



Analiza wpływu losowego rozkładu luzów montażowych na ugięcia i nośność belek składanych

JAN MARSZAŁEK, MIECZYŚLAW PIECHOTA

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Katedra Budownictwa
Komunikacyjnego i Inżynierii Wojskowej, ul. Gen. W. Urbanowicza 2, 00-908 Warszawa,
jan.marszalek@wat.edu.pl, mieczyslaw.piechota@wat.edu.pl

Streszczenie. Artykuł obejmuje analizę wpływu losowego rozkładu luzów montażowych o różnych wielkościach na ugięcia i nośność belki składanej opartej na podporach stałych. Analiza ta zawiera siedem wariantów losowego występowania poszczególnych sworzni w połączeniach między składnikami belki składanej dwuprzęsłowej. Wyniki pomiarów dla tych wariantów zostały porównane z wynikami uzyskanymi dla wariantu ze stałym (średnim) luzem montażowym. Analizy ugięć i nośności potwierdziły słuszność przyjmowania w obliczeniach mostów składanych stałego luzu montażowego. Problematykę tę podjęto po raz pierwszy, co świadczy o oryginalności tego opracowania.

Słowa kluczowe: budownictwo lądowe, mosty składane, luzy montażowe

DOI: 10.5604/01.3001.0011.8037

1. Wprowadzenie

Dotychczas w obliczeniach mostów składanych przyjmuje się, że luzy w złączach są stałe, co oczywiście jest pewnym przybliżeniem. Szczególnie dla wielokrotnie eksploatowanych konstrukcji luz w złączu powiększa się w wyniku tarcia między sworzniem a uchem oraz deformacją przeciążonego połączenia. Stąd luzy będą różne w zależności od umiejscowienia w konstrukcji mostu. Cechą mostów składanych jest fakt, że element składany może się znaleźć losowo w dowolnym miejscu montowanej konstrukcji mostu. W związku z tym dla wyeksploatowanych konstrukcji (a z takimi mamy do czynienia) luzy są różne. Ustalenie faktycznych luzów jest bardzo utrudnione, a wręcz niemożliwe, więc przyjmujemy luz stały dla całej konstrukcji.

Takie rozważania przeprowadzone były m.in. w rozprawie doktorskiej [5] oraz innej literaturze dotyczącej mostów (belek) składanych [1, 2, 3, 4]. Założony stały luz montażowy daje stały kąt obrotu między składnikami. Sposób wyznaczenia tego kąta obrotu przedstawia wzór 1.1:

$$\varphi_0 = \frac{2\Delta}{h_0}, \quad (1.1)$$

gdzie: Δ — luz montażowy jako różnica średnicy otworu i średnicy sworznia;
 h_0 — odległość między dwiema płaszczyznami połączeń.

Szczegółowe rozważania na ten temat przedstawiono w pracy [2]. Przyjęto w tych analizach stały kąt obrotu względem siebie dwóch dowolnych składników układu oraz pominięto wpływ siły tnącej T na przemieszczenia geometryczne pionowe składników, jako wielkości niższego rzędu w porównaniu z analogicznymi przemieszczeniami pochodzącymi od obrotów (momentów).

W niniejszym artykule zaprezentowano na badaniach modelowych, jaki wpływ ma przyjęcie stałego luzu na ugięcia i nośność konstrukcji. Istotą tej analizy było losowe dobranie dostępnych sworzni o różnej wielkości do połączenia składników w kolejnych punktach modelu belki składanej. Wykonano pomiar ugięć belki w miejscach połączeń składników dla różnych wariantów losowego rozmieszczenia poszczególnych sworzni oraz różnych wariantów obciążenia zewnętrznego.

Artykuł jest wstępem do analiz szczegółowych wpływu luzów o różnych wielkościach na siły wewnętrzne i odkształcenia kinematyczne w wieloprzęsłowych mostach składanych opartych na podporach stałych, sprężystych oraz osiadających niesprężysto.

