

Budowa i utrzymanie mostów

Arkadiusz Madaj

Witold Wołowicki

Spis treści

Przedmowa 10

1. Wstęp 11

2. Wymagania ogólne wykonania i odbioru obiektów mostowych 19

2.1. Przebieg procesu inwestycyjnego 19

2.2. Zasady organizacji i przeprowadzania przetargów 23

2.3. Uczestnicy procesu budowlanego 26

2.4. Elementy organizacyjno-prawne procesu budowlanego 28

2.5. Kontrola jakości 30

3. Wymagania techniczne i kontrola jakości robót w procesie budowy mostów 32

3.1. Prace przygotowawcze na terenie budowy 32

3.2. Roboty ziemne, budowa fundamentów i podpór 33

3.3. Badania wyrobów budowlanych 41

3.3.1. Uwagi ogólne 41

3.3.2. Beton zwykły 42

3.3.2.1. Wprowadzenie 42

3.3.2.2. Wymagania dla betonu zwykłego według PN-S-10040;1999 [N65] oraz [N237] i [N238] 44

3.3.2.2.1. Wymagane właściwości betonu 44

3.3.2.2.2. Wymagania dotyczące składników mieszanek betonowych 45

3.3.2.2.3. Wymagania dotyczące mieszanki betonowej, transportu, układania i pielęgnacji betonu 48

- 3.3.2.2.4. Kontrola procesu produkcji i właściwości mieszanki betonowej oraz betonu 55
- 3.3.2.3. Wymagania dla betonu zwykłego według PN-EN206-1 [N99] 55
 - 3.3.2.3.1. Wymagania dotyczące jakości betonu 55
 - 3.3.2.3.2. Wymagania dotyczące składników mieszanek betonowych 58
 - 3.3.2.3.3. Wymagania dotyczące procesów technologicznych 61
 - 3.3.2.3.4. Badania kontrolne i ocena jakości betonu 65
- 3.3.3. Betony samozagęszczalne 66
- 3.3.4. Betony wysokiej wytrzymałości (BWW) 67
- 3.3.5. Betony na cementach hutniczych 67
- 3.3.6. Zaprawy 68
- 3.3.7. Stale 70
- 3.3.8. Drewno 78
- 3.3.9. Materiały kompozytowe 78
- 3.3.10. Inne materiały i wyroby 80
- 3.4. Wymagania i badania związane z budową przęseł stalowych 84
 - 3.4.1. Wykonanie konstrukcji stalowej w wytwórni 85
 - 3.4.2. Badanie konstrukcji stalowej w czasie transportu i montażu 105
- 3.5. Wymagania i badania związane z budową przęseł z betonu (na podstawie PN-S-10040: 1999) [N65] 108
- 3.6. Wymagania i badania związane z budową mostów zespolonych 124
- 3.7. Wymagania i badania związane z budową mostów drewnianych 126
- 3.8. Kontrola robót dotycząca wyposażenia mostów 127
- 4. Badania odbiorcze obiektów mostowych po zakończeniu budowy 129
 - 4.1. Badania po zakończeniu budowy. Cel badań 129
 - 4.2. Próbné obciążenie 130
 - 4.2.1. Cel próbných obciążení 130
 - 4.2.2. Projekt próbného obciążení 133
 - 4.2.3. Badania pod próbným obciążením statycznym 134
 - 4.2.4. Badania pod próbným obciążením dynamiczným 159
 - 4.3. Typowe błędy badań doświadczalnych 173

