

Типовые строительные конструкции, изделия и узлы. Серия Б1. 020.1-7. Сборно-монолитная каркасная система МВБ-01 с плоскими перекрытиями для зданий различного назначения: БелНИИС. – Мн.: Минсктиппроект, 1999.3. Мордич А.И. Вигдорчик Р.И. Белевич В.Н. Залесов А.С. / Новая универсальная каркасная система многоэтажных зданий // Бетон и железобетон. – 1999. – №1;4. Мордич А.И., Вигдорчик Р.И., Белевич В.Н., Многоэтажные здания по серии Б1.020.1-7 со сборно-монолитными каркасами и плоскими перекрытиями из многопустотных плит // В сб. «Современные архитектурно-конструктивные системы зданий и сооружений, новые строительные материалы и технологии». – Минск: НПООО «Стринко». – 2000.

УДК 624.21

В.Ю. Сало

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра мостів і будівельної механіки

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКА МІЦНОСТІ БЕТОНУ ПРИ ПЛОСКОМУ НАПРУЖЕНОМУ СТАНІ ЗБІРНО- МОНОЛІТНИХ КОНСТРУКЦІЙ НЕРОЗРІЗНИХ ПРОГОНОВИХ БУДОВ МОСТІВ

© Сало В.Ю., 2010

Наведено результати експериментальних досліджень, отримані під час випробування дослідних збірно-монолітних багатопрогонних нерозрізних мостів з попередньо напруженими стиками.

Ключові слова: збірно-монолітні конструкції, попередньо напружені стики, напружено-деформований стан, сумісна робота складових частин балки.

The active provides, the results of experimental research, abtained in inverstigation of the testing multi-span longitudinal reinforced concrete bridges with prestressed joints.

Keywords: multi-span constructions, prestressed joints, tensely deformed state, compatible work of component parts of beam.

Вступ. Практика вітчизняного і закордонного будівництва доводить доцільність широкого застосування при зведенні автодорожніх мостів збірно-монолітного залізобетону, який поєднує основні переваги збірного і монолітного. Особливо доцільно використовувати його в нерозрізних конструкціях, перехід до яких не вимагає зміни технологічного процесу й економічних затрат. Однією із головних переваг збірно-монолітних залізобетонних конструкцій є можливість створення балочних прогонних будов статично-невизначених систем порівняно простими способами з попередньо напруженою прогоноюю і надпорною арматурою, за допомогою якої можна регулювати зусилля як при виготовленні збірних елементів, так і в процесі об'єднання в нерозрізні прогони будови. Такі конструктивні вирішення були запропоновані й опрацьовані на кафедрі мостів і будівельної механіки Національного університету "Львівська політехніка" [1] для прогонів 18–33 м із застосуванням збірних балок і ребристих плит (рис.1).

Компонуванням збірних елементів у поперечному перерізі прогонової будови можна забезпечити габарити від Г-8+2х1,0 м до Г-11,5+2х1,5 м. Під час розроблення конструктивних рішень збірно-монолітних прогонних будов керувались основними теоретично-конструктивними принципами проектування автодорожніх мостів:

– компоновка поперечного перерізу прогонових будов з урахуванням особливостей взаємодії елементів;

- суміщення функцій при повнішій реалізації несучої здатності елементів системи;
- врахування просторової роботи плити проїзної частини.

Постановка задачі. Конструктивні форми збірно-монолітних нерозрізних прогонових будов, в яких частину перерізу займають попередньо напружені збірні елементи, характеризуються певними особливостями порівняно зі звичайними попередньо напруженими. Одна із головних особливостей полягає в тому, що зусилля обтиску передаються на збірні елементи до їх замонолічення, створюючи в них напружений стан. Крім цього, до включення в роботу бетону замонолічення на збірні елементи діють різні навантаження: власна маса елементів і свіжовкладеного бетону, монтажне навантаження, дія зусиль штучного регулювання, які можуть істотно вплинути на напружено-деформований стан збірних елементів. Після замонолічення основні елементи прогонових будов сприймають дію складного напруженого стану вже повним перерізом збірно-монолітної конструкції, жорсткість якої значно вища від жорсткості збірних елементів.

