

Spis treści

Ważniejsze oznaczenia.....	7
1. Wprowadzenie	11
2. Cel i zakres opracowania	13
3. Kompozyty jako zewnętrznie przyklejone zbrojenie.....	15
4. Materiały kompozytowe FRP przydatne do wzmacniania konstrukcji mostowych	17
4.1. Uwagi ogólne.....	17
4.2. Kleje.....	18
4.3. Matryce	19
4.4. Włókna.....	20
4.5. Materiały kompozytowe	21
5. Systemy wzmacniania konstrukcji doklejonym zbrojeniem kompozytowym	26
5.1. Uwagi ogólne.....	26
5.2. Aplikacja mat i arkuszy	26
5.3. Elementy prefabrykowane	28
5.4. Możliwości wzmacniania konstrukcji kompozytami wstępnie sprężonymi	30
5.4.1. Wzmacnianie ustrojów nośnych sprężonymi taśmami kompozytowymi ...	30
5.4.2. Wzmacnianie słupów sprężonymi elementami FRP.....	39
5.5. Podsumowanie	40
6. Wzmacnianie przęseł	42
6.1. Zginanie	42
6.1.1. Uwagi ogólne.....	42
6.1.2. Parametry materiałowe	42
6.1.3. Modele zniszczenia.....	44
6.1.4. Stan graniczny nośności	46
6.1.5. Stan graniczny użytkowalności	50
6.1.5.1. Ograniczenie naprężeń	50
6.1.5.2. Sprawdzenie ugięć.....	50
6.1.5.3. Ograniczenie szerokości rozwarcia rys	51
6.1.5.4. Sprawdzenie przyczepności doklejonego elementu przy zarysowaniu	53
6.1.6. Delaminacja	54
6.2. Ścinanie.....	56
6.2.1. Zależności ogólne	56
6.2.2. Uproszczenia obliczeniowe	60
6.3. Strefa zakotwienia.....	64
6.4. Badania belek wzmacnianych kompozytami	75
6.4.1. Informacje wstępne.....	75
6.4.2. Efektywność wzmacniania kompozytami belek w świetle badań	76
6.5. Podsumowanie	79
7. Wzmacnianie słupów z zastosowaniem taśm i mat FRP	81
7.1. Wprowadzenie	81

7.2. Określenie zachowania się betonu w słupach owiniętych materiałami FRP	81
7.2.1. Oddziaływanie pancerza kompozytowego	81
7.2.2. Naprężenia i odkształcenia opasanego betonu.....	82
7.2.3. Rozszerzalność betonu.....	83
7.2.4. Warunki graniczne.....	84
7.2.5. Modele: naprężenie – odkształcenie.....	85
7.2.5.1. Założenia dla modeli uproszczonych	86
7.2.5.2. Podstawy modeli przydatnych do analiz	89
7.2.5.3. Weryfikacja doświadczalna różnych modeli σ - ϵ	90
7.3. Doświadczalna ocena wzmacniania słupów	93
7.4. Zagadnienia związane ze wzmacnianiem słupów prostokątnych i kołowych	96
7.5. Efektywność bocznego ciśnienia opasania kompozytowego FRP.....	100
7.6. Wzmacnianie słupów, na które działają siły prostopadłe do osi.....	104
7.7. Podsumowanie	107
8. Stan odkształcenia i naprężenia w sklepinie	109
8.1. Ogólne równanie ciągłości połączenia.....	109
8.2. Przypadek belki obciążonej siłą skupioną	115
8.3. Przypadek belki obciążonej równomiernie	125
8.4. Szczególny przypadek – przyklejony element jest tylko rozciągany.....	134
8.4.1. Rozwiązanie bez uwzględnienia efektu momentu zginającego.....	134
8.4.2. Rozwiązanie z uwzględnieniem efektu zginania	137
8.5. Podsumowanie	140
9. Badania własne	141
9.1. Wprowadzenie	141
9.2. Badania konstrukcji wzmocnionych na zginanie taśmami CFRP.....	141
9.2.1. Cel i przedmiot badań.....	141
9.2.2. Metodyka i wyniki badań	144
9.2.3. Wnioski z badań	159
9.3. Badania belek wzmocnionych na zginanie i ścinanie	160
9.3.1. Cel i przedmiot badań.....	160
9.3.2. Metodyka i wyniki badań	162
9.3.3. Podsumowanie.....	169
9.4. Badania dźwigarów mostowych w skali naturalnej.....	171
9.4.1. Informacje ogólne.....	171
9.4.2. Opis badanych dźwigarów.....	171
9.4.3. Metodyka i wybrane wyniki badań.....	173
9.4.4. Wnioski.....	176
9.5. Podsumowanie	176
10. Własny system sprężania taśmami CFRP	177
10.1. Wprowadzenie	177
10.2. Istota problemu	177
10.3. Opis systemu sprężania.....	180
10.3.1. Informacje ogólne.....	180
10.3.2. Blok oporowy	182

10.3.3. Szczęki kotwiące	183
10.3.4. Szczęki naciągowe.....	185
10.4. Technologia wzmacniania konstrukcji taśmami wstępnie naprężonymi	187
10.5. Program i cel badań	192
10.6. Opis dźwigara próbnego	192
10.7. Metodyka badań i ich wyniki.....	193
10.8. Podsumowanie	202
11. Elementy doklejane przy wzmacnianiu stalowych konstrukcji mostowych	205
11.1. Wprowadzenie	205
11.2. Badania własne różnych rodzajów połączeń konstrukcji stalowych	207
11.2.1. Cel i przedmiot badań.....	207
11.2.2. Metodyka badań	211
11.2.3. Wyniki badań.....	212
11.3. Praktyczne zastosowanie połączeń niejednorodnych w konstrukcjach stalowych.....	214
11.3.1. Warunki wyboru rodzaju połączeń.....	214
11.3.2. Przykłady praktycznego stosowania połączeń niejednorodnych w mostowych konstrukcjach stalowych.....	216
11.4. Podsumowanie	220
12. Wnioski i uwagi końcowe.....	222
Literatura.....	224
Streszczenia.....	243