

## 第 6 章 典型算例

### 6.1 PSC 变截面箱梁施工阶段及 PSC 设计例题

对于常规的 PSC 连续梁桥，通常可以参考建模助手建立模型；对于特殊的桥型或有特殊要求的结构，需要按照一般方法建立有限元模型、施加边界条件和荷载，然后进行结构分析。

本例题主要说明如何使用一般方法建立 PSC 连续梁桥并进行结构设计。

#### 6.1.1 结构描述

一座  $50 + 62 + 50$  m 三跨预应力混凝土连续箱梁桥（这里仅模拟其上部结构），采用悬臂浇筑的方式施工，跨中截面和端部截面分别如图 6.1、6.2 所示。

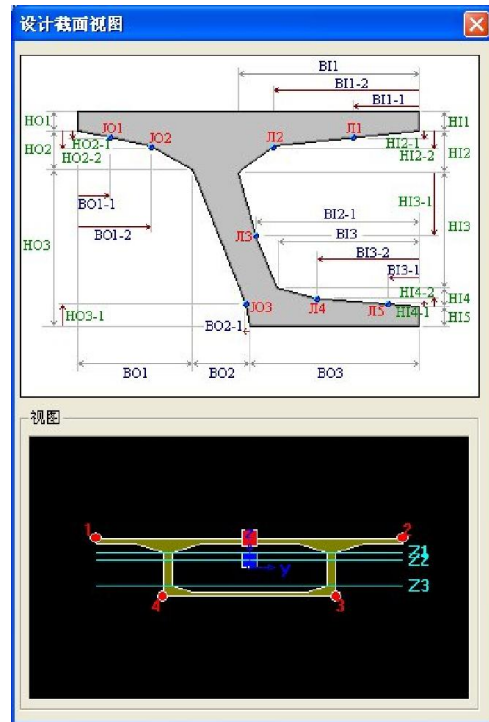
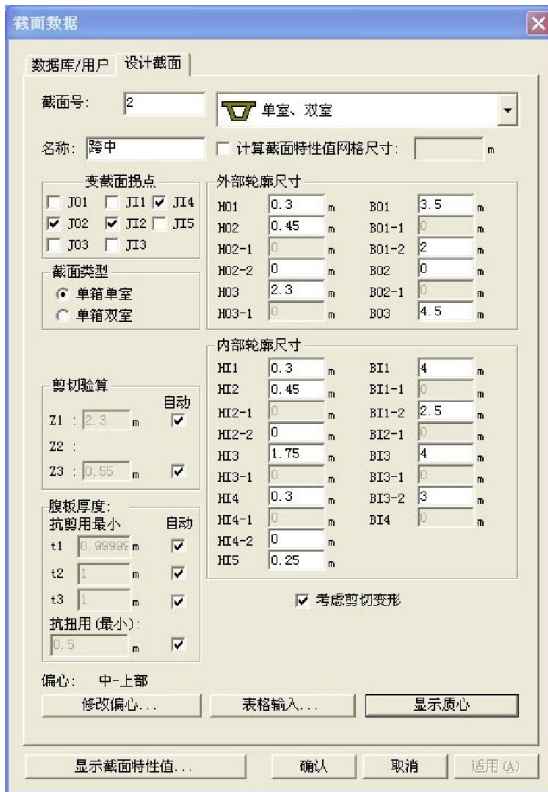


