

## 桥梁转换为杆系单元和壳单元时重量不一致

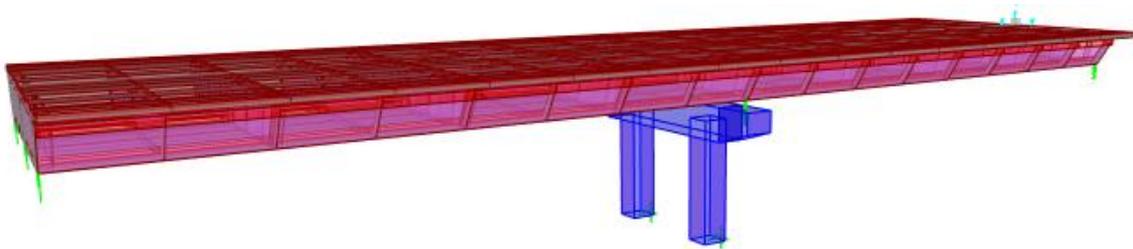
本案例主要解释了桥梁模型转换为壳单元和框架单元时重力工况计算结果不一致的问题。

### 使用软件/SOFTWARE

CSiBridge V22.2.0

### 模型简介/MODEL

该模型为两跨混凝土连续梁桥



### 问题描述/PROBLEM

如上图所示的两跨连续梁桥，将其分别转换为杆系单元和壳单元后计算其在重力荷载作用下弯矩，两种转换方式计算的结果不一致。

### 解决办法/SOLUTION

CSiBridge 采用参数化的建模方式，通过【更新】选项可将桥梁上部结构对象转换为杆系单元模型或壳单元模型，如图-1a和图-1b 所示。

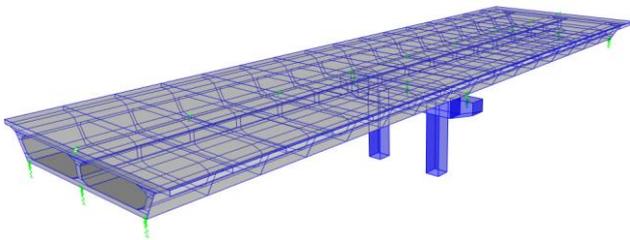


图-1a 杆系单元模型

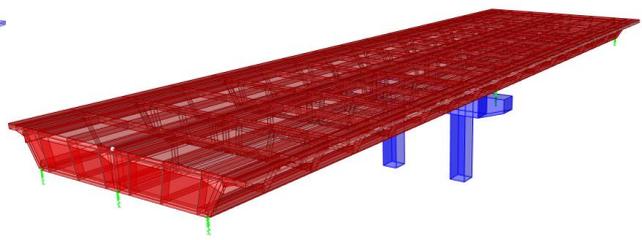


图-1b 壳单元模型

通过操作【上部结构横断面>修改>转化为自定义的桥梁截面>截面设计器】，进入【截面设计器】即可看到上部结构具体分布形式。默认条件下，【截面设计器】窗口显示的是上部结构转换为杆系单元时杆件所赋予的截面形式，如“图-2a”所示。通过操作：【Bridge Section>show layout>Area model】，将截面的转换模型切换为转换成壳单元，如“图-2b”中所示。

