

НАДЛЪЖНИ ПРЕМЕСТВАНИЯ ОТ СЕИЗМИЧНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ ПРИ НАДЛЕЗИ С ИНТЕГРАЛНИ УСТОИ

Петър Николов¹

УАСГ, Факултет по Транспортно строителство, катедра „Пътища и транспортни съоръжения”

Резюме:

В ЕС8.2, за устои, неподвижно свързани с връхните конструкции, хоризонталното преместване при сеизмични въздействия се ограничава до стойности, които зависят от класа на значимост на моста. На базата на проведените проучвания и на резултатите от анализа на реално мостово съоръжение, се предлага диференциран подход за определянето на тези стойности за надлези, като се взема предвид и критичността на пътя, който преминава по моста.

Ключови думи: моделиране на мостове, допустими премествания, ЕС1998-2.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Устоите са крайните (външни) опори на мостовете. Освен, че предават всички хоризонтални и вертикални натоварвания от връхната конструкция към фундаментите, те осъществяват и връзката на моста с преминаващия през него път, и задържат (подпират) основата на този път от навлизането ѝ под моста. В зависимост от взаимодействието с връхната конструкция, устоите могат да бъдат “на фуга” или “интегрални”. При първата група, поради наличието на лагери (най-често еластомерни) моделирането на устоите оказва сравнително малко влияние върху динамичното поведение на цялото съоръжение. При мостовете с интегрални устои, при които връзката между тялото на устоя и връхната конструкция е корава, това не е така. Значителен принос в общата коравина дава както допълнителното подпиране, което се получава в резултат на пасивния земен натиск върху стената на устоя, така и присъединената част от насипа, която се активира при движението на моста при сеизмични въздействия.

Коравината в надлъжно направление отчита пасивния земен натиск, съпротивлението на срязване на тялото на устоя и коравината на пилотната група (ако устоят е фундиран на пилоти), както и наличието на фуги. Напречната коравина отчита влиянието на съпротивлението на крилата, на противоземетръсните буфери (shear keys) и на пилотите.

В ЕС8.2 [1], се изисква ограничаване на хоризонталното преместване на устои, кораво свързани с връхната конструкция (при интегрални мостове) до определени гранични стойности, в зависимост от класа на значимост на мостовете. В Българското Национално Приложение [2] са приети стойностите, показани в Таблица 1 Таблица .

¹ Петър Николов, доцент д-р инж., e-mail : nikolov_fte@uacg.bg

Таблица 1. Максимални стойности на хоризонталните премествания на устои, кораво свързани с връхната конструкция

клас по значимост	максимално допустимо преместване
III	40mm
II	70mm
I	без ограничения

За сравнение, приетата стойност на „приемливото преместване” в [3] е 2.54cm. Според някои изследвания [4], реалистичната коравина на устоите, установени при записи на реални земетресения се получава при преместване от около 6.1cm.

2. ПРОУЧВАНЕ НА ПОВОДЕНИЕТО НА РЕАЛЕН МОСТ

Като част от проекта по модернизация и удвояване на ЖП-линията Пловдив-Свиленград, в участъка между гр.Първомай и с.Караджалово е проектиран и построен селскостопански надлез с корава връзка между връхната конструкция и устоите .

Проектът на моста е изготвен от колектив с ръководител проф.д-р инж. Костадин Топуров, главни проектанти инж. Петър Николов и инж.Андрей Маринов, и колектив на “Консулт 2000” ООД..