图 6.1 跨中截面示意

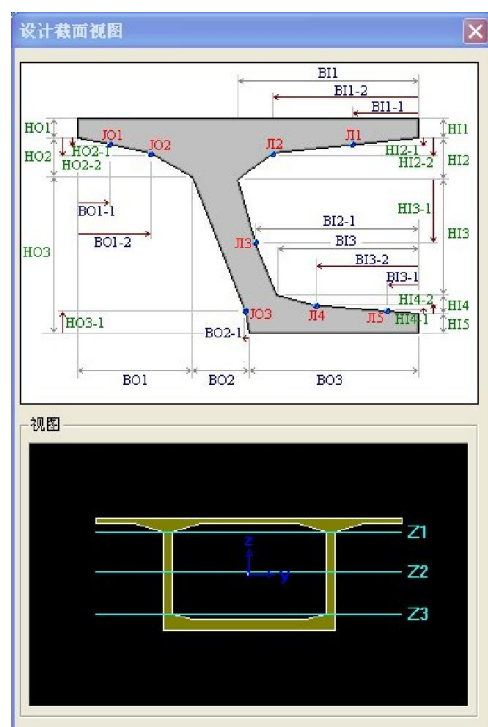


图 6.2 支座截面示意

桥梁立面图和钢束布置分别如图 6.3、6.4 所示。

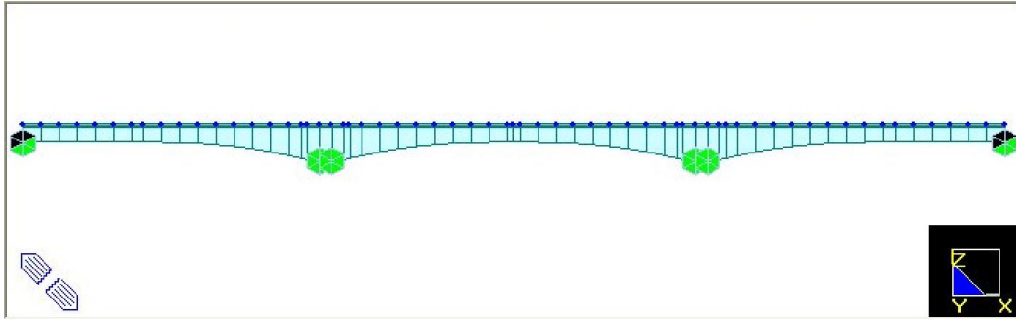


图 6.3 连续梁立面图

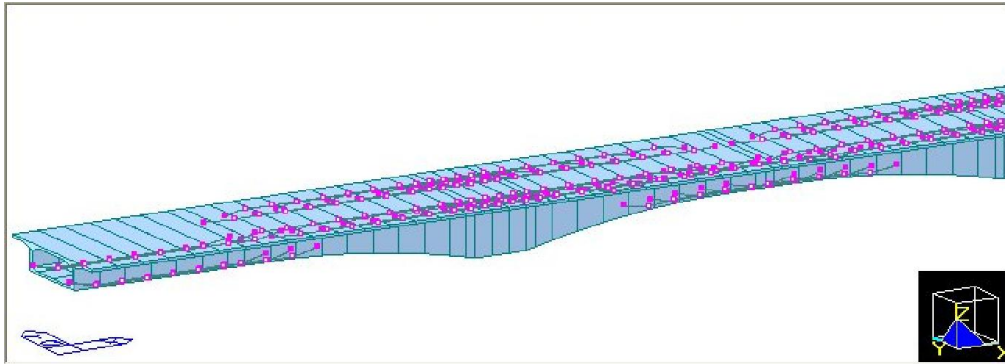


图 6.4 钢束布置形状

## 6.1.2 结构建模

对于施工阶段分析模型，通常采用的建模方法是：

- (1) 定义材料和截面特性（包括混凝土收缩徐变函数定义）；
- (2) 建立上部梁单元并赋予单元截面属性；
- (3) 定义结构组并赋予结构组信息；
- (4) 建立边界组并定义边界条件；
- (5) 定义荷载工况和荷载组；

- (6) 定义施工阶段；
- (7) 分阶段定义荷载信息（分施工阶段荷载和成桥荷载两部分）；
- (8) 分析，分析完成后定义荷载组合进行后处理结果查看；
- (9) 定义设计验算参数，根据 JTG D62 对结构进行长期荷载、短期荷载及承载能力验算。