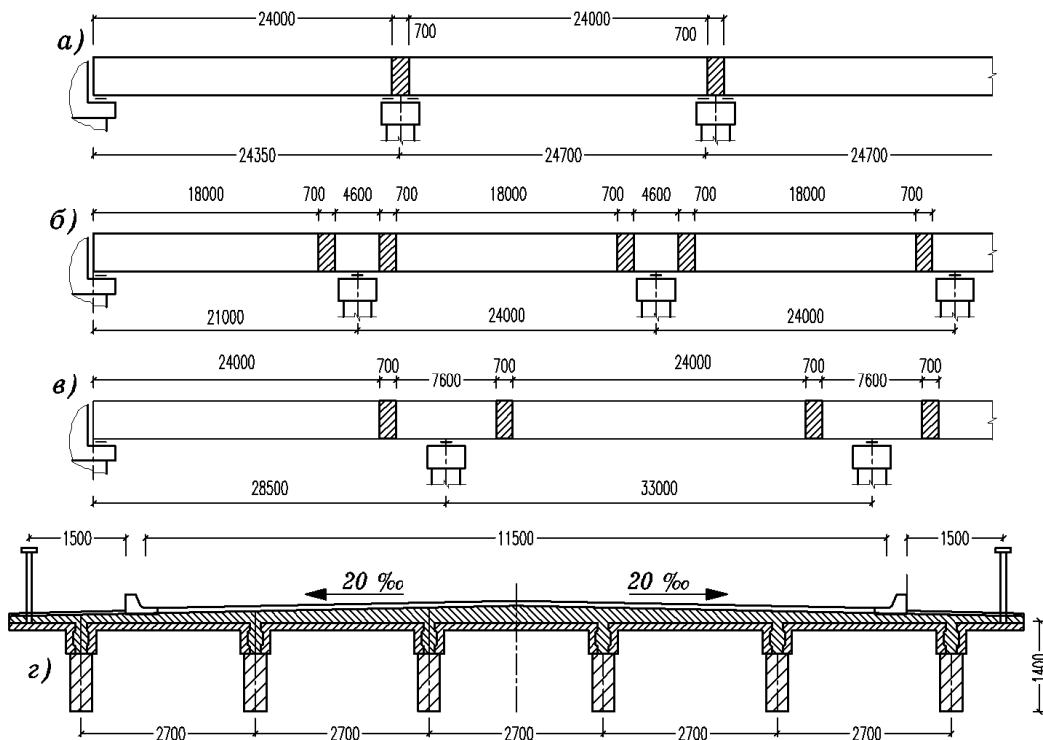


Рис. 1. а, б, в – схеми об'єднання збірних елементів у нерозрізну систему;
г – поперечний переріз збірно-монолітної прогонової будови

Основою сучасних норм проектування попередньо напружених залізобетонних мостів є положення, що за граничний стан всієї конструкції приймається граничний стан одного із елементів статично невизначеної системи [2]. До розрахунку міцності збірно-монолітних конструкцій, що є різновидом залізобетонних конструкцій, по нахилених перерізах за першою групою граничних станів використовується розрахунковий апарат для традиційних залізобетонних конструкцій умовного однорідного перерізу. Крім нахилених тріщин, що починають свій розвиток від нормальних, у збірно-монолітних балках прогонових будов утворюються тріщини другого виду, що з'являються самостійно по висоті перерізу біля нейтральної осі в місцях, де головні розтягуючі напруження перевищують граничні значення, що відповідають міцності бетону, вираженій за пропозицією А.А. Гвоздева [3] як деякий функціональний зв'язок між граничними значеннями головних стискуючих і головних розтягуючих напружень. У розроблених збірно-монолітних конструкціях нерозрізних прогонових будов бетон замонолічення ненапружений і в розтягнутій зоні бетону над проміжними

операми можлива поява нормальних тріщин. В таких випадках рекомендується розв'язувати задачі на підставі безпосереднього аналізу напруженого стану в елементі. Напружений стан стінки елемента в зоні утворення нахилених тріщин характеризується сумісною дією головних розтягуючих S_{mt} і головних стискуючих S_{me} напружень, тобто бетон працює тут в умовах плоского напруженого стану розтяг-стиск.

Випробування фрагмента збірно-монолітної конструкції мостової консольної балки. З метою опрацювання конструктивних і технологічних вирішень і підтвердження теоретичних передумов були виконані експериментальні дослідження фрагмента збірно-монолітної прогонової будови натурних розмірів з попередньо напруженими стиками.

Фрагмент збірно-монолітної конструкції прогонової будови (рис. 2) натурних розмірів був виконаний з прогонової балки надпорної балки і консольної балки з поперечним перерізом прямокутної форми розміром 26x50 см, об'єднаних з ребристими плитами заввишки 40 см і бетоном замонолічування завтовшки 10 см. Стрижні напружуваної арматури стиків балок розміщались між ребрами плит з анкеруванням їх за допомогою зварювання до випусків арматури з балок, а натяг був виконаний електротермічним методом. Під час випробувань збірно-монолітної конструкції навантаження в прогоні і на консолі змінювалось відповідно до розрахункової величини моментів і появи перших тріщин на опорі і в прогоні, а після цього поступово аж до руйнування.

