

Przepusty w infrastrukturze komunikacyjnej – cz. 15



tekst i zdjęcia: **prof. UZ dr hab. inż. ADAM WYSOKOWSKI**, kierownik Zakładu Dróg i Mostów, Uniwersytet Zielonogórski; **mgr inż. JERZY HOWIS**, konstruktor, Infrastruktura Komunikacyjna Sp. z o.o., Żmigród

Jak już wspomniano w poprzednich artykułach z tej serii, w ostatnich latach korzystanie z nowych norm europejskich w zakresie projektowania obiektów inżynierskich stało się powszechne. Dlatego też w niniejszej części omówione zostaną dalsze istotne informacje na temat projektowania przepustów w ujęciu nowych norm. Artykuł ten dotyczy zagadnień związanych z posadowieniem i zasypką gruntową omawianych obiektów.

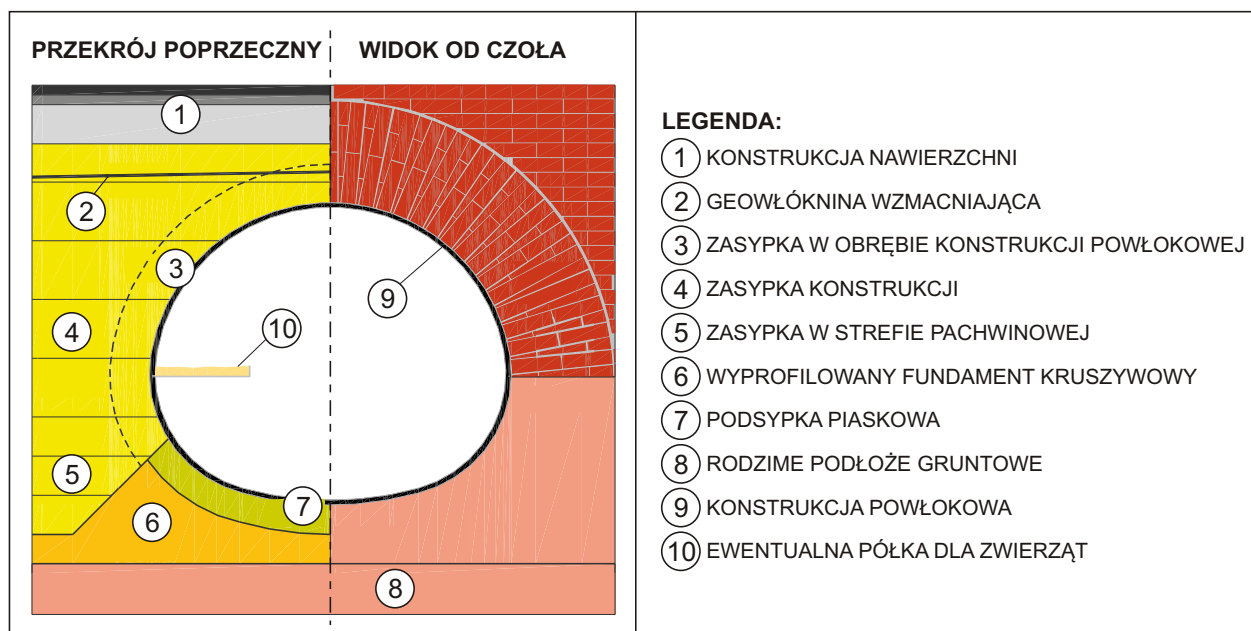
Wstęp

Po omówieniu wprowadzających zagadnień dotyczących projektowania przepustów i przejść dla zwierząt według eurokodów oraz podstaw projektowania i oddziaływań na konstrukcję [13], kolejnym ważnym tematem są zagadnienia projektowania związane z posadawianiem przepustów i zasypką gruntową. Jest to istotna tematyka z uwagi na specyfikę konstruowania przepustów, które często są wykorzystywane również jako przejścia dla zwierząt. Budowane są one z reguły jako konstrukcje dolne pod drogami kołowymi i liniami kolejowymi. Z tego względu znajdują się w gruncie i jednocześnie są na nim posadowione. Coraz częściej ten grunt, stanowiąc zasypkę, jest również zasadniczym elementem konstrukcji tych budowli, co ma miejsce w przypadku konstrukcji gruntowo-powłokowych [12].