### 6.1.3 步骤说明

#### 1. 定义材料和截面特性

本模型中涉及的材料包括混凝土主梁（C40）、预应力钢绞线（Strand1860），如图 6.5 所示。



图 6.5 材料列表

通常，预应力混凝土结构（PSC 结构）现浇施工时，要考虑混凝土的收缩/徐变效应，因

此需要在建模前定义混凝土的收缩/徐变函数，按照图 6.6 所示定义混凝土收缩/徐变函数。

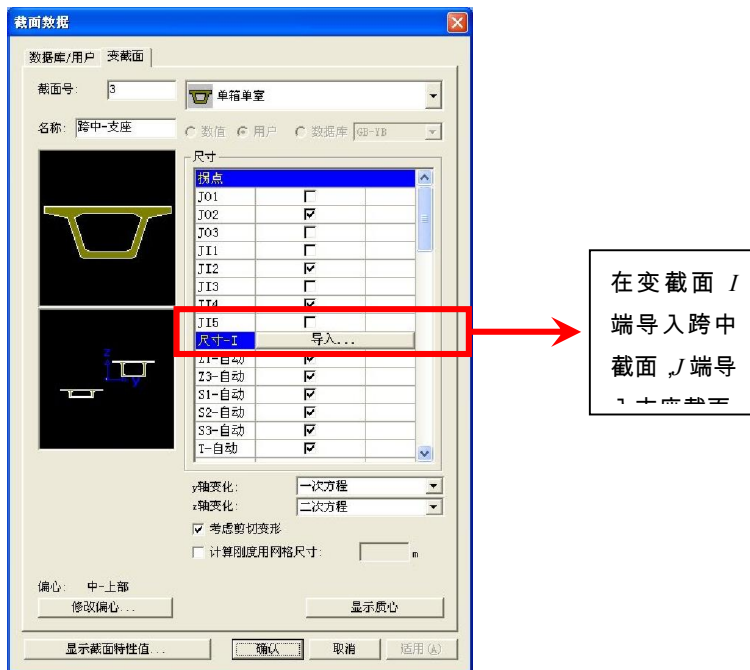


图 6.6 混凝土收缩徐变/函数定义

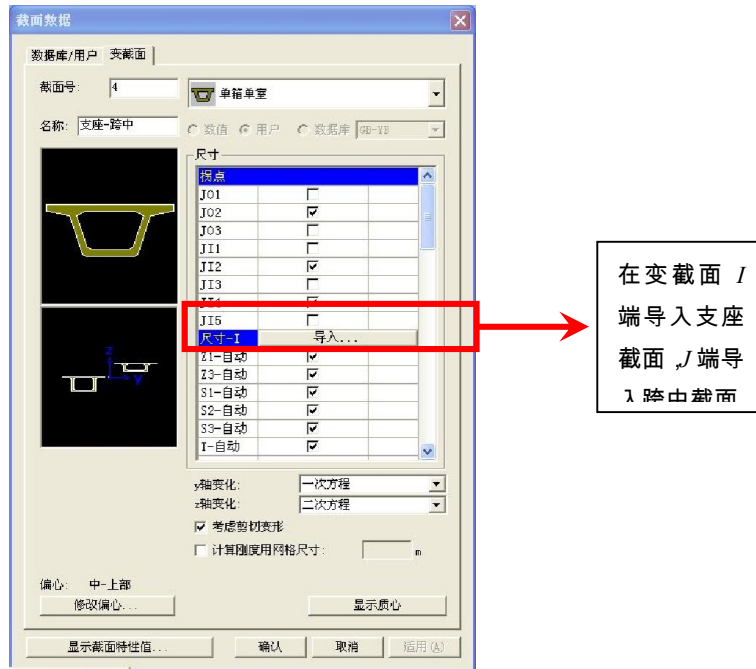
主梁截面为变截面箱梁，共有两个控制截面：一个是跨中截面，一个是支座处截面。以跨中截面和支座截面定义变截面。截面列表如图 6.7 所示。其中跨中截面和支座截面在前面的结构描述中都有图示。“跨中-支座”以及“支座-跨中”的变截面定义通过分别导入跨中截面和支座截面来定义就可以了。如图 6.8 所示。



