie tylko łatwopalny, ale nadto jest bardzo wrażliwy na wybuch. Most kamienny nie wchodzi w grę z powodu kruchości i małej wytrzymałości na rozciąganie materiału. Nieco lepsze są mosty czysto betonowe, ale i one nie wchodzi w grę z powodu tych samych wad, aczkolwiek stopień tych wad jest mniejszy.

Z obu materiałów inżynierskich — w dzisiejszym tego słowa znaczeniu — żelazobeton przedstawia zalety większej monolityczności i większej masy, stal zalety większej wytrzymałości na naprężenie obu znaków (ściskanie i rozciąganie), większej sprężystości, wydłużalności, wreszcie większej smukłości prętów; poza tym most stalowy może być szybciej zrekonstruowany od żelazobetonowego, zwłaszcza w formie prowizorycznej. Wynika stąd, że wchodzi w grę bardzo różne własności, przy czym w poszczególnych wypadkach jedna lub druga z nich może zaważyć więcej od innej. Zdarzyć się więc może, że jeden lub drugi materiał okolicznościowo będzie korzystniejszy. Pod kątem obrony przeciwlotniczej trzeba jednakowoż ująć najprawdopodobniejsze wypadki i na ich podstawie ustalić zasadę ogólną.

Bomba 100 kilogramowa przebić może płytę betonową nawet o grubości ok. 1 m; grubość ta zaś leży w wysokim stopniu od jakości betonu, a wkładki stalowe w betonie wzmacniają go w znacznym stopniu. Pomost żelazobetonowy musi ulec przy tym zniszczeniu, a zarazem może zostać uszkodzona także górna część belki. Bomba 300 kg przebije grubość półtorakrotnie większą, bomba 1000 kg 2 — 3 - krotnie większą. Liczyć się można z tym, że mosty mniejsze bombardowane będą bombami mniejszymi z lotu bardzo niskiego, natomiast mosty większe — bombami większymi. Trzeba jednak pamiętać o tym, że samą grubością przebijania nie można mierzyć skutków bombardowania mostu i że już nie mówiąc o innych czynnikach, w pobliżu miejsca wybuchu popęka i pętrzaska materiał mostu. Jeżeli to będzie most żelazobetonowy, to przy trafieniu przez większą bombę trzeba się więc liczyć z rozbiciem i wyrwaniem ogromnej części belki i takim potrzaskaniem części przyległych, że albo same one się zaważą, albo będzie trzeba je rozbić i rozebrać, by zawalenie nie nastąpiło w krótkim czasie. Pozostaną nadto uszkodzenia niewidoczne, których nie da się znaleźć, a które będą wysoce niebezpieczne nie tylko w przyszłości przy późniejszej definitywnej rekonstrukcji, ale i przy prowizorycznym wykorzystaniu niezawalonej części konstrukcji. Uszkodzenie mostu żelazobetonowego będzie tym mniejsze, im większą przyczepność będą miały wkładki, niemniej są wszelkie dane, że most się w danym miejscu za-

wali. Jeżeli zaś na skutek wyrwania pewnej części mostu wystąpią rozciągania w częściach obliczanych jako ściskane, to w konstrukcji żelazobetonowej dojdzie jeszcze jeden czynnik niszczący most, gdyż beton naprężeń rozciągających nie przejmie.

Zacytuję tu wyniki próby zniszczenia mostu żelazobetonowego na rzece Pee Dee (Stany Zjednoczone Ameryki Półn.), wykonaną w grudniu 1927¹⁾. Most ten o szerokości 6,00 m składał się z 3 większych i 7 mniejszych przęseł łukowych. Okazało się przy tym, że bomby mniejsze spowodowały pewne uszkodzenia, ale dopiero bomby 500 kilogramowe most zniszczyły. Pierwsza z tych bomb, która wybuchła na moście, zniszczyła całkowicie dwa przęsła, o długości 24 m; druga zniszczyła filar z przylegającym przęsłem; zatem trafienie większej bomby w most spowodowało jego zniszczenie na znacznej przestrzeni i tym samym u nieruchomienie go.