Ideowy schematyczny rysunek elementów konstrukcyjnych takiego rozwiązania dla przepustów lub dolnych przejść dla zwierząt z uwzględnieniem gruntu pokazano na rycinie 1.

Bazując na wiedzy na temat powstawania eurokodów oraz ich aktualnego zakresu, można stwierdzić, że konstrukcje przepustów zostały potraktowane marginalnie [14]. Dlatego też, chcąc zaprojektować konstrukcję przepustu z użyciem tych dokumentów normalizacyjnych w zakresie zasypki gruntowej i jego fundamentowania, wymagany jest szczegółowy przegląd ich treści i znajdowanie oraz dostosowywanie zapisów, które mogą dotyczyć tych konstrukcji.

W zakresie posadowienia i zasypki gruntowej, której zastosowany rodzaj jest szczególnie istotny dla konstrukcji przepustów gruntowo-powłokowych, najważniejsze informacje można zna-



Ryc. 1. Schematyczny rysunek elementów dla przepustów lub dolnych przejść dla zwierząt z uwzględnieniem posadowienia i gruntowej zasypki konstrukcyjnej [2]

leż w eurokodach, potocznie nazywanych geotechnicznymi, i na etapie ich powstawania określanych numerem 7, a obecnie oficjalnie o numerach z serii PN-EN 1997 [7, 8,15].

Są to, jak wiadomo, normy o tytułach: PN-EN 1997-1 *Projektowanie geotechniczne. Część 1. Zasady ogólne* oraz PN-EN 1997-2 *Projektowanie geotechniczne. Część 2. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego*.

Jak wynika z tytułu, w pierwszej części eurokodu 1997 można znaleźć większość informacji dotyczących zasad projektowania oraz ogólnych zagadnień geotechnicznych, w tym w dziedzinie przepustów i przejść dla zwierząt. Część druga, jak sama nazwa wskazuje, poświęcona jest rozpoznaniu i badaniu podłoża gruntowego, gdzie również można znaleźć zagadnienia przydatne w projektowaniu przedmiotowych konstrukcji. Warto w tym miejscu wspomnieć, że w zakresie eurokodu 1997-2 do przepustów odnoszą się następujące – zdaniem autorów – interesujące załączniki, przydatne dla rozpatrywanych konstrukcji:

- załącznik A *Zestawienie wyników badań według norm badań geotechnicznych*;
- załącznik B *Planowanie badań geotechnicznych*;
- załącznik E *Badanie presjometryczne (PMT)*;
- załącznik F *Badanie sondą cylindryczną (SPT)*;
- załącznik G *Badanie sondą dynamiczną (DP)*;
- załącznik K *Próbne obciążenie płytą (PLT)*;
- załącznik L *Szczegółowe informacje dotyczące przygotowania próbek gruntu do badań*;
- załącznik M *Szczegółowe informacje dotyczące badań klasyfikacyjnych, oznaczania oraz opisu gruntu*;
- załącznik P *Szczegółowe informacje dotyczące badania wytrzymałości gruntu*;
- załącznik R *Szczegółowe informacje dotyczące badania zagęszczenia gruntu*.

Uwagi dotyczące projektowania posadawiania przepustów i przejść dla zwierząt

Jak już opisano w poprzednich artykułach, można wyróżnić dwie zasadnicze grupy przepustów: przepusty tradycyjne (o konstrukcji sztywnej) i przepusty podatne – gruntowo-powłokowe.

Podobny podział można wyróżnić również w przypadku ich posadawiania. Przepusty tradycyjne jako sztywne, z reguły wykonane z betonu monolitycznego bądź też z prefabrykatów betonowych, układa się na rodzimym gruncie najczęściej na wcześniej wykonanej warstwie chudego betonu o różnej miąższości (ryc. 4).

W przypadku konstrukcji gruntowo-powłokowych posadawia się je bezpośrednio na gruncie, który powinien posiadać odpowiednie parametry. Jest to szczególnie ważne dla konstrukcji gruntowo-powłokowych, gdyż jak już wspomniano na wstępie, zarówno zasypka gruntowa, jak i podłoże współpracują w tego typu konstrukcjach bezpośrednio w przenoszeniu obciążeń.