2. Opis modelu belki składanej

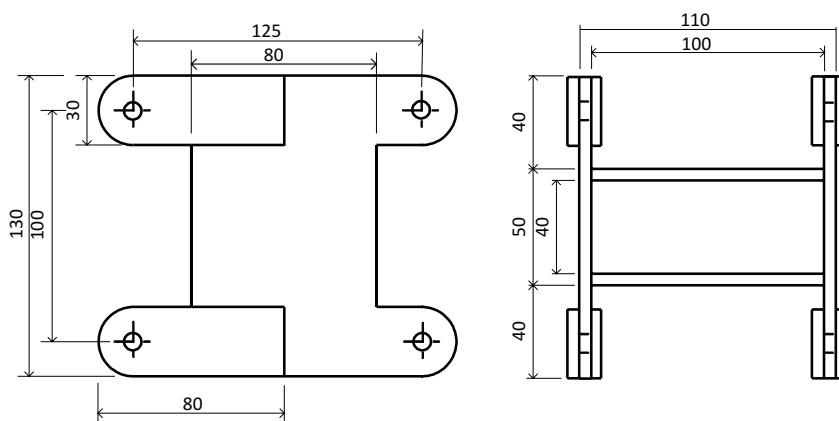
2.1. Opis konstrukcji przęsłowej modelu belki składanej

Przedmiotem analizy jest stalowa belka składana złożona z powtarzalnych składników (rys. 2.1), których wymiary główne przedstawiono na rysunku 2.2.

Na podstawie szczegółowych pomiarów, które zostały przedstawione w rozprawie doktorskiej [5], średnia średnica otworu montażowego wynosi $D = 8,01 \pm 0,01$ mm.



Rys. 2.1. Pojedynczy składnik modelu belki składanej [4]



Rys. 2.2. Wymiary składnika modelu belki składanej [4]

2.2. Złącza połączeń między składnikami

Do połączenia składników w model użyto sworzni o różnych średnicach (rys. 2.3). Dla rozróżnienia oznaczono je różnymi kolorami.

Dla poszczególnych połączeń sworzniowych w pracy [5] wyznaczono odpowiadające im stałe kąty obrotu pomiędzy składnikami modelu. Wartości tych kątów przedstawiono w tabeli 2.1.



Rys. 2.3. Widok sworzni

TABELA 2.1

Wartości kątów obrotu dla poszczególnych połączeń sworzniowych

| Lp. | Rodzaj sworznia | Średnica sworznia [mm] | Wartość kąta obrotu |
|-----|-----------------|------------------------|---------------------|
| 1 | S_{w1} | 7,88 | 0,00254 |
| 2 | S_{w2} | 7,75 | 0,00535 |
| 3 | S_{w3} | 7,38 | 0,01295 |

Przyjęcie trzech wielkości średnic sworzni do połączeń w dwóch płaszczyznach (górną–dół) pozwoliło na uzyskanie sześciu wartości kątów obrotu między składnikami modelu (tab. 2.2).

TABELA 2.2

Wartości kątów obrotu dla kombinacji połączeń sworzniowych

| Lp. | Rodzaj kombinacji połączeń sworzniowych | Wartość średnia kąta obrotu | Oznaczenie kąta |
|-----|---|-----------------------------|-----------------|
| 1 | S_{w1} i S_{w1} | 0,002540 | Φ_{01} |
| 2 | S_{w1} i S_{w2} | 0,003945 | Φ_{02} |
| 3 | S_{w2} i S_{w2} | 0,005350 | Φ_{03} |
| 4 | S_{w1} i S_{w3} | 0,007745 | Φ_{04} |
| 5 | S_{w2} i S_{w3} | 0,009150 | Φ_{05} |
| 6 | S_{w3} i S_{w3} | 0,012950 | Φ_{06} |

2.3. Charakterystyka obciążenia

Pomiar odkształceń belki składanej przeprowadzono dla siedmiu wariantów obciążenia przyłożonego w środku pierwszego przęsła. Wielkości tych obciążeń przedstawiono w tabeli 2.3.