Konstrukcja stalowa będzie w warunkach odmiennych. Jej elementy zostaną porozrywane, powichrzone i powyginane. W wielu wypadkach nastąpić może zwichrzenie nie tylko poszczególnych elementów, ale całych belek. W najgorszym stosunkowo położeniu znajdują się elementy narażone na ściskanie i wyboczenie. W ogóle zniszczenie może w poszczególnych wypadkach rozciągnąć się, o ile chodzi o belkę, może nawet na większą część przęsła niż w moście żelazobetonowym, zwłaszcza, jeżeli będzie to blachownica. Natomiast uszkodzenia niewidoczne będą bez porównania mniejsze, a może ich nie będzie w ogóle, zaś części pozostałe można wykorzystać, po wyeliminowaniu części nienadających się, nieomal natychmiast i zmontować po wyprostowaniu ponownie.

Z kwestią wyboru materiału łączy się ściśle sprawa rekonstrukcji w razie zniszczenia mostu. Chodzi oczywiście przede wszystkim o rekonstrukcję prowizoryczną, tj. taką, która pozwoliła na użytkowanie mostu w dalszym ciągu możliwie przez cały czas trwania wojny, bez względu na wymagania estetyczne, które pod tym kątem widzenia w grę nie wchodzi zupełnie. Odbudowa definitywna może w tym okresie następować wyjątkowo; — będzie na nią czas po wojnie, tym bardziej, że most może zostać zniszczony po raz drugi i trzeci. Zniszczenie mostu może być tak duże, że rezygnuje się z elementów zwałonej konstrukcji, i ustawia się w danym miejscu prowizorium w formie wojskowego mostu składanego lub konstrukcji drewnianej o odpowiedniej ilości filarów drewnianych —, albo też mniejsze, tak, że da się tu wykorzystać w znacznej części zwałoną konstrukcję. Ponieważ jednak w okresie wojennym zapotrzebowanie mostów składanych musi z natury rzeczy być bardzo duże, przeto należy wykorzystywać konstrukcję uszkodzoną w tak znacznym zakresie, w jakim to tylko będzie możliwe.

Dla celów nawet prowizorycznej rekonstrukcji potrzebne będzie niejednokrotnie usunięcie zwałonej konstrukcji z nurtów rzeki. Usunięcie stalowej konstrukcji jest oczywiście znacznie prostsze, w naj-

¹⁾ Tarnowski. Działanie bomb lotniczych. Warszawa, 1935 r.

gorszym razie bowiem wymaga autogenicznego przecięcia poszczególnych prętów sterczących, gdy usunięcie gruzu betonowego zwykle nie jest łatwe do skutecznego, zwłaszcza, jeżeli przeszło zostanie zniszczone lokalnie i zwali się w rzekę jako wielka partia konstrukcji. Niekiedy można wtedy nawet takie przeszło zwalone częściowo wykorzystać do podparcia najprymitywniejszej kładki, jednak dla silniejszego prowizorium gruzu są zazwyczaj przeszkodą tym większą, im bardziej zamykają rzekę i im trudniej je usunąć. Zaś zamknięcie przepływu na rzece, to stworzenie możliwości podmycia przyczółków, filarów, czy też przylegającego nasypu, czasem nawet w bardzo bliskim czasie.

Jeżeli chodzi o rekonstrukcję najprostszą, a jednak możliwie silną na okres wojny, z pozostawieniem rekonstrukcji definitywnej na czas powojenny, to najbardziej celowo jest wykorzystać w jak najszerszym zakresie uszkodzone czy też po dźwignięciu zwalone przeszło, uzupełniając brakujące elementy. Dawniej czyniono to najczęściej w ten sposób, że poszczególne partie zwanego dźwigara opierano na prowizorycznych jarzmach drewnianych²⁾ dzisiaj wchodzi w grę połączenie uszkodzonych partii konstrukcji przy pomocy spawania, zwłaszcza w danym wypadku acetylenowego. Potrzeba tu tylko mieć do dyspozycji profile o dostatecznej wytrzymałości i łatwe do łączenia, oraz odpowiednie urządzenia spawalnicze i połączyć je z belkami tak, jak to jest w danej chwili możliwe i najłatwiejsze do wykonania. Celem uzyskania lepszej organizacji wskazane jest utworzenie w wojskach saperskich oddzielnych drużyn spawalniczych. W poszczególnych wypadkach będzie możliwe nawet zastosowanie gotowych belek walcowanych lub spawanych o odpowiedniej wysokości i dostatecznie dużym wskaźniku wytrzymałości.