图 6.7 截面列表



(a) 跨中-支座段变截面



(b) 支座-跨中段变截面

图 6.8

## 2. 建立上部梁单元并赋予单元截面属性

建立桥梁模型时，如果要同时进行施工阶段分析，就需针对施工的特点建立有限元模型。

本例中所示结构根据悬臂法施工，悬臂施工段为每段 3 m，因此在建立模型时考虑按 1.5 m 或 3 m 长度单元建立模型。本例题中主梁是直梁结构，因此建模方式可选性很广，可以通过扩展单元的方式建立，或者从 AutoCAD 导入已划分节段的主梁中心线，或者采用逐个建立单元的方式。这里采用扩展单元的方式建立一半主梁，然后通过镜像单元生成另一半主梁。

首先在 (0, 0, 0) 位置上建立主梁端部节点，然后通过对该节点进行扩展生成左半部主梁结构。如图 6.9 所示。

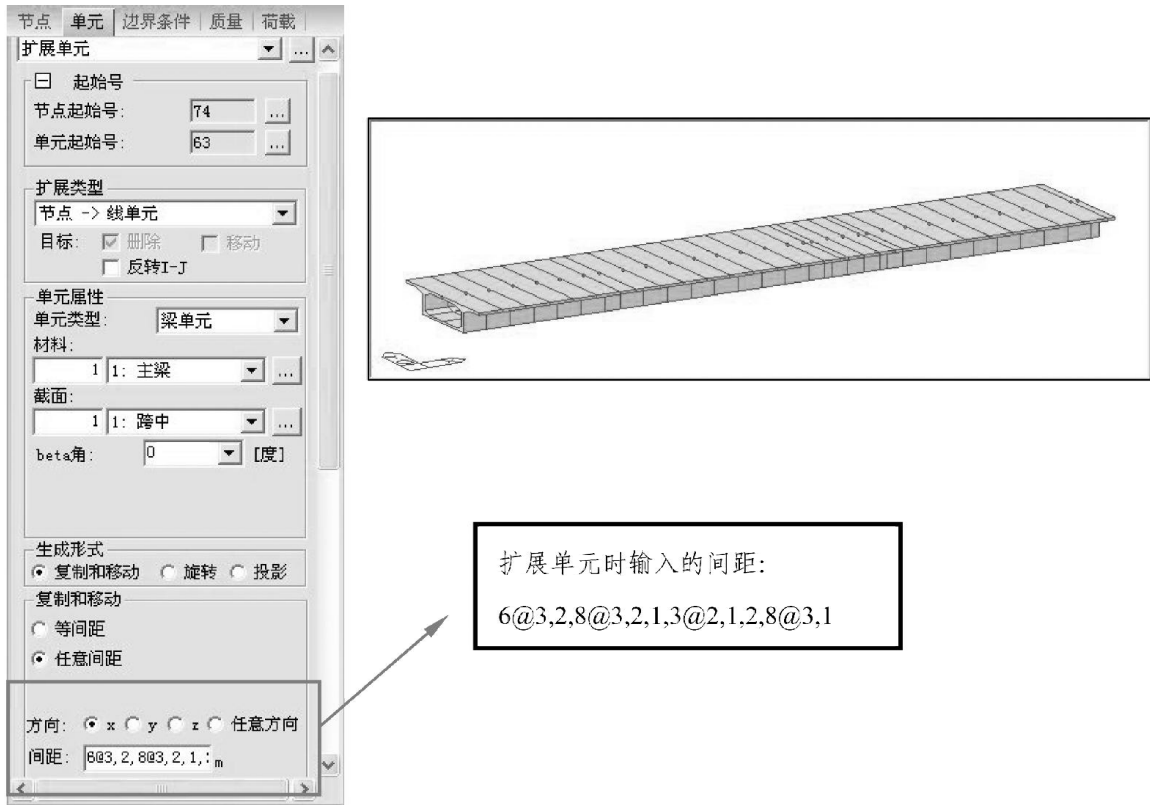


图 6.9 扩展生成左半边主梁

然后对生成的左半边主梁进行镜像生成另一半主梁，如图 6.10 所示。

生成全桥单元后，因为由镜像生成的梁单元的编号顺序也是镜向的，因此要对所有梁单元进行重新编号，以便于后续的单元选择（保证单元编号有规律的连续性对单元的选择操作很有帮助）。