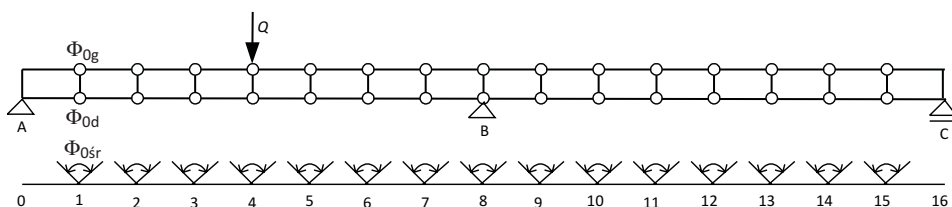
TABELA 2.3

Charakterystyka obciążenia

| Lp. | Rodzaj obciążenia | Wartość ciężaru |
|-----|-------------------|-----------------|
| | | Ciężar własny |
| 1 | Q_1 | 0,163 kN |
| 2 | Q_2 | 0,325 kN |
| 3 | Q_3 | 0,488 kN |
| 4 | Q_4 | 0,651 kN |
| 5 | Q_5 | 0,717 kN |
| 6 | Q_6 | 0,782 kN |
| 7 | Q_7 | 0,847 kN |

2.4. Dane do analizy numerycznej

Przedmiotem analizy jest model belki dwuprzęsłowej z ośmioma składnikami w przęśle obciążonej w środku pierwszego przęsła (rys. 2.4).



Rys. 2.4. Schemat pomiarowy

Do połączeń użyto po dziesięć sworzni S_{w1} , S_{w2} i S_{w3} . Miejsce występowania poszczególnych sworzni wybrano losowo dla siedmiu wariantów. Wariant ósmy przedstawia najbardziej niekorzystne przyjęcie miejsca występowania poszczególnych połączeń, gdzie w pierwszym przęśle (obciążonym) występują luzy największe. Wariant dziewiąty natomiast przedstawia sytuację odwrotną. Wariant dziesiąty prezentuje sytuację pośrednią dla symetrycznego ustawienia połączeń w obu przęsłach (rys. 2.5). Występowanie kątów obrotu w danych punktach połączeń składników dla poszczególnych wariantów przedstawiono w tabeli 2.4.



Rys. 2.5. Widok belki składanej w wariantcie pośrednim

Dla przedstawionych w tabeli 2.4 wariantów pomiarowych obliczono średnie kąty obrotu w poszczególnych przęsłach belki. Wartości tych kątów oraz procentowe odchylenie od wartości średniej przedstawiono w tabeli 2.5.

TABELA 2.4

Kąty obrotu w poszczególnych punktach połączeń składników belki

| Nr wariantu | Nr kolejnego połączenia | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Φ_{01} | Φ_{02} | Φ_{06} | Φ_{04} | Φ_{04} | Φ_{03} | Φ_{02} | Φ_{02} | Φ_{01} | Φ_{06} | Φ_{05} | Φ_{02} | Φ_{05} | Φ_{05} | Φ_{05} |
| 2 | Φ_{02} | Φ_{06} | Φ_{04} | Φ_{01} | Φ_{04} | Φ_{05} | Φ_{04} | Φ_{01} | Φ_{02} | Φ_{05} | Φ_{05} | Φ_{03} | Φ_{02} | Φ_{05} | Φ_{05} |
| 3 | Φ_{05} | Φ_{05} | Φ_{02} | Φ_{02} | Φ_{05} | Φ_{04} | Φ_{06} | Φ_{05} | Φ_{02} | Φ_{04} | Φ_{03} | Φ_{04} | Φ_{01} | Φ_{04} | Φ_{02} |
| 4 | Φ_{02} | Φ_{03} | Φ_{04} | Φ_{04} | Φ_{02} | Φ_{06} | Φ_{05} | Φ_{04} | Φ_{02} | Φ_{01} | Φ_{06} | Φ_{03} | Φ_{04} | Φ_{05} | Φ_{02} |
| 5 | Φ_{03} | Φ_{02} | Φ_{05} | Φ_{04} | Φ_{02} | Φ_{01} | Φ_{05} | Φ_{04} | Φ_{02} | Φ_{05} | Φ_{06} | Φ_{03} | Φ_{01} | Φ_{04} | Φ_{06} |
| 6 | Φ_{04} | Φ_{04} | Φ_{04} | Φ_{05} | Φ_{06} | Φ_{03} | Φ_{05} | Φ_{02} | Φ_{02} | Φ_{02} | Φ_{03} | Φ_{01} | Φ_{05} | Φ_{06} | Φ_{01} |
| 7 | Φ_{06} | Φ_{05} | Φ_{04} | Φ_{04} | Φ_{05} | Φ_{02} | Φ_{02} | Φ_{01} | Φ_{05} | Φ_{02} | Φ_{02} | Φ_{02} | Φ_{06} | Φ_{05} | Φ_{02} |
| 8 luz max. | Φ_{06} | Φ_{06} | Φ_{06} | Φ_{06} | Φ_{06} | Φ_{03} | Φ_{03} | Φ_{03} | Φ_{03} | Φ_{03} | Φ_{01} | Φ_{01} | Φ_{01} | Φ_{01} | Φ_{01} |
| 9 luz min. | Φ_{01} | Φ_{01} | Φ_{01} | Φ_{01} | Φ_{01} | Φ_{03} | Φ_{03} | Φ_{03} | Φ_{03} | Φ_{03} | Φ_{06} | Φ_{06} | Φ_{06} | Φ_{06} | Φ_{06} |
| 10 luz średni | Φ_{04} | Φ_{04} | Φ_{04} | Φ_{04} | Φ_{04} | Φ_{03} | Φ_{03} | Φ_{03} | Φ_{03} | Φ_{03} | Φ_{04} | Φ_{04} | Φ_{04} | Φ_{04} | Φ_{04} |