Wykonanie podobnego względnie długotrwałego prowizorium w konstrukcji żelazobetonowej jest znacznie trudniejsze. Jedyne przy mniejszych uszkodzeniach i przy konstrukcjach narażonych przede wszystkim na ściskanie (jak filary, mosty sklepione) może to być wykonane przy pomocy szybkoztwardniejących (glinowych) cementów. Z reguły jednak w razie zniszczenia mostu żelazobetonowego będzie się skazywał przez cały czas trwania wojny na prowizorium, wykonanie prowizorycznej konstrukcji z innego materiału (składany most stalowy lub konstrukcja drewniana na odpowiednio dużej ilości drewnianych filarów, co zawsze przedstawia duże niekorzyści).

Zważywszy te wszystkie momenty dochodzi się do wniosku następującego. Mogą być wypadki, w których bomby — zwłaszcza małe — uszkodzą więcej most stalowy niż żelazobetonowy, jednakowoż jako regułę należy mosty stalowe postawić przed żelazobetonowymi, gdyż uszkodzenia wywołane w nich przez bomby będą bardziej widoczne i mniej niebezpieczne w swoich skutkach, a rekonstrukcja, choćby prowizoryczna, da się przeprowadzić bez porównania łatwiej i prędzej, zwłaszcza przy pomocy spawalniczych drużyn wojsko-

wych, które powinny być jak najszybciej zorganizowane.

Ujemne strony mostów żelazobetonowych zmniejszają się ze zmniejszeniem rozpiętości, i tu mogą być one stosowane w znacznie większym zakresie niż dla rozpiętości większych. Najkorzystniejsze będą mosty żelazobetonowe lukowe jako te, w których mamy do czynienia z betonem narażonym głównie na ściskanie.

Bardzo dużo waleń pod kątem obrony przeciwlotniczej posiadają konstrukcje stalowe obetonowane, łączące w znacznym stopniu zalety konstrukcyj stalowych i żelazobetonowych. W ogóle jednak konstrukcje mostowe tego typu są zwłaszcza dla większych rozpiętości na razie droższe od stalowych.

Różnica w mostach stalowych między nitowanymi a spawanymi istnieje również. Pręty mostów stalowych pękają i rwą się najczęściej w otworach nitowych, raz dlatego, że przekrój tu jest mniejszy, po wtóre dlatego, że rozkład sił wewnętrznych jest w tym właśnie miejscu niekorzystny. Poza tym nity blachownic i prętów wyciągają i ścinają się łatwiej niż spoiny, zwłaszcza ciągłe. Te momenty sprawiają, że spawane przedstawiają więcej korzyści od nitowanych. Pewną korzyścią ich jest też to, że poprzeczne ich przekroje są mniejsze.

Zastanówmy się z kolei nad ustrojami niosącymi mostu.

Załóżmy, że bomba, spadająca na most, zniszczy go na pewnej, kilku lub kilkunastumetrowej przestrzeni, to skutki tego będą rozmaite. Jeżeli most składa się z belek wolnopodpartych, to przeszło rozbite bombą runie, tym samym zaś komunikacja na nim zostanie przerwana. Jeżeli bomba wybuchnie na filarze i zmiecie go, to zawał się dwa sąsiednie przeszła. Jeżeli jednak most wykonany jest jako belka ciągła bezprzegubowa, to części mostu — obok rozerwanego miejsca powyginają się, ale jest dużo szans, że nie runą choćby nawet powyskakiwały z łożysk i choćby w prętach zasadniczo rozciąganych wystąpiło ściskanie. Komunikacja też będzie przerwana, jednak naprawa jej będzie stosunkowo łatwa (przy konstrukcji stalowej); dla prowizorium wystarczy bowiem na płytszych rzekach podeprzeć wystające na skutek przerwania części filarami drewnianymi i przerzucić na nich małe prowizoryczne przeszła; na rzekach głębszych i dla przeszła dłuższych wystarczy dołączenie (najlepiej dospojenie) w przerwanej części potrzebnych elementów (pasów i krzyżulców). Dlatego też mosty o belkach ciągłych bezprzegubowych należy postawić na pierwszym miejscu wobec ustrojów innych. Jedyne bardzo duże zwichrzenie wystającego końca może utrudnić takie postępowanie; wtedy należałoby odciąć powichrzone i zniszczone elementy na długości, na jakiej okaże się to konieczne.

W gorszym położeniu znajdują się konstrukcje ciągłe przegubowe, którym ciągłości w znaczeniu konstrukcyjnym brak. Będą one w warunkach czasem lepszych, ale czasem nawet gorszych od belek wolnopodpartych (rozciętych). Jeżeli uszkodzona zostanie belka zawieszona lub wspornik, to uszkodzenie będzie mniejsze, jeżeli jednak bomba

²⁾ Por. np. Podręcznik Inżynierski, tom II. Mosty tymczasowe.

przerwie przeszło wystające lub roztrzaska filar, to zniszczeniu ulegną nieomal trzy przeszła. Dlatego też mimo wszystkich zalet tego typu belki, nie będzie ona wskazana pod kątem obrony przeciwlotniczej. Korzystniejsza będzie belka ciągła przegubowa, taka jednak, której przeszła wystające będą spoczywały na trzech filarach (statycznie niewyznaczalna).