4.4. Zasady odbioru końcowego	174
5. Utrzymanie i przeglądy użytkowanych mostów	176
5.1. Organizacja służb utrzymaniowych i organizacja przeglądów	176
5.2. Dokumentacja obiektów mostowych	179
5.3. Zasady wykonywania badań i przeglądów	193
5.4. Podstawowy sprzęt do badań mostów	204
5.5. Nośność użytkowa obiektów	206
5.6. Trwałość obiektów mostowych	207
6. Utrzymanie pomostów i elementów wyposażenia mostów	211
6.1. Nawierzchnia mostów i inne elementy wyposażenia a warunki utrzymania. Uwagi ogólne	211
6.2. Nawierzchnie mostów drogowych	213
6.2.1. Przyczyny niszczenia nawierzchni na mostach	213
6.2.2. Ocena stanu technicznego nawierzchni	217
6.2.3. Uszkodzenia nawierzchni na mostach drogowych i sposoby naprawy	219
6.2.3.1. Nawierzchnie z elementów drobnowymiarowych	219
6.2.3.2. Nawierzchnie bitumiczne	220
6.2.3.3. Nawierzchnie drewniane	228
6.3. Nawierzchnia mostów kolejowych	230
6.3.1. Typy nawierzchni kolejowej a warunki utrzymania	230
6.3.2. Tor na mostach. Wymagania ogólne	231
6.3.3. Przyrządy wyrównawcze	233
6.3.4. Urządzenia zabezpieczające pociągi w razie wykolejenia	234
6.3.5. Utrzymanie nawierzchni na moście w zależności od typu	236
6.3.5.1. Pomost typu zamkniętego	236
6.3.5.2. Pomost typu otwartego	244
6.4. Izolacja pomostów	247
6.4.1. Stan izolacji a trwałość mostu	247
6.4.2. Wymagane właściwości podłoża	248
6.4.3. Wymagane właściwości warstw izolacyjnych	252
6.4.4. Rodzaje materiałów hydroizolacyjnych	254
6.4.5. Zasady układania izolacji	262
6.4.6. Lokalne naprawy izolacji	267
6.5. Odwodnienie pomostów	268

- 6.5.1. Mosty drogowe 268
- 6.5.2. Mosty kolejowe 271
- 6.6. Dylatacje 272
 - 6.6.1. Dylatacje mostów drogowych 272
 - 6.6.2. Dylatacje mostów kolejowych 284
- 6.7. Bariery ochronne i poręcze 285
- 6.8. Urządzenia obce na mostach 286
- 6.9. Bezpieczeństwo pożarowe 288
- 7. Utrzymanie przestrzeni podmostowej oraz podpór 290
 - 7.1. Utrzymanie przestrzeni podmostowej w obszarze rzeki i jej zalewów 290
 - 7.1.1. Obserwacje stanu koryta rzeki i podwodnych części podpór 290
 - 7.1.2. Obserwacje zjawisk hydrologicznych w rzece 292
 - 7.1.3. Zabezpieczenie obiektów mostowych przed niszczącym działaniem wód powodziowych i kry lodowej 293
 - 7.1.4. Zabezpieczenie filarów mostów 295
 - 7.1.5. Zabezpieczenie stożków przy przyczółkach oraz nasypów na dojazdach 301
 - 7.1.6. Budowle regulacyjne. Wały kierujące 311
 - 7.2. Utrzymanie przestrzeni podmostowej pod wiaduktami 315
 - 7.3. Utrzymanie podpór 320
 - 7.3.1. Ogólne zasady utrzymania podpór 320
 - 7.3.2. Ocena stanu technicznego podpory 321
 - 7.4. Niektóre sposoby naprawy uszkodzonych podpór 330
 - 7.4.1. Naprawa fugowania podpór ceglanych i kamiennych (lub licówki) 330
 - 7.4.2. Naprawa uszkodzonej powierzchni podpory 331
 - 7.4.3. Naprawa zarysowanych korpusów podpór 333
 - 7.4.4. Uszczelnianie gruntu 334
 - 7.4.5. Podniesienie nośności fundamentu 335
- 8. Utrzymanie przęseł mostów stalowych 340
 - 8.1. Utrzymanie konstrukcji stalowych 340
 - 8.1.1. Charakterystyka uszkodzeń, przyczyny ich powstawania i zapobieganie 340
 - 8.1.2. Zasady podnoszenia trwałości mostu na etapie projektowania 345
 - 8.2. Korozja mostów stalowych 348
 - 8.2.1. Uwagi ogólne 348