TABELA 2.5

Wartości średnie kątów w I i II przęśle

| Nr wariantu | Wartość średniego kąta | | Iloraz Φ_I / Φ_{II} | Odchylenie od wariantu średniego \pm [%] |
|---------------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|--|
| | I przęśło obciążone Φ_I | II przęśło obciążone Φ_{II} | | |
| 1 | 0,006159 | 0,007734 | 0,796 | 11,3 |
| 2 | 0,007079 | 0,006815 | 1,039 | 1,9 |
| 3 | 0,008081 | 0,005812 | 1,390 | 16,3 |
| 4 | 0,007294 | 0,006600 | 1,105 | 5,0 |
| 5 | 0,006093 | 0,007800 | 0,781 | 12,3 |
| 6 | 0,008241 | 0,005652 | 1,458 | 18,6 |
| 7 | 0,007453 | 0,006440 | 1,157 | 7,3 |
| 8 luz max. | 0,010417 | 0,003477 | 2,996 | 50,0 |
| 9 luz min. | 0,003477 | 0,010417 | 0,334 | 50,0 |
| 10 luz średni | 0,006947 | 0,006947 | 1,000 | 0,0 |

Należy tutaj nadmienić, że kąt obrotu w połączeniu sworzniami S_{w3} jest ponad pięciokrotnie większy niż kąt obrotu w połączeniu sworzniami S_{w1} . Uwzględniając

wartości pośrednie połączenia sworzniami S_{w2} , otrzymano, w wariancie najbardziej niekorzystnym, średni kąt obrotu w pierwszym przęśle trzykrotnie większy niż w przęśle drugim.

2.5. Wymagania dotyczące pomiarów

Z uwagi na dokładność pomiarów niezbędne było określenie minimalnej liczby kombinacji losowych n . W tym celu wykorzystano model dla wartości średniej o nieznanym odchyleniu standardowym (wzór 2.1):

$$n \geq \left(t_{1-\frac{\alpha}{2}}^{n_0-1} \frac{s}{d} \right)^2, \quad (2.1)$$

gdzie: n — szukana liczba kombinacji;
 d — maksymalny dopuszczalny błąd pomiaru;
 s — odchylenie standardowe oszacowane z próby wstępnej;
 $t_{1-\frac{\alpha}{2}}^{n_0-1}$ — wartość krytyczna odczytana z tablicy rozkładu t -Studenta;
 α — poziom istotności;
 n_0 — liczba pomiarów w próbie wstępnej.