Jak ogólnie wiadomo, parametry podłoża gruntowego muszą zagwarantować nośność i stateczność wykonanej na nim konstrukcji. Dotyczy to oczywiście także omawianych konstrukcji przepustów i przejść dla zwierząt.

Według normy PN-EN 1997-1 przy ustalaniu głębokości posadowienia fundamentu bezpośredniego należy uwzględnić następujące parametry:

- osiągnięcie odpowiednio nośnej warstwy podłoża;

- głębokość, powyżej której skurcz i pęcznienie gruntów spolistych wynikające z sezonowych zmian pogody oraz wpływu drzew i krzewów mogą spowodować znaczące przemieszczenia;
- głębokość, powyżej której mogą wystąpić szkody spowodowane przemarzaniem gruntu;
- poziom zwierciadła wody gruntowej w podłożu oraz trudności, jakie mogą się pojawić, jeśli wykop pod fundament należy wykonać poniżej zwierciadła wody gruntowej;
- możliwości przemieszczeń podłoża oraz zmniejszenia wytrzymałości warstwy nośnej na skutek filtracji wody, czynników klimatycznych lub procesów budowlanych;
- wpływ wykopów na sąsiednie fundamenty i konstrukcje;
- przewidywane wykopy z przeznaczeniem na sieci podziemne w pobliżu fundamentów;
- wysokie i niskie temperatury wywołane przez projektowany obiekt;
- możliwość podmycia;
- wpływ zmian wilgotności powodowanych długimi okresami suszy, a następnie opadów na właściwości gruntów niestabilnych objętościowo w suchych strefach klimatycznych;
- obecność w gruncie materiałów rozpuszczalnych, np. wapieni, iłowców, gipsów, soli.

Przed przystąpieniem do wykonania fundamentu należy sprawdzić nośność podłoża, na którym konstrukcja ma być wykonana. W przypadku niespełnienia parametrów wytrzymałościowych podłoża należy zaprojektować jego wzmocnienie, np. przez zastosowanie geosyntetyków, odpowiednią stabilizację czy zwiększenie miąższości fundamentu kruszywowego [3]. Ponadto, jeżeli podłoże pod projektowaną konstrukcją jest niejednorodne, należy wykonać odpowiednie zabiegi technologiczne, mające na celu zapewnienie jednorodnych warunków podparcia konstrukcji podatnej, zarówno w kierunku podłużnym, jak i poprzecznym.

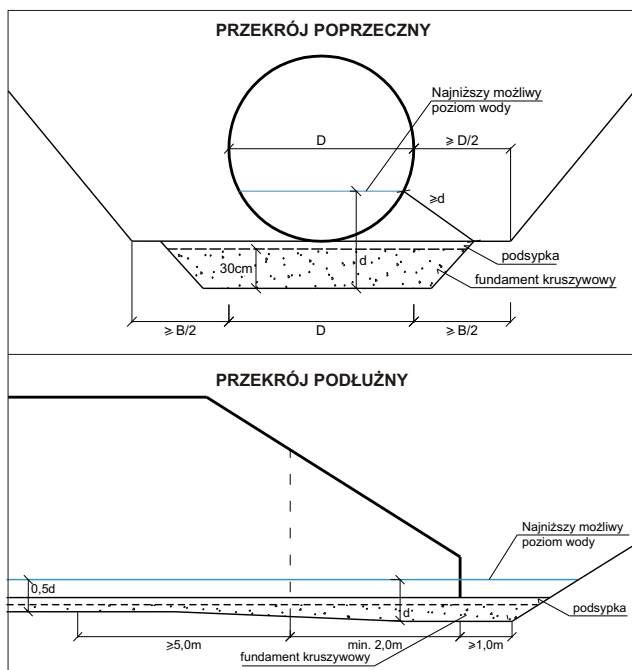
W zależności od rozpiętości oraz kształtu dna konstrukcji podatnej fundament kruszywowy powinien mieć górną powierzchnię wyprofilowaną w taki sposób, aby jego kształt odpowiadał kształtowi dna posadawianej konstrukcji. W tym przypadku szczególną uwagę należy zwrócić na odpowiednie zagęszczenie kruszywa fundamentu w obszarze pachwiny konstrukcji. Jest to istotne również z tego względu, że po instalacji rury osłonowej nie ma możliwości jej uzupełnienia lub dogęszczenia.