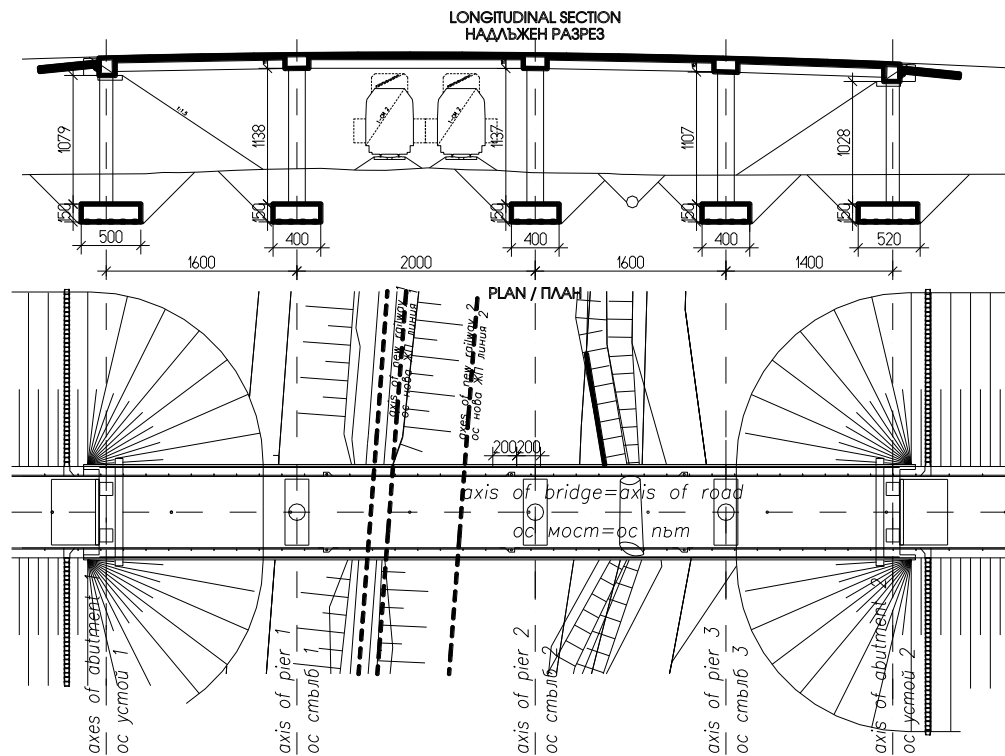
Мостът е четири отворен, рамков, със сглобяемо-монолитна връхна конструкция от обикновен (ненапрегнат) стоманобетон (Фигура 1 Фигура.). Дължините на отворите са 16+20+16+14m.



Фигура.1.Общ изглед на надлеза

Връхната конструкция се състои от 5 сглобяеми главни надлъжни греди от обикновен (ненапрегнат) стоманобетон с размери на напречното сечение 34/90cm, обединени с монолитна пътна плоча с дебелина 20cm. С отчитане и на оставащия кофраж, общата височина на плочо-гредовото сечение е 115cm. Стълбовете са еденични кръгли колони с диаметър 140cm, фундирани върху плоски фундаменти. Устоите са обсипни и се състоят от по две колони с правоъгълно напречно сечение с размери 110/110cm, които също са фундирани върху общ плосък фундамент.

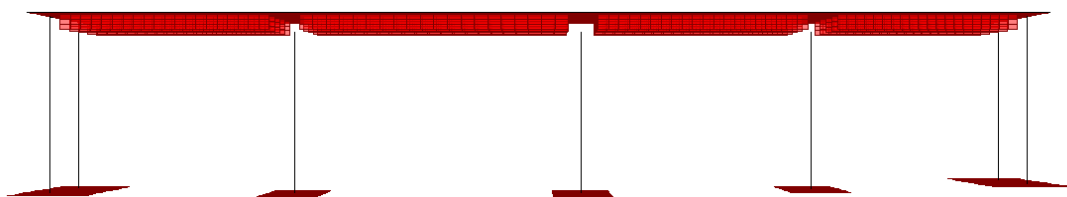
Мостът е с интегрални устои – без фуги, като връзката между връхната конструкция и устоите е корава (Фигура 2).



Фигура 2. Надлъжен разрез и план на моста

При изследването на моста е изготвен цялостен тримерен изчислителен модел със софтуерния продукт SAP 2000 (Фигура 3).