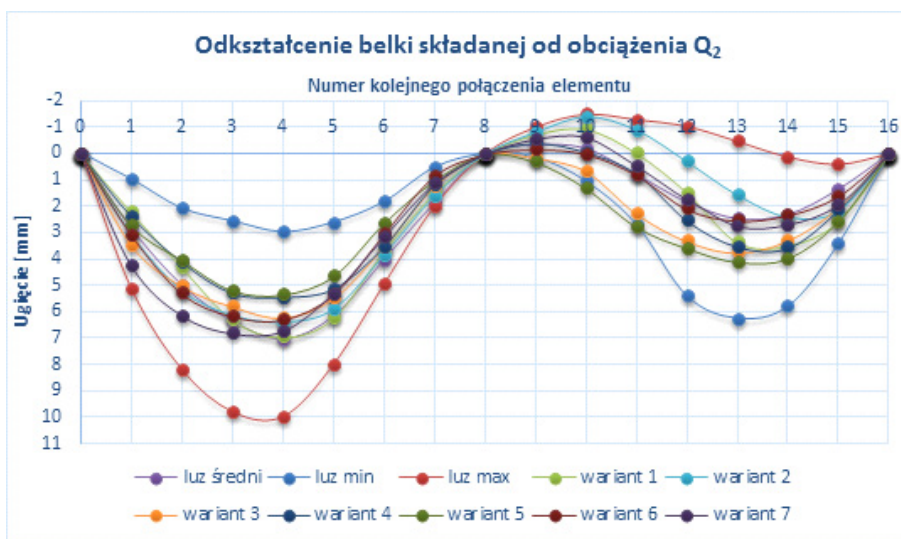
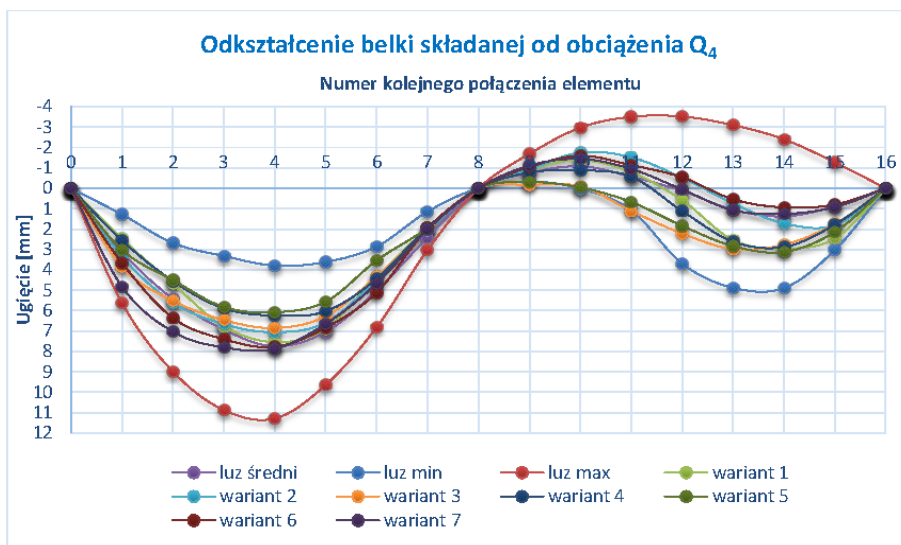
W tym celu przeprowadzono losowanie połączeń sworzniowych dla siedmiu kombinacji jako próby wstępnej. Określono dla każdej z tych kombinacji średnie kąty obrotu w złączach pierwszego przęśla (obciążonego) oraz założono poziom istotności na poziomie $\alpha = 5\%$ (poziom ufności na poziomie 95%) i maksymalny błąd określenia kąta obrotu $d = 0,001$. Z tablicy rozkładu t -Studenta odczytano wartość krytyczną dla $n_0 = 7$, $t_{0,975}^6 = 2,4469$. Odchylenie standardowe s dla tych kombinacji określono na poziomie 0,000712. Minimalna liczba kombinacji wyniosła 4. Wyniki z próby wstępnej okazały się wystarczające.