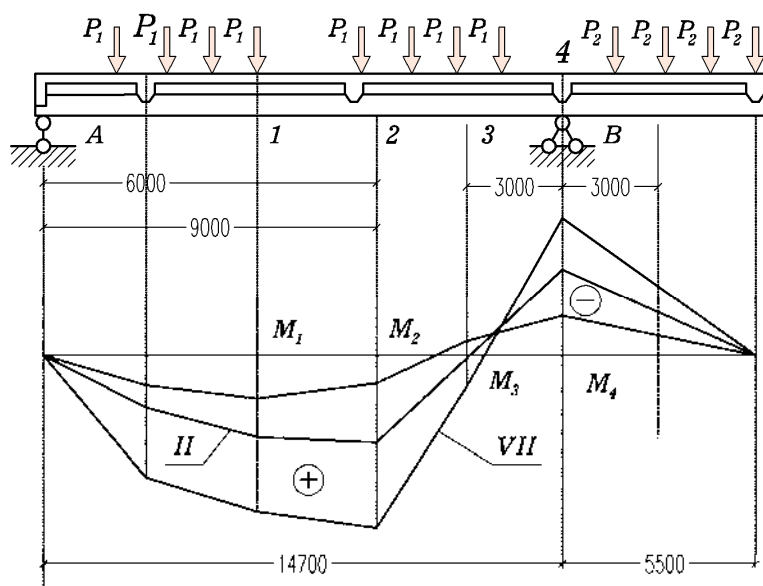


Рис. 2. Схема випробування збірно-монолітної конструкції мостової консольної балки

Під час випробування замірявали деформації бетону балки в стиснутій і розтягнутій зонах в прогоні і на опорі, а також деформації бетону за допомогою тензометрів Аістова і мікроіндикаторів. Прогини замірялись в прогоні і на кінці консолі за допомогою прогиномірів. Спостереження за появою тріщин велись візуально, а ширина їх розкриття замірялась мікроскопом з точністю до 0,05 мм.

Навантаження при завантаженні у виді зосереджених сил P_1 у прогоні і P_2 на консолі створювалось гідравлічними домкратами ДГ-200 і ДГ-50. Навантаження прикладали ступенями по 20–25 кН і контролювали за зразковим манометром.

Фактичне руйнування конструкції є наслідком текучості арматури в зоні стику замонолічення. При цьому величина згинального моменту біля перерізу стику становила 758,5 кН·м, що більше від теоретичного значення руйнівного моменту в цьому перерізі, який дорівнює 641,4 кН·м. Величина дослідного прогину в прогоні, що відповідає повному нормативному моменту, дорівнює 2,27 см, або 1/660 довжини прогону. Сумарна величина прогину від початку випробування становила 8,9 см,

або 1/168 довжини прогону. Аналіз величин деформацій бетону збірних елементів, бетону замоноличення й арматури показав, що всі елементи прогонової будови включаються до спільної роботи в стиснутій і розтягнутій зонах.

Оцінка міцності бетону при плоскому напруженому стані. Випробування збірно-монолітної попередньо напруженої залізобетонної конструкції натурних розмірів з двозначною епюрою моментів дали змогу виявити особливості її роботи в зоні дії згинальних моментів і поперечних сил, вивчити механізм утворення і розвитку тріщин, руйнування конструкції (рис. 3).

Результати випробування конструкції мостової консольної балки використані для аналізу напруженого стану. За даними випробувань здійснено перевірку напружень в найнебезпечнішому перерізі біля проміжної опори. На рис. 4 подано результати розрахунку для трьох перерізів балки у вигляді ряду кривих, що характеризують зміну $S_{mt}/R_{bt,ser}$ при статичному навантаженні, що двократно зростає, і відповідає цьому рівню завантаження $S_{me}/R_{b,me2}$.