O mostach łukowych powtórzyć można to, co już jest znane od dawna: jeżeli zawali się przeszła, a filary nie udźwigną parcia poziomego jednostronnego, to mogą się walić kolejno wszystkie filary. Trzeba więc tak je skonstruować, by mogły znieść to jednostronne parcie. Najłatwiej uczynić to po odpowiednim ich zafundowaniu, przez zastosowanie pionowych wkładek stalowych w filarach betonowych, które wtedy będą mogły zachować lekką formę. A przecież właśnie te lekkie formy stanowią największy wdzięk mostów łukowych, które w ogóle uważane są za najpiękniejsze typy mostów. Tak skonstruowane mosty łukowe stoją pod względem obrony przeciwlotniczej na równi z belkami wolnopodpartymi. Ten też system jest najkorzystniejszy w mostach żelazobetonowych, o czym już wspominałem wyżej.

Rozmiar zniszczenia mostów linowych zależy w znacznym stopniu od miejsca wybuchu bomby. Jeżeli trafi ona w pobliżu filarów, to może zająć wypadek taki, że zniszczona zostanie tylko lina (łańcuch), a belka usztywniająca nie, albo na odwrót, — i wtedy most pomimo zniszczenia utrzyma się przynajmniej w znacznym stopniu. Jeżeli jednak trafi ona w środek przeszła, to runąć może cały most, a rekonstrukcja będzie bardzo trudna.

Z drugiej strony trafienie bomby w linę nie jest łatwe, jest raczej ogromnie trudne. Dlatego też nie jest słuszne zupełne eliminowanie mostów wiszących z pomiędzy dopuszczalnych typów. Wcale korzystne mogą być zwłaszcza mosty z usztywniającymi linami górnymi.

Przyjąwszy pewien ustrój statyczny, należy się z kolei zastanowić, czy wykonać go jako belkę kratową i jaką, czy jako belkę pełną.

Ostatnio zapanowała u nas za przykładem Niemców moda na belki pełne (blachownice), zresztą wymagające mniej robocizny, ale znacznie więcej materiału od kratownic. Z uwagi na atak bombowy są one bez kwestii korzystniejsze od belek o kracie pojedynczej. W tych ostatnich bowiem uszkodzenie nawet niepełne, jednego tylko pasa, może nieraz doprowadzić do zawalenia, natomiast blachownica ma tu znacznie większe szanse utrzymania się. Nieomal w tym samym położeniu co blachownice, będą belki o kracie podwójnej lub wielokrotnej, które poza poszczególnymi wypadkami utrzymują się mimo uszkodzenia jednego pasa czy krzyżulca. Z drugiej strony blachownice przedstawiają znacznie większą powierzchnię oporu niż kratownice i pod tym względem są od nich gorsze. Również pod kątem rekonstrukcji będą korzystniejsze kratownice od blachownic, gdyż zwykle łatwiej wyprostować jest pręty kraty, aniżeli blachy blachownicy, którą zazwyczaj trzeba roznitowywać; poza tym przy wygięciu blachownicy łatwo ścinają się nity. Korzyść ta przejawia się je-

szcze bardziej przy rekonstrukcji definitywnej mostu. Gdy przed kilku laty skutek podmycia filara runęły dwa przeszła mostu na linii Połanka — Künzendorf w Czechosłowacji, blaszane o rozpiętości 20 m i kratowe o roz. 40 m, to kratownicę ustawiono nieomal zaraz napowrót po wyprostowaniu wygiętych prętów, natomiast blachownicę trzeba było roznitować, wyprostować ją w warsztatach i dopiero po powrocie z nich zmontować powtórnie.

Przed wszystkim zaś uwzględnić należy też i moment ekonomiczny, a tu blachownice przestają się opłacać od jakich 30 m w górę. Dlatego też — uwzględniając wszystkie możliwości — należy dla większych mostów na pierwszym miejscu postawić belki o kracie podwójnej lub złożonej, na drugim blachownice, na trzecim kratownice trójkątowe.