3. Analiza wyników z uzyskanych pomiarów

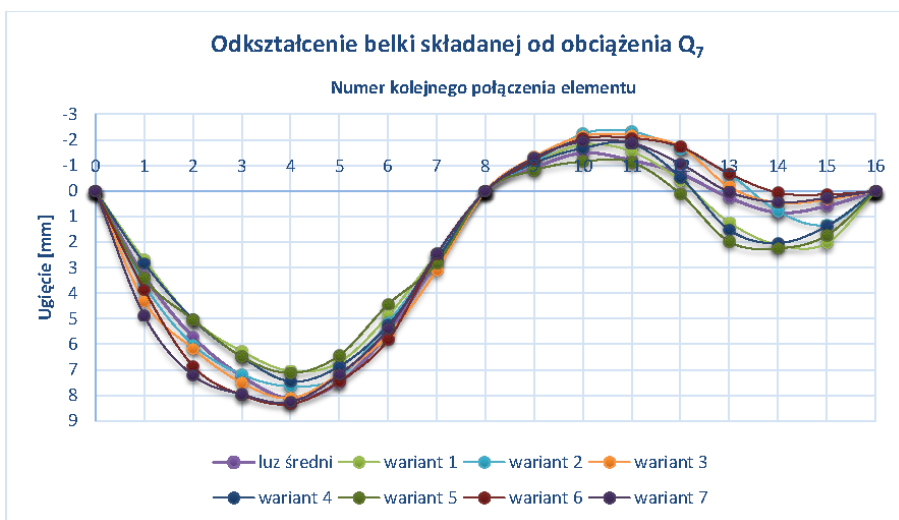
3.1. Analiza ugięć

Dla poszczególnych wariantów (tab. 2.4) wykonano pomiary odkształceń kinematycznych belki składanej w kolejnych etapach obciążenia (tab. 2.3). Odkształcenie belki od obciążenia zewnętrznego Q_2 i Q_4 przedstawiono odpowiednio na rysunkach 3.1 i 3.2 dla wszystkich wariantów.

Analizując powyższe dwa wykresy, widać, że odkształcenie belki składanej w wariantach losowych oscyluje wokół odkształcenia pośredniego (linia fioletowa).

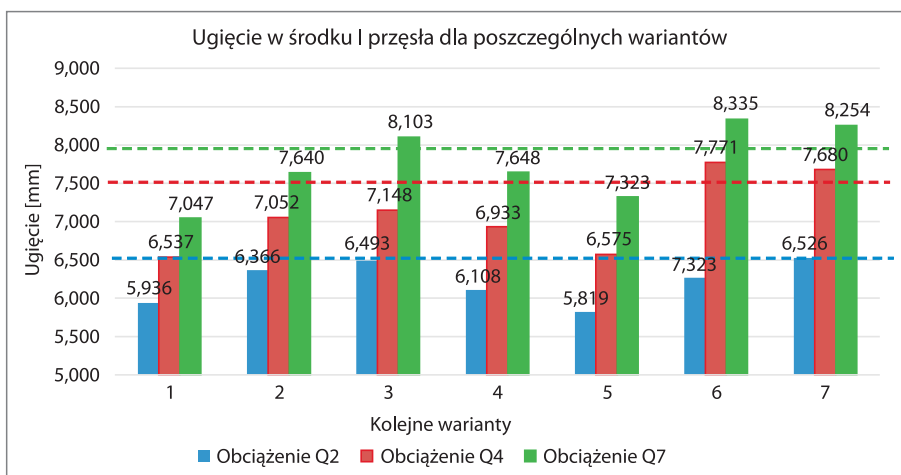
Rys. 3.1. Odształcenie belki składanej od obciążenia Q_2 Rys. 3.2. Odształcenie belki składanej od obciążenia Q_4

Przy obciążeniu Q_4 w wariantcie ósmym (luz max.) uzyskano pełne zwarcie w połączeniach drugiego przęsła. Dalsze dociążenie powodowało podrywanie drugiego przęsła na podporze nr C. Na rysunku 3.3 przedstawiono odkształcenia belki przy pełnym obciążeniu Q_7 dla siedmiu wariantów losowych i wariantu pośredniego.



Rys. 3.3. Odształcenie belki składanej od obciążenia Q

Dla lepszego zobrazowania, na rysunku 3.4 zaprezentowano graficznie ugięcia w środku pierwszego przęsła (miejsce przyłożenia obciążenia zewnętrznego) dla poszczególnych losowych wariantów (słupki) na tle ugięcia w wariantie pośrednim (poziome linie przerywane).



Rys. 3.4. Ugięcia w środku pierwszego przęsła dla poszczególnych wariantów

Wyraźne różnice ugięć dają się zauważyć w wariantach 1 i 5 w stosunku do wariantów 3, 6 i 7. Wynika to głównie z dużych różnic średnich kątów obrotu w poszczególnych przęsłach (tab. 2.5). W tabeli 3.1 przedstawiono różnice procentowe

między ugięciem belki w środku pierwszego przęsła w danym wariancie losowym a ugięciem w wariancie pośrednim dla trzech różnych obciążeń zewnętrznych. Różnice te nie przekraczają 13%.