Jak uczy doświadczenie, niezastosowanie się do tych zasad, szczególnie w przypadku tych newralgicznych miejsc, prowadzi do awarii tych konstrukcji. Z takimi przypadkami autorzy spotkali się, wykonując ekspertyzy tego rodzaju konstrukcji w stanie awaryjnym jeszcze przed ich oddaniem do eksploatacji.

Na rycinie 5 przedstawiono przykładowy widok właściwie wyprofilowanego fundamentu kruszywowego pod konstrukcją podatną.

Do najczęściej wykorzystywanych materiałów w posadowieniu przepustów i przejść dla zwierząt należą m.in. odpowiednio stabilizowane kruszywo, pospółka, kliniec, chudy beton, keramzyt lub grunt rodzimy (jeśli spełnia parametry wytrzymałościowe i fizyczne).

Dodatkowo zaleca się, aby konstrukcja przepustu była posadowiona na fundamencie kruszywowym przez odpowiednio wykonaną i zagęszczoną podsypkę piaskową, tak aby za-



Ryc. 2. Schemat posadowienia konstrukcji podatnej z wykorzystaniem fundamentu kruszywowego zgodnie z obowiązującymi zaleceniami [6]

pewniała ona równomierny rozkład nacisku na podłoże pod przepustem.

Schemat posadowienia konstrukcji podatnej na podstawie obowiązujących zaleceń [6] przedstawia rycina 2.

Zasyпка konstrukcyjna przepustów i przejść dla zwierząt

Jak ogólnie wiadomo, w przypadku omawianych konstrukcji zasyпка stanowi istotny element decydujący o bezpieczeństwie użytkowania i komforcie użytkowników dróg lub linii kolejowych na etapie eksploatacji. W związku z tym musi spełniać odpowiednie wymagania, ważne tak w momencie budowy obiektu, jak też w czasie jego wieloletniego użytkowania. Wiąże się z tym zarówno czynniki wykonawcze, jak i materiałowe, a także trwałościowe w funkcji czasu. Nabiera to szczególnego znaczenia w przypadku przepustów gruntowo-

-powłokowych, gdzie, jak wspomniano wcześniej, zasyпка jest elementem konstrukcyjnym obiektu, współpracując z rurą osłonową w przenoszeniu obciążeń. Dlatego też stawia się jej coraz to wyższe wymagania. Wynika to m.in. z prowadzonych wielu badań i analiz, które wskazują jednoznacznie na duży wpływ zastosowanych materiałów na szeroko rozumiane parametry eksploatacyjne. Znajduje to swoje odzwierciedlenie w nowych przepisach i zapisach normowych [15, 16]. Wystarczy porównać zapisy zaleceń na temat przepustów podatnych obowiązujące w drogownictwie, które powstały z udziałem autora na podstawie badań w skali naturalnej (zob. zalecenia [10] z 2004 r. i zalecenia [6] z 2006 r.; por. zapisy w zakresie wymagań dla zasyпки gruntowej).

Proces zasyppowania osłonowej konstrukcji podatnej ma bardzo istotne znaczenie dla bezpieczeństwa pracy obiektu. W procesie tym następuje wbudowanie gruntu, który przenosi dużą część oddziaływań. Od prawidłowego wykonania robót ziemnych wokół konstrukcji zależy w przyszłości jej nośność eksploatacyjna [5].