Рис. 3. Характер тріщино утворення в над опорній зоні стіку консольної балки

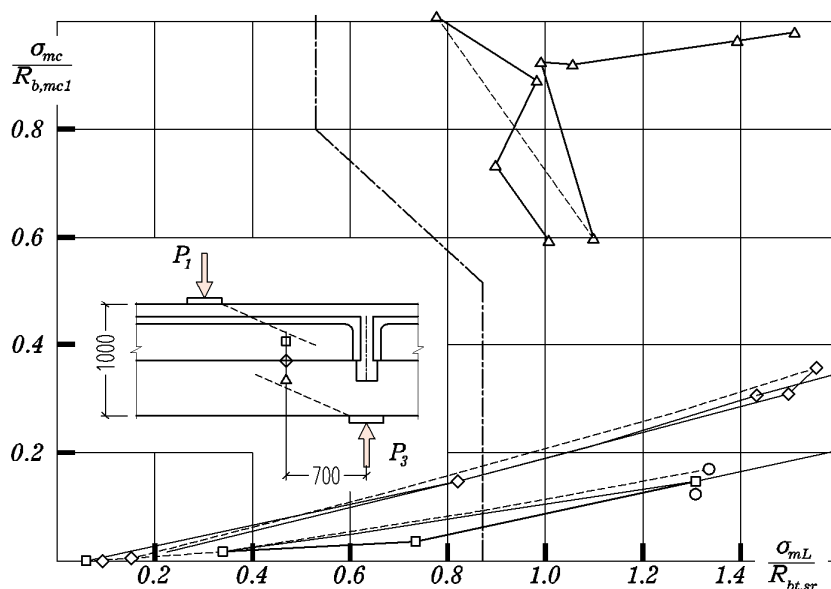


Рис. 4. Графіки для оцінки розрахункового критерію міцності бетону при плоскому напруженому стані

Як видно з рисунка, в монолітній частині перерізу зміна головних розтягуючих напружень проходить в області малих стискуючих напружень, оскільки внутрішні зусилля у ньому виникають від навантаження, прикладеного після досягнення бетоном замоноличення необхідної міцності. Визначальним є переріз по об'єднуючому шву між збірним елементом і монолітним бетоном, де

рівень напружень вищий. В перерізі збірного елемента після замоноличення початковий напружений стан характеризується рівнем головних стискуючих напружень, що становлять $0.6 R_{b,me2}$. На рівні завантаження при розрахунковій тріщиностійкості в похилих перерізах видимі мікротріщини не спостерігались, однак виявлені порушення рівномірності зміни деформацій бетону, що фіксувались тензометрами, і цим пояснюється поява в бетоні невидимих мікротріщин.

Висновки. 1. Аналіз результатів випробувань фрагмента натурних конструкцій підтвердив можливість широкої реалізації опрацьованих збірно-монолітних нерозрізних систем мостів з попередньо напруженими стиками.

2. Встановлено, що напружений стан збірно-монолітного перерізу в надпорних ділянках нерозрізних балок позитивно впливає на тріщиностійкість по похилих перерізах.

3. Прийняті в нормах критерії міцності бетону при плоскому напруженому стані дають задовільні результати і за наявності нормальних тріщин у збірно-монолітних нерозрізних конструкціях, оскільки опосередковано враховують перерозподіл напружень, викликаний непружними деформаціями бетону.

1. Гнідець Б.Г., Сало В.Ю. Випробування дослідних збірно-монолітних прогонових будов мостів з попередньо напруженими стиками // Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка" «Теорія і практика будівництва». – 2006. – №562. – С.24–30. 2. ДБН В 2.3-14-2006. Мости та труби. Правила проектування. – Київ: Мін. буд. України, 2006. – 359 с. 3. Новое в проектировании бетонных и железобетонных конструкций / Под ред. А.А. Гвоздева. – М.: Стройиздат, 1978. – 2004 с.

УДК 666. 943

М.А. Саницький, Т.Є. Марків, У.Д. Марущак, Ю.Л. Новицький
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра автомобільних шляхів

НИЗЬКОЕНЕРГОЄМНІ ЦЕМЕНТИ, МОДИФІКОВАНІ ДОБАВКАМИ ПЛАСТИФІКУЮЧЕ-ПРИСКОРЮЮЧОЇ ДІЇ

© Саницький М.А., Марків Т.Є., Марущак У.Д., Новицький Ю.Л., 2010

Показано, що вирішення проблеми зниження енергоємності цементів із заданими будівельно-технічними властивостями досягається зменшенням клінкерної складової раціональним добором активних мінеральних добавок та модифікуванням одержаного в'язучого комплексними модифікаторами поліфункціональної дії.

Ключові слова: низькоенергоємні цементи, клінкер, комплексний модифікатор, мінеральні добавки, доменний гранульований шлак.

It is shown, that the decision of problem of decline of cements power capacity without worsening of their properties is achieved by the decreasing of clinker constituent due to the rational selection of active mineral additions and modifying obtained binder of complex chemical admixtures of polyfunctional action.

Keywords: low energy cement, complex modifier, active mineral additives, clinker, granulated blast furnace slag.

Постановка проблеми. Світовий розвиток будівельної галузі свідчить про підвищення рівня споживання портландцементу, викликане розвитком економіки, промислового, житлового та дорожнього будівництва. Разом з тим, цементне виробництво є однією з найбільш ресурсо- та енергоємних галузей промисловості. Тому головною тенденцією цементної промисловості є