TABELA 3.1

Różnice ugięć belki w odniesieniu do wariantu pośredniego

| Obciążenie | | Wariant | | | | | | | |
|----------------|--------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 10 średni |
| Q ₂ | Ugięcie [mm] | 5,936 | 6,366 | 6,493 | 5,908 | 5,819 | 6,269 | 6,526 | 6,524 |
| | Różnica [%] | -9,0 | -2,4 | -0,5 | -9,4 | -10,8 | -3,9 | 0,0 | |
| Q ₄ | Ugięcie [mm] | 6,537 | 7,052 | 7,148 | 6,733 | 6,575 | 7,771 | 7,680 | 7,506 |
| | Różnica [%] | -12,9 | -6,0 | -4,8 | -10,3 | -12,4 | 3,5 | 2,3 | |
| Q ₇ | Ugięcie [mm] | 7,047 | 7,640 | 8,103 | 7,448 | 7,323 | 8,335 | 8,254 | 7,925 |
| | Różnica [%] | -11,1 | -3,6 | 2,2 | -6,0 | -7,6 | 5,2 | -4,4 | |

3.2. Analiza nośności

W tym podpunkcie została przeprowadzona analiza wpływu losowości rozkładu luzów montażowych na wartości momentów zginających w przęsle obciążonym i nad podporą pośrednią. Analizę tę wykonano zgodnie z teorią obliczania mostów składanych z wykorzystaniem metody funkcji kompensacji momentów podporowych. Wykorzystano do tego wzór na moment podporowy w belce składanej (wzór 3.1).

$$M_1 = M_{01} F_n, \quad (3.1)$$

gdzie: M_{01} — moment podporowy w belce monolitycznej,
 F_n — funkcja kompensacji momentów podporowych wyznaczona ze wzoru 3.2.

$$F_n = 1 - \frac{\varphi_0}{\varphi_n}, \quad (3.2)$$

gdzie: φ_0 — średni kąt obrotu na podporze pośredniej;
 φ_n — sumaryczny kąt obrotu od obciążenia zewnętrznego i obrotu kinematycznego.

Wartość momentu zginającego w środku przęsła wyznaczona zostanie na podstawie zależności (wzór 3.3).

$$M_n = M_{0n} - \frac{M_1}{2}, \quad (3.3)$$

gdzie: M_{0n} — moment przęsłowy w belce monolitycznej.

W tabeli 3.2 przedstawiono wartości momentów zginających dla poszczególnych wariantów losowych, wariantu pośredniego oraz najbardziej niekorzystnego. Analizę wielkości momentów przeprowadzono dla trzech wielkości obciążenia zewnętrznego. W tabeli przedstawiono tylko wariant obciążenia najbardziej niekorzystny dla Q_7 , gdzie wartości momentów zginających w belce monolitycznej wynoszą: $M_{01} = -108,53$ Nm i $M_{0n} = 186,61$ Nm.

TABELA 3.2

Wartości momentów zginających dla różnych wariantów

| Wariant | Kąt obrotu | Wartość funkcji | Moment zginający w belce składanej | | Różnica w stosunku do wariantu średniego [%] | |
|--------------|-------------|-----------------|------------------------------------|------------|--|-----------|
| | φ_0 | F_n | M_1 [Nm] | M_n [Nm] | Dla M_1 | Dla M_n |
| 1 | 0,006434 | 0,8596 | -93,299 | 194,226 | 0,21 | -0,05 |
| 2 | 0,006671 | 0,8596 | -93,289 | 194,230 | 0,11 | -0,03 |
| 3 | 0,007735 | 0,8592 | -93,254 | 194,248 | -0,27 | 0,06 |
| 4 | 0,007472 | 0,8593 | -93,262 | 194,244 | -0,18 | 0,04 |
| 5 | 0,006997 | 0,8594 | -93,277 | 194,236 | -0,02 | 0,00 |
| 6 | 0,006310 | 0,8597 | -93,304 | 194,223 | 0,27 | -0,07 |
| 7 | 0,005308 | 0,8602 | -93,355 | 194,197 | 0,81 | -0,20 |
| Niekorzystny | 0,00359 | 0,8616 | -93,507 | 194,121 | 2,44 | -0,59 |
| Średni | 0,006947 | 0,8595 | -93,279 | 194,236 | - | - |

