

Визначення точності геодезичних робіт при монтажі мостових переходів на основі теорії розмірних ланцюгів

Олександр Адаменко

Кафедра інженерної геодезії, Київський національний Університет Будівництва і Архітектури, Україна м.Київ, пр.Воздухофлотський, 31, E-mail: Adamaleksandr@i.ua

The article contains the information about new principles of accuracy surveying in geodetic engineering in the course of bridge crossings building on the basis of dimension chain theory.

Ключові слова – bridge, dimension chain theory, accuracy surveying in geodetic engineering.

I. Вступ

Мостові переходи відносяться до унікальних об'єктів. Їх будівництво до цих пір носить експериментальний характер. У практиці будівництва таких об'єктів виникає цілий ряд конструкторських і технологічних питань, які вимагають. Одним з таких питань, є нормування точності геодезичних робіт при будівництві мостових переходів. Найбільш розповсюдженим методом, що дозволяє отримати такі дані є теорія розмірних ланцюгів.

II. Викладення основного матеріалу

Загальна ідея теорії розмірних ланцюгів полягає в наступному. Кожний об'єкт будівництва, або його частина, представляється як сукупність окремих елементів, що мають деякий розмір (розмірні ланки). Разом розмірні ланки складають розмірний ланцюг. Теорія розмірних ланцюгів визначає залежність точності визначення довжини ланцюга від точності визначення довжини окремих ланок, і навпаки.

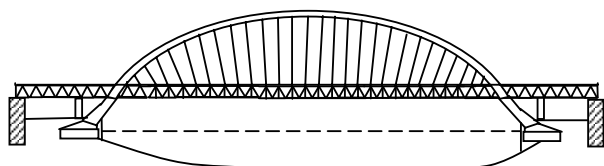


Рис. 1 Схема мостового переходу

Загальна ідея теорії розмірних ланцюгів полягає в наступному. Кожний об'єкт будівництва, або його частина, представляється як сукупність окремих елементів, що мають деякий розмір (розмірні ланки). Разом розмірні ланки складають розмірний ланцюг. Теорія розмірних ланцюгів визначає залежність точності визначення довжини ланцюга від точності визначення довжини окремих ланок, і навпаки.

Мостовий перехід є, в першу чергу, лінійним об'єктом. В проєкті виконання робіт проєктанти звичайно розміщують допуски на виготовлення будівельних конструкцій мосту. Геодезисти також можуть використовувати ці дані, визначаючи точність геодезичних робіт по забезпеченню монтажу цих будівельних конструкцій.

Розглянемо конструкцію мостового переходу. По конструкції це арочний міст, отже основна несуча конструкція моста - безшарнірна арка, прольотом $l=312$ м, її стріла підйому $f=54,7$ м. Контур осі арки, судячи по геометричних розмірах, - квадратна парабола. За допомогою тросів арка підтримує балку жорсткості - конструкцію, яка забезпечуватиме пересування по мосту. Балка жорсткості є нерозрізною фермою завдовжки 312 м (рис 1).

На рисунку 2 показана схема монтажу балки жорсткості мостового переходу. На зведені мостові опори 1 встановлюються фрагменти балки жорсткості 2. По осі моста вони скріплюються за допомогою компенсаційних вставок 3. Паралельно прольоти балки жорсткості скріплюються і між собою 4. В результаті виходить лінійний розмірний ланцюг.

Балка жорсткості складається з п'яти прольотів і чотирьох компенсаційних вставок. Помилка замикаючої ланки розмірного ланцюга [1]

$$\sigma(s) = \sigma(s_i) \sqrt{n + 2 \sum r_{ij}}, \quad (1)$$

де $\sigma(s_i)$ - допуск на виготовлення елементів конструкції балки жорсткості;

n - кількість ланок розмірного ланцюга;

r - коефіцієнти кореляції ланок розмірного ланцюга.

Маємо $\sigma(s_i) = 10$ мм, $n = 9$, $\sigma(s) = 76,3$ мм.

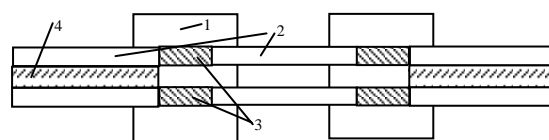


Рис. 2 Схема монтажу балки жорсткості мостового переходу (вид зверху)

Одним з основних питань при забезпеченні монтажу балки жорсткості є забезпечення паралельності поясів (рис 3). Отже, необхідно забезпечити рівність ланок $s_2 = s' = s'' = \dots = s^n$