上述步骤生成全桥单元时使用的是跨中截面，因此对生成的全桥单元应根据实际对应的截面信息修改单元的截面信息。可以通过修改单元参数修改单元信息，也可以通过 Midas 特有的拖放功能赋予单元截面信息，这里以拖放的方式赋予每段单元实际的截面信息。

首先选择支座附近的单元，修改其截面类型为“支座”截面，打开单元编号显示，选择单元



“18to20 , 43to45”, 如图 6.11 所示。

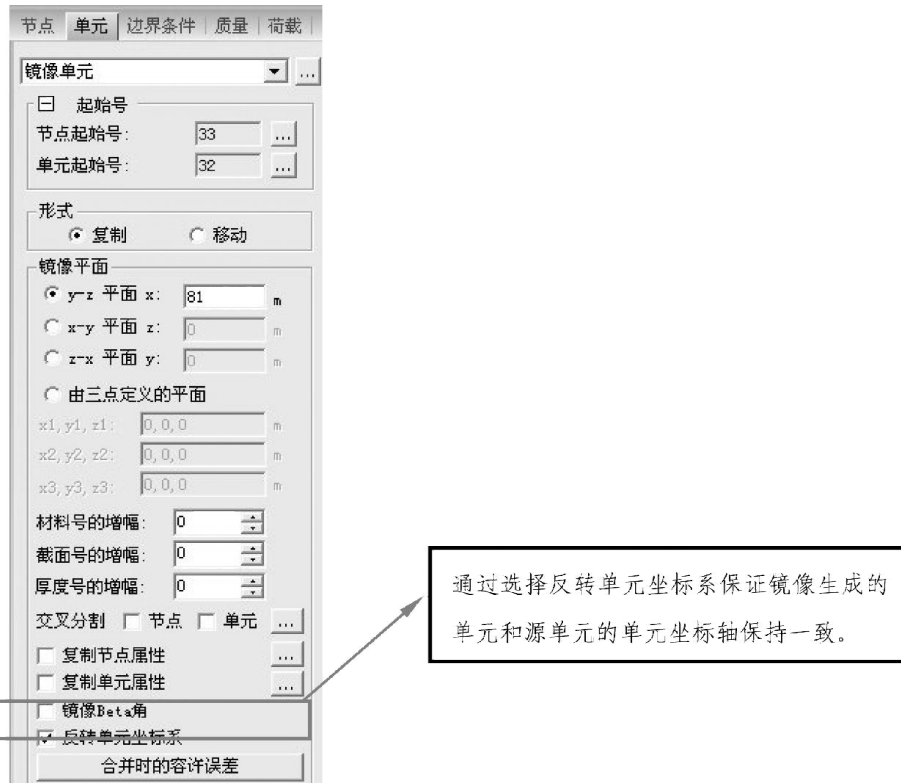