Отчетено е и взаимодействието между устоите и насипите – върху колоните е зададена допълнителна маса, а ригелът е подпрян с хоризонтални еластични пружини, които моделират отпора на насипа при движение на конструкцията към него. Големината на този отпор (пасивен земен натиск) е $11\,500\text{kN/m}^3$ [3].



Фигура 4. Изчислителен модел

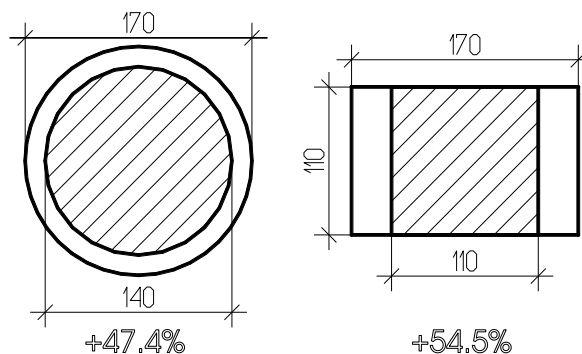
В резултат на проведените изчисления се установи, че хоризонталните премествания на ниво върхна конструкция при сеизмично въздействие са 4.76cm и са по-големи от граничната стойност за този тип мостове (надлези над ЖП линии), които попадат в клас по значимост III (виж Таблица 1).

Ограничаването на преместването на устоите е свързано основно с осигуряване на преминаване по моста след сеизмичното въздействие. Като се отчете факта, че разглежданият мост провежда селскостопански път (Фигура 4), може да се допуснат и по-големи премествания. Те биха довели до локални повреди по насипите в близост до устоите, които биха могли да бъдат ремонтирани сравнително лесно и евтино, без да се ограничава движението на железопътния състав.



Фигура 4. Път, който преминава върху надлеза

Ако се възприеме да се удовлетворят изискванията на [1] и [2], една от възможностите е да се променят размерите на напречните сечения на елементите от долното строене – колоните на стълбовете и устоите. Изследвани са два варианта – увеличаване само на стълбовете и увеличаване само на устоите. Резултатите са представени на Фигура 5.



Фигура 5. Промяна на размерите на устоите и стълбовете

Процентното увеличение на площите на напречните сечения на стълбовете и устоите са големи, но те не са единствения параметър, който ще доведе до оскъпяване на съоръжението. По-големите размери на долното строене биха довели до увеличаване на размерите на ригелите, а в някои случаи могат да създадат трудности с осигуряване на необходимите габарити.

Допълнително трябва да се отчете и, че с нарастване на размерите на напречните сечения на колоните на устоите и стълбовете се увеличава и коравината на конструкцията, което за конкретно разглеждания мост ще доведе до увеличаване и на изчислителната сеизмична сила.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От проведените изчисления и анализи, може да се направи предложението за промяна на Българското национално приложение [2] по отношение на класовете на значимост на мостовете.

Ако по един или няколко показателя съоръжението попада в даден клас, то по друг показател класът може да бъде различен (по-нисък или по-висок). За разглеждания пътен надлез, който попада в клас по значимост III поради преминаващата под него ЖП линия, ограничаването на преместванията на устоите при сеизмични въздействия би могло да не се спазва за същия клас, тъй като пътя, който провежда не е критичен и евентуалните повреди по насипите могат да се приемат за приемливи. По този показател мостът може да попадне в клас II.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] БДС EN 1998-2 - Проектиране на Конструкциите за Сеизмични Въздействия, Част 2 : Мостове
- [2] БДС EN 1998-2+A1 ЕвроКод 8: Проектиране на Конструкциите за Сеизмични Въздействия, Част 2 : Мостове - Национално Приложение
- [3] CalTrans June 2006 Seismic Design Criteria 1.4. California Department of Transportation
- [4] Goel, R. "Bridge Abutment Stiffness during Earthquakes" 11-th World Conference on Earthquake Engineering, Paper №1315, Elsevier Science Ltd, 1996