Podnieść należy wartość belek trójpasowych. Zazwyczaj posiadają one znaczniejsze wysokości, ale nawet niezależnie od tego przedstawiają one większą pewność od dwupasowych, gdyż zniszczenie jednego pasa mostu nie niszczy.

Mosty o pomoście górą będą zawsze korzystniejsze od mostów o pomoście dołem. Raz dlatego, że pomost stanowi płytę detonacyjną, a zniszczenie spowodowane bombą — zwłaszcza z zapalnikiem natychmiastowym — w częściach ustrojowych mostu będzie większe. Po wtóre dlatego, że mosty takie mogą posiadać nie dwie, ale kilka belek głównych. Im więcej zaś belek głównych, tym większa gwarancja, że w razie uszkodzenia lub zniszczenia pewnej ich ilości, reszta pozostanie i rolę swoją będzie pełnił nadal. Mosty o dwu belkach głównych — a takimi są prawie zawsze mosty o pomoście dołem — są pod względem obrony przeciwlotniczej najmniej wskazane. W Warszawie np. most Poniatowskiego jest znacznie korzystniejszy pod względem obrony przeciwlotniczej od mostu kolejowego, posiada bowiem 7 belek głównych a pomost górą na nich, gdy most kolejowy posiada ich tylko dwie i to nad pomostem. Szerszy most przedstawia również większe korzyści od węższego; tu jednak sprawa obrony przeciwlotniczej zejść musi w ogóle na plan drugi wobec konieczności gospodarczych i możliwości finansowych. Również stosowanie przy pomoście górą dwóch mostów obok siebie jest zwłaszcza dla większych rozpiętości zwykle zbyt kosztowne.

Celem zmniejszenia zniszczenia korzystne byłoby zastosowanie podwójnej płyty pomostowej, która i tak sama przez się jest z reguły płytą detonacyjną. Może to dać tym lepsze rezultaty, że pomiędzy bombami mogą być tak samo bomby wybuchające z opóźnieniem, jak i bez niego.

Zastanowić się jeszcze należy nad rozpiętością mostów. Jest jasne, że w razie zawalenia przeszła mostów o rozpiętościach mniejszych zniszczenie rozciąga się na mniejszą długość mostu niż w moście o rozpiętościach większych, a rekonstrukcja będzie łatwiejsza i prostsza. Jednakowoż nie tylko ten moment należy tu rozważyć. Jeżeli bowiem zniszczenie będzie tak wielkie, że zużytkowanie pozostałych części przeszła nie da się skutecznie, to trzeba będzie zastosować most specjalny, prowizoryczny, a będzie to dla rzek mniejszych i płytszych najczęściej most drewniany, dla rzek większych i zwłaszcza

cza głębszych, a zarazem dla większych prześł most składany o typie, jaki wojsko posiada do dyspozycji. Mosty składane posiadają zazwyczaj rozpiętość do mniej więcej 80 m. Dlatego też większe rozpiętości w mostach mających większe znaczenie strategiczno - komunikacyjne są niewskazane.

Już same usytuowanie mostu w terenie ma duże znaczenie pod kątem obrony przeciwlotniczej. Wskazane jest tak go usytuować, by w razie zniszczenia go, jeszcze przed choćby prowizoryczną rekonstrukcją, był możliwy dojazd do ewentualnego promu lub i brodu. Most powinien być możliwie mało widoczny i możliwie łatwy do zamaskowania. Jednakowoż z reguły będzie to trudne do uzyskania i da się uzyskać raczej pod kątem ostrzeliwania artyleryjskiego. Most bowiem znajduje się najczęściej na skrzyżowaniu drogi komunikacyjnej z rzeką. Maskowanie bezpośrednio możliwe jest tylko w ograniczonym stopniu. Przy locie niskim wzdłuż linii komunikacyjnej nie da zresztą wielkiego rezultatu. Lepsze skutki daje maskowanie sztuczną mgłą, ograniczone zresztą co do czasu.

Streszczając wszystko powyżej powiedziane, dochodzimy do następujących wniosków pod kątem obrony przeciwlotniczej.

Przy budowie mostu należy rozważyć konstrukcję jego również pod kątem obrony przeciwlotniczej, a ostateczny wybór powinien być pow-

zięty na podstawie zdrowego kompromisu wymagań — ekonomicznych, estetycznych oraz wymagań obrony przeciwlotniczej.