8.2.2. Rodzaje korozji, podział techniczny	353
8.2.3. Podatność na korozję w zależności od kształtu	359
8.3. Zabezpieczenia antykorozyjne	360
8.3.1. Uwagi ogólne	360
8.3.2. Metody zabezpieczenia konstrukcji przed korozją	362
8.3.3. Projekt zabezpieczenia antykorozyjnego konstrukcji	371
8.3.4. Oczyszczanie powierzchni	373
8.3.5. Powłoki antykorozyjne i metody ich nakładania	381
8.3.5.1. Powłoki metaliczne	381
8.3.5.2. Powłoki malarskie	389
8.3.5.3. Wymalowania referencyjne	393
8.3.5.4. Powłoki ochronne lin	393
8.3.6. Dozór oraz kontrola prac i pokryć antykorozyjnych	394
8.3.7. Renowacja zabezpieczenia antykorozyjnego	400
8.4. Uszkodzenia połączeń nitowanych	406
8.5. Odporność mostu na obciążenia zmienne	408
8.5.1. Podstawowe informacje dotyczące zmęczenia	408
8.5.2. Pękanie stali	411
8.5.3. Przyczyny powstawania rys i pęknięć	412
8.5.4. Wykrywanie rys i pęknięć	413
8.5.5. Lokalizacja najczęściej występujących pęknięć zmęczeniowych i ich klasyfikacja	414
8.6. Spawalność stali	420
8.7. Mosty ze stali zgrzewnej i wczesnych stali zlewnych	423
8.7.1. Charakterystyka stali zgrzewnych i zlewnych	424
8.7.2. Starzenie jako proces zmieniający właściwości stali	428
8.7.3. Naprężenia dopuszczalne (wytrzymałość obliczeniowa) dla stali zgrzewnych i starych stali zlewnych	428
8.8. Niektóre metody usuwania uszkodzeń mostów stalowych	431
8.8.1. Ogólne uwarunkowania wykonywania napraw konstrukcji stalowej	431
8.8.2. Prostowanie elementów	432
8.8.3. Sposoby doraźnego usuwania skutków pęknięć	438
9. Utrzymanie przęseł mostów betonowych	441
9.1. Charakterystyka uszkodzeń, przyczyny ich powstawania i zapobieganie	441
9.2. Korozja mostów betonowych	446
9.2.1. Uwagi ogólne	446

9.2.2. Korozja betonu	448
9.2.2.1. Ogólna charakterystyka korozji betonu	448
9.2.2.2. Typy korozji betonu w mostach	450
9.2.2.3. Klasyfikacja środowisk korozyjnych	454
9.2.2.4. Wpływ wybranych czynników na korozję betonu	458
9.2.2.5. Ocena stopnia skorodowania i przewidywane postępy korozji	466
9.2.3. Korozja żelbetu i konstrukcji sprężonych	467
9.2.3.1. Korozyjne niszczenie konstrukcji zbrojonych. Czas życia konstrukcji	467
9.2.3.2. Czynniki mające wpływ na tempo korozji stali w betonie	472
9.2.3.3. Zabezpieczenie stali zbrojeniowej przed korozją. Inhibitory korozji	491
9.2.3.4. Badanie zbrojenia w konstrukcjach betonowych	501
9.2.3.5. Określenie rodzaju stali zbrojeniowej i wytrzymałości na podstawie odkrywek	506
9.2.3.6. Wykrywanie korodującego zbrojenia w mostach betonowych	510
9.3. Ochrona przed korozją konstrukcji betonowych	515
9.3.1. Uwagi ogólne	515
9.3.2. Zabezpieczenie powierzchniowe konstrukcji	522
9.3.3. Wybrane sposoby zabezpieczeń powierzchniowych	528
9.3.3.1. Impregnacja betonu materiałami obojętnymi	528
9.3.3.2. Impregnacja materiałami reaktywnymi	532
9.4. Sposób wykonywania zabezpieczenia powierzchniowego	533
9.5. Ocena stanu zabezpieczeń powierzchniowych	534
9.6. Uszkodzenia struktury betonu	536
9.6.1. Charakterystyka uszkodzeń struktury betonu	536
9.6.2. Metody wykrywania niektórych uszkodzeń struktury betonu	536
9.6.3. Rysy w konstrukcjach betonowych. Klasyfikacja	540
9.7. Niektóre metody usuwania uszkodzeń mostów betonowych	550
9.7.1. Materiały do napraw uszkodzeń mostów betonowych i warunki ich stosowania	550
9.7.2. Przygotowanie podłoża	564

9.7.3. Iniekcje	578
9.7.4. Torkretowanie	588
9.7.4.1. Metody torkretowania	588
9.7.4.2. Materiały	590
9.7.4.3. Technologia	592
9.7.4.4. Właściwości betonu nałożonego metodą torkretowania	596
9.7.4.5. Badania jakości torkretu	596
9.7.4.6. Nowe materiały stosowane do torkretu	597
Literatura	600