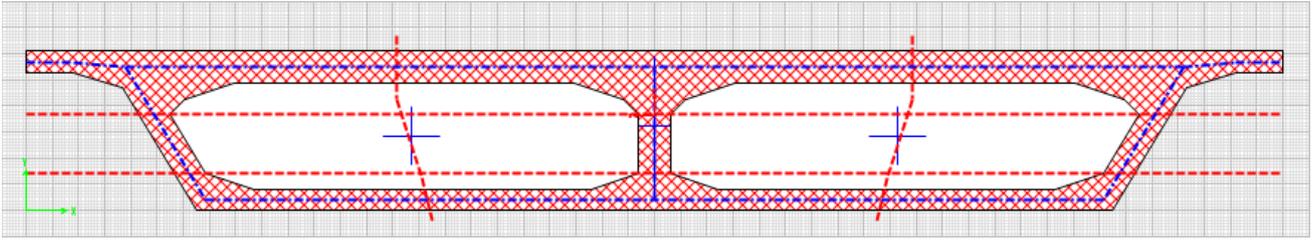


图-2a 主梁转换为杆系单元

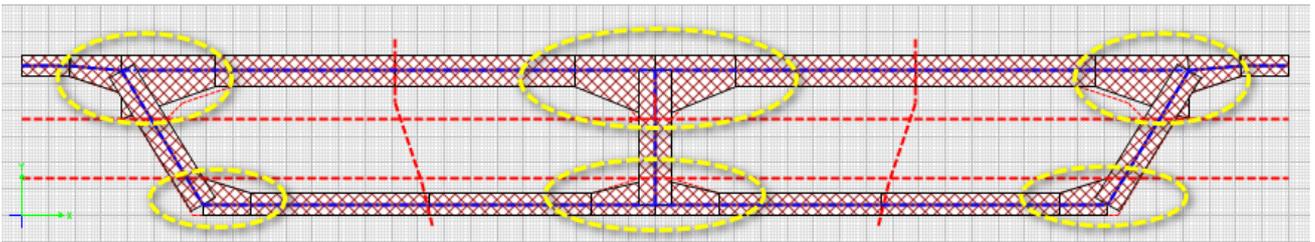


图-2b 主梁转换为壳单元

观察“图-2a”和“图-2b”可以发现，当将上部结构转换为杆系单元时，上部结构的实际面积是直接赋予了相应的杆件，因此杆单元的质量是与实际结构的质量是一致的。但是将截面转换为壳单元时，倒角及悬臂端位置处混凝土板的厚度不同需要采用不同厚度壳单元模拟，并且角点位置处壳单元必然会出现重合，如“图-2b”中黄框区域。在分析模型中，壳单元模型基于该截面网格进行分析计算，并没有移除重叠部分。由于重叠部分，转换为壳单元的模型的上部结构横截面面积一般大于杆系单元模型，因此计算结构自重工况时，两者的计算数值会有差异。

通过命令【显示>显示截面属性】，分别查看上部结构转换为杆系单元和壳单元时对应截面的截面属性，如下图所示。从“图-2a”和“图-2b”中可以看到转换为杆系单元时，所赋予截面属性的面积与构件真实的面积一致，但是将其转换为壳单元时，其截面面积变大。两者面积大小的比值为： $7.1199/6.7444=1.055$ 。

Properties	
Xcg	6
Ycg	0.9088
A	6.7444
J	7.1808
I33	2.1749
I22	70.3793
I23	0
AS2	1.7967
AS3	5.3114

图-3a 主梁转换为杆系单元截面面积

Properties	
Xcg	6
Ycg	0.9144
A	7.1199
J	0
I33	2.2335
I22	75.1039
I23	0
AS2	7.1199
AS3	7.1199

图-3b 主梁转换为壳单元截面面积

分别将模型转换为杆系模型和壳单元模型，并计算其在重力荷载作用下的弯矩值。计算结果如下图所示，提取跨中引起的最大负弯矩，两者的比值为  $8684.79/8251.58=1.053$ ，与结构的面积比值接近。

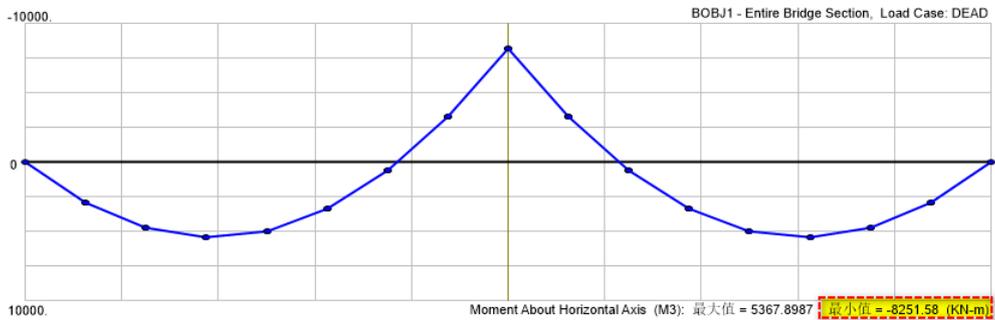


图-4a 主梁转换为杆系模型

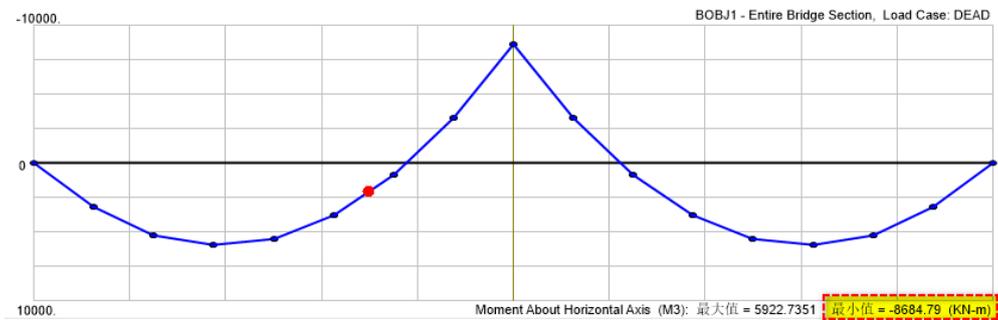


图-4b 主梁转换为壳单元模型

在实际工程中，分析模型往往不考虑一些非结构构件，从而忽略掉了一些结构的自重。为保守起见，有时候也会通过将自重乘以一个大于 1 的放大系数来考虑这些荷载。由于有限元计算单元划分的问题，将上部结构转换为壳单元时会少量增加结构的自重。如用户不需要考虑这部分多余的荷载，可参考主梁模拟为杆系单元的面积与主梁模拟为壳单元的面积比值，在自重工况中设置自重乘数来修正结构自重。

编写：吕良