

SPIS TREŚCI

Oznaczenia.....	7
1. Wstęp	11
2. Przegląd badań, sformułowanie tez pracy	14
2.1. Badania słupów dwukierunkowo mimośrodowo ściskanych wykonanych z betonów zwykłych	15
2.1.1. Badania przeprowadzone przez Bresler (1960) [38].....	15
2.1.2. Badania przeprowadzone przez Ramamurthy (1966) [109].....	15
2.1.3. Badania przeprowadzone przez Hsu (1974) [67]	17
2.1.4. Badania przeprowadzone przez Furlong (1979) [59]	18
2.1.5. Badania przeprowadzone przez Kamińską (1995) [74]	19
2.1.6. Badania przeprowadzone przez Kim i Lee (2000) [80]	20
2.1.7. Badania przeprowadzone przez Meek (1963) [99].....	22
2.2. Badania słupów dwukierunkowo mimośrodowo ściskanych wykonanych z BWW	23
2.2.1. Badania przeprowadzone przez Sarker et al. (2001) [116].....	23
2.2.2. Badania przeprowadzone przez Hsu et al. (1995) [72]	24
2.2.3. Badania przeprowadzone przez Shin et al. (2006) [120].....	26
2.2.4. Badania przeprowadzone przez Pallarés et al. (2008) [104]	27
2.3. Podsumowanie dotychczas prowadzonych badań eksperymentalnych	29
2.4. Cel, tezy i zakres pracy	31
3. Wybrane metody analizy odkształcalności i nośności	34
3.1. Uproszczona analiza efektów drugiego rzędu słupów jednokierunkowo mimośrodowo ściskanych	34
3.1.1. Analiza drugiego rzędu oparta na nominalnej krzywiznie (NC) według EC2 [8].....	35
3.1.2. Analiza drugiego rzędu oparta na nominalnej sztywności (NS) według EC2 [8].....	37
3.1.3. Analiza drugiego rzędu według ACI [1].....	40
3.2. Uproszczona analiza efektów drugiego rzędu słupów dwukierunkowo mimośrodowo ściskanych	41
3.2.1. Analiza drugiego rzędu według Bonet et al. [32], oparta na sztywności słupa	42

3.2.2. Analiza drugiego rzędu według Bonet et al. [33], oparta na krzywiźnie słupa	44
3.3. Metody określania nośności słupów dwukierunkowo mimośrodowo ściskanych	45
3.3.1. Kryteria obliczania nośności słupów oddzielnie dla każdego kierunku	45
3.3.2. Wybrane metody uproszczone	46
3.3.3. Metody dokładne	50
4. Badania własne	53
4.1. Program oraz metodyka badań	53
4.1.1. Charakterystyka głównych elementów badawczych	53
4.1.2. Wykonanie elementów badawczych	55
4.1.3. Podstawowe stanowisko badawcze	63
4.1.4. Aparatura pomiarowa	65
4.2. Badania uzupełniające	66
4.2.1. Własności mechaniczne zastosowanego betonu	66
4.2.2. Własności mechaniczne zastosowanej stali zbrojeniowej	70
4.3. Wyniki badań głównych	72
4.3.1. Element S-1	72
4.3.2. Element S-2	77
4.3.3. Element S-3	82
4.3.4. Element S-4	87
4.3.5. Element S-5	92
4.3.6. Element S-6	97
4.3.7. Element S-7	102
4.3.8. Element S-8	107
4.3.9. Element S-9	112
4.3.10. Element S-10	117
4.3.11. Element S-11	122
4.3.12. Element S-12	127
4.3.13. Element S-13	132
4.3.14. Element S-14	138
4.3.15. Element S-15	142
4.3.16. Element S-16	148
4.4. Podsumowanie wyników badań głównych	152
5. Analiza nośności i odkształcalności badanych słupów	156
5.1. Porównanie wielkości doświadczalnych efektów drugiego rzędu z metodami uproszczonymi zawartymi w EC2, ACI i PN	156
5.2. Porównanie nośności eksperymentalnej z metodą dokładną i metodami uproszczonymi zawartymi w EC2 i ACI	165
5.3. Numeryczny opis zagadnienia	175

5.3.1. Model fizyczny betonu	175
5.3.2. Model fizyczny stali	180
5.3.3. Skończenie elementowy model słupów S-1 do S-16	181
5.3.4. Wyniki obliczeń	183
5.3.4.1. Element S-1	183
5.3.4.2. Element S-2	185
5.3.4.3. Element S-3	186
5.3.4.4. Element S-4	188
5.3.4.5. Element S-5	189
5.3.4.6. Element S-6	191
5.3.4.7. Element S-7	192
5.3.4.8. Element S-8	194
5.3.4.9. Element S-9	196
5.3.4.10. Element S-10	198
5.3.4.11. Element S-11	199
5.3.4.12. Element S-12	201
5.3.4.13. Element S-13	202
5.3.4.14. Element S-14	204
5.3.4.15. Element S-15	205
5.3.4.16. Element S-16	207
5.3.5. Porównanie efektów drugiego rzędu wyznaczonych MES z eksperymentem i z metodami uproszczonymi	209
5.3.6. Podsumowanie wyników analizy numerycznej	214
6. Podsumowanie i wnioski końcowe	216
Literatura	220
Streszczenie	230
Summary	234
Załączniki	
1. Wyznaczenie mimośrodków początkowych	239
2. Wyznaczenie przemieszczeń, kątów obrotu przekroju słupa i kątów odchylenia płaszczyzny ugięcia	241
3. Wyznaczenie krzywizny badanych słupów	246
4. Wyznaczenie powierzchni interakcji metodą dokładną	248
5. Pliki wsadowe do programu DIANA	251