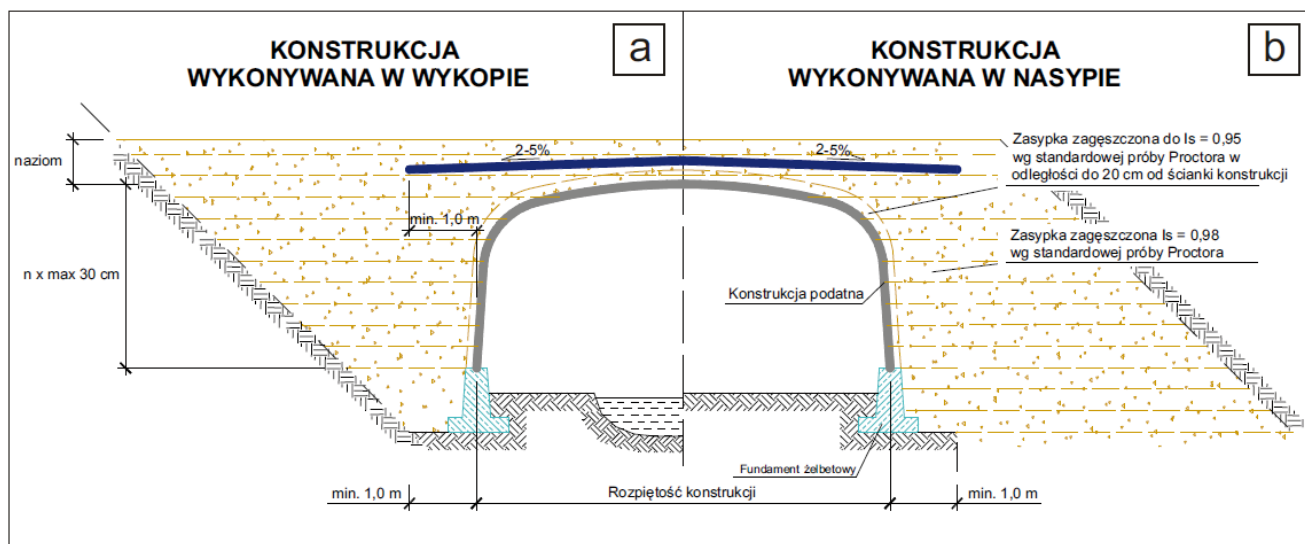
Poglądowy schemat wykonywania zasyпки dla konstrukcji podatnej pod drogą kołową lub linią kolejową przedstawia rycina 3.

Niezbędnymi parametrami w zakresie zasyпки gruntowej, koniecznymi do uwzględnienia i mającymi wpływ na pracę konstrukcji podatnej, są [6, 10]:

- wskaźnik zagęszczenia I_s ,
- stopień zagęszczenia I_d ,
- wskaźnik uziarnienia gruntu,
- stopień plastyczności,
- kąt tarcia wewnętrznego,
- gęstość właściwa,
- gęstość objętościowa,
- porowatość,
- ściśliwość,
- zagęszczalność,
- wytrzymałość gruntu na ścinanie.

Dodatkowo według PN-EN 1997-1, przy doborze materiału nasypowego zasyпки konstrukcyjnej należy uwzględnić następujące jej cechy:

- uziarnienie,



Ryc. 3. Poglądowy schemat wykonywania zasyпки dla konstrukcji podatnej pod drogą kołową lub linią kolejową: a) w wykopie, b) w nasypie [2]

- wytrzymałość na kruszenie,
- przepuszczalność,
- wytrzymałość niżej zalegającego gruntu,
- zawartość części organicznych,
- agresywność chemiczną,
- skutki skażenia środowiska,
- podatność na zmiany objętości (siły pęczniące, materiały zapadowe),
- wrażliwość na zamarzanie i niskie temperatury,
- odporność na wietrzenie,
- wpływ urabiania, transportu i układania,
- możliwość wystąpienia scementowania po ułożeniu (np. żużel wielkopiecowy).

Na zasypkę konstrukcyjną przepustów stosuje się pospółki, piaski, żwiry i mieszanki żwirowo-piaskowe, wyrobiskowe oraz gruboziarniste o frakcji 0–32 mm.

Ostatnio w praktyce inżynierskiej jako zasyпки stosowane są również lekkie kruszywa budowlane. Jest to szczególnie korzystne przy budowie obiektów o wysokich nasypach (duży naziom nad konstrukcją osłonową) lub też posadowionych na słabym podłożu (gruncie nienośnym).

Przykład zastosowania lekkiego kruszywa jednofrakcyjowego w postaci keramzytu przy budowie przepustu w ciągu drogi krajowej przedstawia rycina 6.