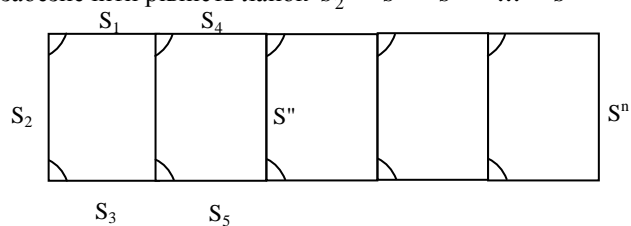


Рис. 3 Схема розмірного ланцюга при геодезичному контролі паралельності поясів балки жорсткості
Для n -ої ланки розмірного ланцюга отримуємо:

$$\sigma(s^n) = \sigma(s_1) \sqrt{4n + nk^2 + \varepsilon^2}, \quad (2)$$

$$\text{де } k = \frac{s_2}{s_1};$$

$$\varepsilon = \frac{\sigma(s_2)}{\sigma(s_1)};$$

Маємо $\sigma(s_i) = 10$ мм, $n=9$, $k=0,5$, $\varepsilon=1$
отримаємо помилку замикаючої ланки $\sigma(s) = 62,6$ мм.

В процесі монтажу балки жорсткості виникають питання геодезичного забезпечення не лише лінійних розмірів мостового переходу, але також необхідно забезпечити незабігання однієї частки балки жорсткості щодо іншої. Таким чином, ми маємо справу з плоским розмірним ланцюгом (рис 4).

Таким чином, стандарт замикаючої ланки:

$$\sigma(s) = \sigma(s_i) \sqrt{n + \frac{n}{2s_1 + s_2} \sum_1^n D_i^2} \quad (3)$$

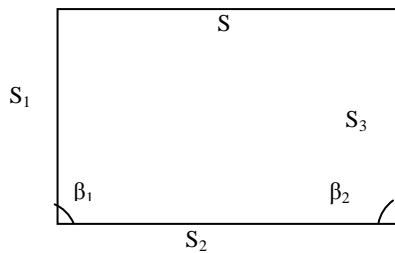


Рис. 4 Схема розмірного ланцюга при геодезичному забезпеченні монтажу балки жорсткості

При $s_2 = 86$ м, $s_1 = 8$ м, $\sigma(s_1) = 10$ мм, допуск незабігання однієї частки балки жорсткості щодо іншої $\sigma(s) = 15,1$ мм.

Розглянемо будівництво арки мостового переходу. Це криволінійний розмірний ланцюг із зв'язаними ланками. Тоді стандарт замикаючої ланки ланцюга:

$$\sigma(\varphi) = \frac{\rho n \sigma(s)}{R} \sqrt{\frac{1}{n + \varphi^2 \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}}}; \quad (4)$$

$$\text{де } \sigma(s_i) = \sigma(\varphi)R$$

Апроксимуємо криву арки по круговій кривій, отримаємо радіус круга $R = 250$ м. Кількість ланок арки $n = 24$, центральний кут на кожну ланку $\varphi = 0,052$, отримаємо $\sigma(\varphi) = 7,2$, $\sigma(s_i) = 8,7$ мм

Користуючись отриманими даними можливо визначити точність геодезичних робіт при будівництві геодезичної основи та під час розмічувальних робіт. Для цього скористуємось принципом мізерної дії одних похибок по відношенню до інших.

Маємо

$$\Delta(s) = 2t\sigma(s) \quad (5),$$

З вірогідністю 0,9973, отримаємо:
- допустима похибка:

$$\Delta_t = \frac{2,1\sigma(s)}{n}; \quad (6)$$

- похибка геодезичної основи:

$$\Delta_0 = \frac{0,66\sigma(s)}{n}; \quad (7)$$

- похибка розмічувальних робіт:

$$\Delta_p = \frac{1,98\sigma(s)}{n}. \quad (8)$$

ВИСНОВОК

З приведених вище розрахунків можна зробити такі висновки:

- пункти розмічувальних основи при монтажі балки жорсткості мають бути отримані з помилкою, що не перевищує $\Delta_0 = 4,6$ мм;

- гранична точність геодезичних розмічувальних робіт при монтажі балки жорсткості уздовж осі моста не повинна перевищувати $\Delta_p = 16,8$ мм;

- гранична точність геодезичних розмічувальних робіт при монтажі балки жорсткості поперек осі моста не повинна перевищувати $\Delta_p = 13,7$ мм;

- гранична точність геодезичних розмічувальних робіт при забезпеченні незабігання однієї частки балки жорсткості щодо іншої не повинна перевищувати $\Delta = 15,1$ мм;

- пункти розмічувальних основи при монтажі арки моста мають бути отримані з помилкою, що не перевищує $\Delta_0 = 2,1$ мм;

- гранична точність геодезичних розмічувальних робіт при монтажі арки моста не повинна перевищувати $\Delta_p = 6,3$ мм;

References

- [1] Н. Г. Видуев, Т. Т. Чмчян Теория размерных цепей. Методическое пособие для студентов заочников., К-1965