Jak wynika z powyższej tabeli, największa różnica wartości momentów zginających podporowych i przęsłowych dla losowego rozkładu luzów montażowych występuje w wariantcie nr 7 i wynosi odpowiednio 0,81% i 0,20%. Dla skrajnego rozkładu luzów montażowych (najbardziej niekorzystnego) różnica ta wynosi 2,44% dla momentu zginającego podporowego i 0,59% dla momentu zginającego przęsłowego.

4. Podsumowanie i wnioski końcowe

W artykule podjęto problem wpływu zmienności wielkości luzów montażowych na ugięcia i nośność belki składanej opartej na podporach stałych. Z przeprowadzonych analiz można wyciągnąć następujące wnioski:

1. W analizie uwzględniono największe luzy montażowe pięciokrotnie większe od najmniejszych, co dało różnice ugięć w środku pierwszego przęsła między poszczególnymi wariantami losowymi a wariantem pośrednim nieprzekraczające 13%.
2. W konstrukcjach mostów składanych różnice wielkości luzów montażowych nie przekraczają dwukrotności, a zatem różnice ugięć będą zdecydowanie mniejsze.
3. Znikomy wpływ na wartości momentów zginających w belkach składanych ma losowy rozkład luzów montażowych.
4. Z badań modelowych przedstawionych w niniejszym artykule wypływa generalny wniosek, że dla różnych wielkości luzów w złączach (występuje to w rzeczywistości) w stosunku do stałego luzu Δ (przyjmowanego w obliczeniach) zmiana nośności nie przekracza $\pm 1\%$. Przyjmowanie więc w obliczeniach inżynierskich stałego luzu Δ znakomicie upraszcza proces obliczeniowy, a jednocześnie zapewnia uzyskanie wyników na wymaganym poziomie dokładności.
5. W dalszych badaniach zespół planuje podjąć problematykę związaną z pracą wieloprzęsłowych belek składanych opartych na podporach sprężystych oraz osiadających niesprężysto.

Źródło finansowania: PBS-662/2017.

Artykuł wpłynął do redakcji 22.11.2017 r. Zweryfikowaną wersję po recenzjach otrzymano 12.12.2017 r.

LITERATURA

- [1] BURSZTYNOWSKI Z., *Mosty składane. Podstawy obliczeń*, PWN, Warszawa, 1985.
- [2] MARSZAŁEK J. i in., *Mosty składane. Projektowanie, badania i eksploatacja*, podręcznik, Wydawca GDDKiA i WAT, Warszawa, 2005.
- [3] MARSZAŁEK J., PIECHOTA M., *Metoda szybkiej oceny nośności mostów składanych opartych na podporach pływających*, Biuletyn WAT, 63, 4, 2014.
- [4] MARSZAŁEK J., PIECHOTA M., *Wyznaczanie funkcji kompensacji momentów podporowych z badań modelu belki składanej opartej na podporach podatnych*, Biuletyn WAT, 64, 3, 2015.
- [5] PIECHOTA M., *Analiza pracy mostów składanych na podporach podatnych obciążonych pojazdem w ruchu*, rozprawa doktorska, Warszawa, 2016.

J. MARSZAŁEK, M. PIECHOTA

Analysis of influence of random distribution of assembly clearance on deflection and load capacity of folding beams

Abstract. The article includes the analysis of influence of random distribution of assembly clearance of various sizes on deflections and the load capacity of the folding beam based on fixed supports. This analysis includes seven variants of the random occurrence of individual pins in the interconnections between the two-span folded beam components. Measurement results for these variants were compared

with the results obtained for the variant with fixed (medium) assembly clearance. Analyses of deflections and load capacity confirmed the correctness of acceptance of the fixed assembly clearance for the calculation of folding bridge. This issue was undertaken for the first time, which is the originality of this study.

Keywords: civil engineering, folding bridges, assembly clearance

DOI: 10.5604/01.3001.0011.8037