W celu uzyskania odpowiedniego stopnia zagęszczenia materiał zasyпки powinien być układany warstwami o maksymalnej grubości 15–30 cm, a następnie zagęszczany. W strefach pachwinowych ze względu na występowanie dużego parcia konstrukcji na grunt zaleca się układanie zasyпки warstwami o maksymalnej grubości 20 cm. Układanie musi być wykonywane symetrycznie, aby wysokość zasyпки była taka sama po obydwu stronach konstrukcji podatnej.

Przykładowy widok stalowej konstrukcji osłonowej w trakcie wykonywania zasyпки przedstawiają ryciny 7 i 8.

Jak ogólnie wiadomo, najefektywniejszym ekonomicznie sposobem wykonywania robót ziemnych jest wykorzystywanie materiału miejscowego. Ponadto, jeśli miejscowe materiały w stanie naturalnym nie nadają się do zastosowania jako materiał nasypowy, to przedmiotowa norma dopuszcza zastosowanie jednego z niżej wymienionych zabiegów:

- dostosowanie wilgotności,
- kruszenie, przesiewanie lub przemywanie,
- zabezpieczenie odpowiednim materiałem,
- ułożenie warstw drenujących.

Dodatkowo według PN-EN 1997-1, kryteria zagęszczenia należy ustalić dla każdej strefy lub warstwy nasypu bądź zasyпки w powiązaniu z jego przeznaczeniem i z wymaganiami eksploatacyjnymi.

Technologia budowy i zagęszczenia powinna być dobrana w taki sposób, aby zapewnić stateczność nasypu lub zasyпки podczas całego okresu budowy oraz aby nie miała negatywnego wpływu na rodzime podłoże.

Metody zagęszczenia zasyпки należy dobierać w zależności od kryteriów zagęszczenia oraz od:

- pochodzenia i rodzaju materiału,
- metody układania,
- wilgotności w czasie wbudowywania i jej ewentualnych zmian,
- początkowej i końcowej miąższości warstw,

- lokalnych warunków klimatycznych,
- jednorodności zagęszczenia,
- rodzaju podłoża.

W celu opracowania właściwej metody zagęszczenia norma zaleca przeprowadzić próbne zagęszczenie na danym terenie, z wykorzystaniem przewidzianego materiału do wbudowania i sprzętu do zagęszczenia. Pozwala to na opracowanie procedury zagęszczenia (sposób wbudowywania, sprzęt zagęszczający, grubość warstw, liczba przejazdów sprzętu, dobranie odpowiedniego rodzaju transportu i ilości wody do nawilgacania).

Podczas wykonywania zagęszczenia zasyпки znajdującej się bezpośrednio nad konstrukcją osłonową (naziom) należy ją zagęszczać za pomocą lekkich zagęszczarek wibracyjnych. Średnie i ciężkie urządzenia do zagęszczenia gruntu mogą wywołać deformację konstrukcji osłonowej lub jej całkowite zniszczenie.

Zgodnie z obowiązującymi zaleceniami [10] minimalna wartość naziomu dla wszystkich konstrukcji podatnych wykonanych z blach falistych, z wyjątkiem konstrukcji ramownicowych, określana jest następująco:

$$H = \frac{S_i}{8} + 0,2 \text{ [m]} \quad \text{lub} \quad H = \frac{S_i}{6} \text{ [m]}$$

Pośród podanych wzorów po wykonaniu obliczeń należy wybrać wartość większą, lecz nie mniejszą niż 0,60 m – dla obciążeń ruchem drogowym i kolejowym,

Dla konstrukcji ramownicowych minimalna wysokość naziomu H powinna znajdować się w przedziale 0,45–1,5 m, w zależności od rozpiętości, klasy obciążeń oraz rodzaju przekroju poprzecznego powłoki.

Przykładowy widok przepustu o konstrukcji betonowej z małym naziomem pokazano na rycinie 9.

Dla wszystkich typów konstrukcji istnieje możliwość zmniejszenia wysokości naziomu przy jednoczesnym zastosowaniu elementów zwiększających nośność konstrukcji.