Większe mosty wykonywać należy jako mosty stalowe, przy czym na pierwszym miejscu postawić należy mosty kratowe o kracie podwójnej, dalej blaszane, jeszcze dalej kratowe o kracie pojedynczej. Korzystniejsze są spawane od nitowanych. Najkorzystniejsze są belki ciągle bezprzegubowe, dalej wolnopodparte, łukowe (z zastosowaniem filarów wytrzymałych na parcie jednostronne łuku) oraz ciągle przegubowe z belką wystającą na trzech oporach; mniej korzystne są ciągle przegubowe. Mosty wiszące nie są specjalnie niekorzystne. Duże walory mają kratownicę trójpasową. Mosty powinny być, o ile to tylko możliwe, o pomoście górą, i posiadać większą ilość belek głównych. Pomost powinien być dobrą płytą detonacyjną, korzystny jest więc zwłaszcza żelazobetonowy oraz stalowy (np. nieckowy); duże walory posiadałby pomost złożony z dwu płyt, górnej i dolnej. Pręśla nie powinny być większe od ok. 80 m ze względu na możliwość ustawienia mostu prowizorycznego. Dla rekonstrukcji mostów powinny być zorganizowane drużyny spawalnicze.

Przy mniejszych mostach, rozpatrywanych pod kątem obrony przeciwlotniczej, wchodzi w grę również konstrukcje żelazobetonowe, przy czym najkorzystniejsze są ustroje łukowe.

Prof. Dr Inż. STEFAN BRYŁA

Referat zgłoszony na IV Zjazd Inżynierów Budowlanych

ZACHOWANIE SIĘ BETONÓW GLINOWYCH POD WPŁYWEM CZYNNIKÓW ZEWNĘTRZNYCH

Beton zawdzięcza szybkie rozpowszechnienie w konstrukcjach budowlanych wybitnym swoim zaletom: wytrzymałości, trwałości, ognioodporności itp., oraz łatwości przystosowywania do dowolnych kształtów i warunków konstrukcyjnych. Równoległe z rozwojem budownictwa betonowego i żelazobetonowego doskonalila się również produkcja cementów we wszystkich krajach.

Polska posiadająca bogate złoża surowców do wyrobu cementu wzięła wybitny udział w tworzeniu tego postępu. Produkowany obecnie u nas i w innych krajach cement portlandzki stoi na bardzo wysokim poziomie i pozwala na wytwarzanie betonów o dużej wytrzymałości. Wyrabiane są również wysokowartościowe gatunki cementu portlandzkiego, które dzięki odpowiednim metodom fabrykacji, jak np. drobniejszy przemiał, posiadają walory cementu normalnego w stopniu jeszcze bardziej zwiększonym. Niemcy produkują ponadto jeszcze specjalne gatunki cementu o innym składzie chemicznym jak np. cement żelazisty lub cement żuźlowy.

Przy swoich dużych walorach wytrzymałościowych i innych, posiadają jednak wyroby z cementu portlandzkiego kilka słabych stron a mianowicie:

- 1) wrażliwość na niskie temperatury poniżej i w pobliżu zera;
- 2) brak odporności na chemiczne działanie kwasów, niektórych zasad, niektórych związków

organicznych i roztworów soli, w szczególności na wpływ wody morskiej;

3) konieczność długiego stosunkowo utrzymywania świeżego betonu w deskowaniu bez obciążania dalszymi elementami konstrukcji;

4) psucie się cementu przy dłuższym przechowywaniu na składzie.

Tym ujemnym cechom cementów portlandzkich starano się zaradzić w rozmaity sposób. Najskuteczniejszym środkiem zaradczym okazało się jednak stosowanie zamiast cementu portlandzkiego takiego gatunku cementu, który powyższych ujemnych stron albo wcale nie posiada albo przy najmniej posiada je w tak zmniejszonym stopniu, że praktycznie są bez znaczenia. Warunkom tym odpowiadają przede wszystkim cementy glinowe.

Cementy glinowe różnią się od portlandzkich składem chemicznym. Zawierają one kilkakrotnie więcej tlenu glinowego, a mniej tlenu wapnia i krzemionki niż cement portlandzki. Procentowa zawartość tlenu glinu, która w cemencie portlandzkim stanowi średnio 1/10 część zawartości tlenu wapnia, w cementach glinowych wyrównywa się w przybliżeniu z tą ostatnią. Poza tym cementy glinowe różnią się również sposobem fabrykacji, mianowicie surowce są wytapiane, a nie prażone i przemiał jest drobniejszy niż w zwykłym cemencie portlandzkim. Jako surowiec do wyrobu cementów służy bauksyt (produkt wietrzenia skał zawie-