Konstrukcje podatne, zwłaszcza o przekrojach łukowych, wymagają szczególnej uwagi w trakcie układania i zagęszczenia zasyпки. Przekroje tego typu charakteryzują się dużą podatnością na deformacje poziome – w przypadku niesymetrycznego układania i zagęszczenia zasyпки, oraz pionowe – w sytuacji, kiedy układanie zasyпки będzie postępowało symetrycznie z obu stron konstrukcji. Dlatego też podczas układania i zagęszczenia zasyпки należy na bieżąco monitorować wartości odkształceń.

Spodziewany efekt wypiętrzenia konstrukcji osłonowej może zostać użyty do poprawy pracy konstrukcji przepustu. W tym celu można efekt ten wykorzystać jako wstępne sprężenie konstrukcji powłokowej na etapie wykonywania zasyпки bocznej przez dociążenie klucza konstrukcji, np. płytami drogowymi [9]. Dociążenie takie powoduje wstępne naprężenie materiału zasyпки po obu stronach konstrukcji osłonowej przepustu.

Zasyпка przepustu powinna być wykonana ściśle według instrukcji producenta konstrukcji osłonowych lub dokumentu dopuszczającego (np. aprobaty technicznej), gdyż praca przepustu polega głównie na przenoszeniu parcia zagęszczonego wokół niego gruntu zasyпки.

W przypadkach, gdy wymagana jest duża nośność przepustu o konstrukcji podatnej, istnieje możliwość zastosowania warstw geowłókniny, która znacznie poprawia stateczność i wytrzymałość tak wykonanego przepustu. Warstwa ta stanowi



Ryc. 4. Przykład wykonywania warstwy chudego betonu pod konstrukcją przepustu (w niezabezpieczonym wykopie)



Ryc. 7. Widok konstrukcji gruntowo-powłokowej przepustu w trakcie wykonywania zasyпки w pachwinach i górnej części ścian. Widoczne równomierne (symetryczne) rozłożenie poszczególnych warstw zasyпки po obu stronach konstrukcji osłonowej



Ryc. 5. Przykładowy widok wyprofilowanego fundamentu kruszywowego pod przepust o konstrukcji gruntowo-powłokowej



Ryc. 8. Kolejna faza wykonywania zasyпки w górnej jej części dla konstrukcji przepustu pokazanego na rycinie 7



Ryc. 6. Przykład zastosowania jako górnej warstwy zasyпки lekkiego kruszywa jednofrakcyjnego w postaci keramzytu w trudnych warunkach geotechnicznych podłoża rodzimego



Ryc. 9. Przykładowy przepust o konstrukcji betonowej ze skrzydłami ukośnymi z wykonaną zasypką piaskową

„zbrojenie” konstrukcji nasypu wykonanego nad konstrukcją rury osłonowej i znacznie poprawia rozkład oddziaływań zarówno komunikacyjnych, jak i obciążeń stałych [1].

Podsumowanie

Z uwagi na obszerność przedstawionej wyżej tematyki, a jednocześnie z uwagi na szczupłe ramy artykułu, w niniejszej części omówione zostały jedynie ważniejsze zagadnienia i problemy związane z projektowaniem przepustów w zakresie posadowienia oraz zasypki gruntowej. Temat ten z pewnością będzie stale rozwijany, gdyż jak już wspomniano na wstępie, coraz częściej zasypka stanowi element konstrukcyjny przedmiotowych obiektów. Ponadto coraz bardziej powszechne staje się stosowanie gruntów zbrojonych, co w przypadku przepustów i przejść dla zwierząt również znajduje, zdaniem autorów zbyt rzadko, zastosowanie. Tematyka posadowienia obiektów infrastruktury komunikacyjnej i jednocześnie związana z nią problematyka innych robót geotechnicznych, w tym przepustów i przejść dla zwierząt, jest, jak i w przypadku innych budowli, sprawą fundamentalną [4, 11]. Zagadnienia te wiążą się bezpośrednio z bezpieczeństwem tych konstrukcji i ich użytkowników. Dlatego też cieszy fakt, że coraz więcej prac badawczo-rozwojowych prowadzonych jest w tym zakresie, pojawiają się nowe dokumenty normalizacyjne i coraz liczniejsze publikacje. Wszyscy zainteresowani mogą znaleźć tam więcej informacji, dlatego też część z tych dokumentów i pozycji literaturowych została zestawiona na końcu artykułu.

Literatura

- [1] Bolt A.: *Wykorzystanie badań trwałości geotekstyliów w projektowaniu budowli ziemnych*. XV Konferencja Naukowo-Techniczna Geotekstyli w Budownictwie i Ochronie Środowiska. *Szkoła metod projektowania obiektów inżynierskich z zastosowaniem geotekstyliów*. Ustroń, kwiecień 2010.
- [2] Bosak W.: *Konstrukcje gruntowo-powłokowe o dużych rozpiętościach jako przejścia dla zwierząt*. Uniwersytet Zielonogórski, praca magisterska w specjalności drogowo-mostowej wykonana pod kierunkiem prof. UZ A. Wysokowskiego. Zielona Góra 2007.
- [3] Czudec G., Sobala D., Tomaka W.: *Przykłady wpływu błędnego rozpoznania warunków gruntowych na realizację robót budowlanych*. „Inżynieria i Budownictwo” 2009, nr 3.
- [4] Gwizdała K.: *Fundamenty palowe*. T. 1. *Technologie i obliczenia*. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2011.
- [5] Janusz L., Madaj A.: *Obiekty inżynierskie z blach falistych*. *Projektowanie i wykonawstwo*. WKiŁ. Warszawa 2007.
- [6] Jasiński W., Łęgosz A., Nowak A., Pryga-Szulc A., Wysokowski A.: *Zalecenia projektowe i technologiczne dla podatnych drogowych konstrukcji inżynierskich z tworzyw sztucznych*. GDDKiA – IBDiM. Żmigród 2006.
- [7] Kłosiński B.: *Wdrażanie w Polsce i przyszłość Eurokodu 7 Projektowanie geotechniczne*. „Inżynieria i Budownictwo” 2013, nr 3.
- [8] Kłosiński B., Rychlewski P.: *Charakterystyka nowych norm europejskich geotechnicznych*. XXIV Ogólnopolskie Warsztaty WPPK. Wisła 2009.
- [9] Michalski J.B.: *Mechaniczne sprzężenie powłoki w obiektach gruntowo-powłokowych*. „Obiekty Inżynierskie” 2013, nr 3.
- [10] Rowińska W., Wysokowski A., Pryga A.: *Zalecenia projektowe i technologiczne dla podatnych konstrukcji inżynierskich z blach falistych*. GDDKiA – IBDiM. Żmigród 2004.
- [11] Sobala D.: *Projektowanie pali wg Eurokodu 7 – metody i przykłady praktycznego wykorzystania*. Konferencja Podłoże i Fundamenty Budowli Drogowych, Targi Autostrada-Polska. Kielce 2012.
- [12] Wysokowski A., Howis J.: *Przepusty w infrastrukturze komunikacyjnej*. Cz. 1–12. „Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie” 2008, nr 2 (17) – 2012, nr 6 (45).
- [13] Wysokowski A., Howis J.: *Przepusty w infrastrukturze komunikacyjnej*. *Projektowanie przepustów według eurokodów*. Cz. I. *Wprowadzenie*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie” 2013, nr 2 (47); Cz. II. *Podstawy projektowania i oddziaływania na konstrukcję*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie” 2013, nr 3 (48).
- [14] *Eurokody w mostownictwie I*. Materiały szkoleniowe. Infrastruktura Komunikacyjna Sp. z o.o. Żmigród – Rawicz, marzec 2009.
- [15] PKN (Polski Komitet Normalizacyjny): *Polska Norma*. *Aktualnie obowiązujący zestaw eurokodów z zakresu konstrukcji inżynierskich*.
- [16] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. DzU 2012, poz. 463.

**Nowoczesne
Budownictwo
Inżynierskie**
100 lat do niepodległości i wolności

XII Święteczna Drogowo-Mostowa Żmigrodzka
Konferencja Naukowo-Techniczna

11–12 grudnia 2013



PRZEPUSTY I PRZEJŚCIA DLA ZWIERZĄT w infrastrukturze komunikacyjnej