图 6.10 镜像生成另一半主梁

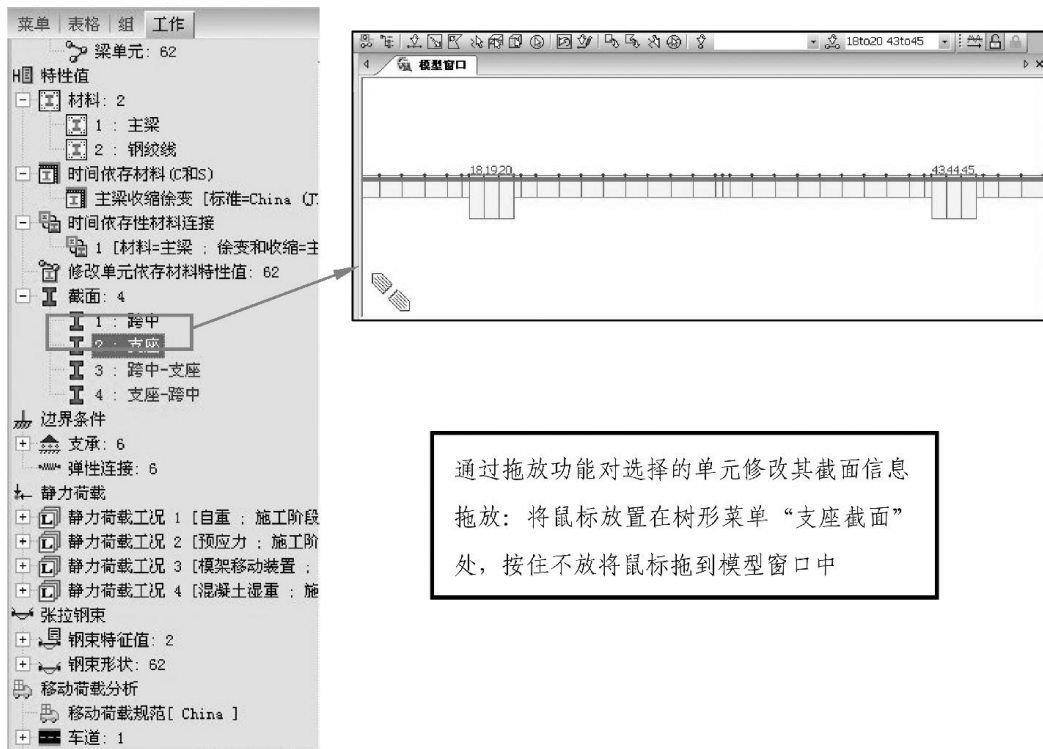


图 6.11 拖放功能修改支座附近单元的截面信息

用同样的方法，选择单元“9to17，34to42”，将截面“3：跨中-支座”拖放至模型窗口，得到

如图 6.12 所示的模型。

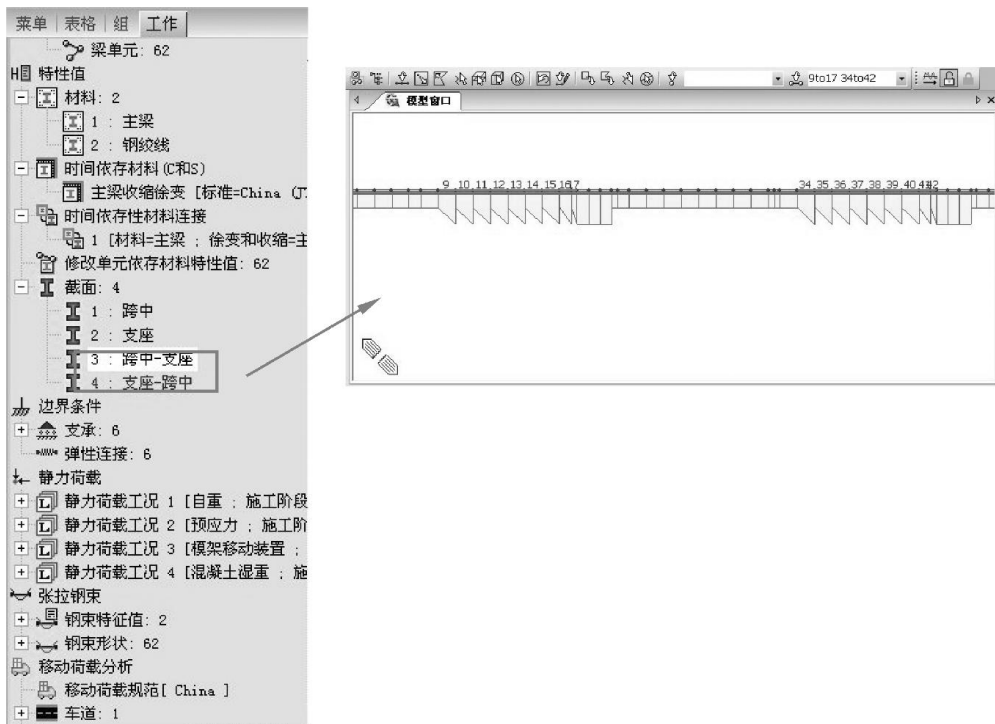


图 6.12 修改截面高度由低变高段（跨中-支座）

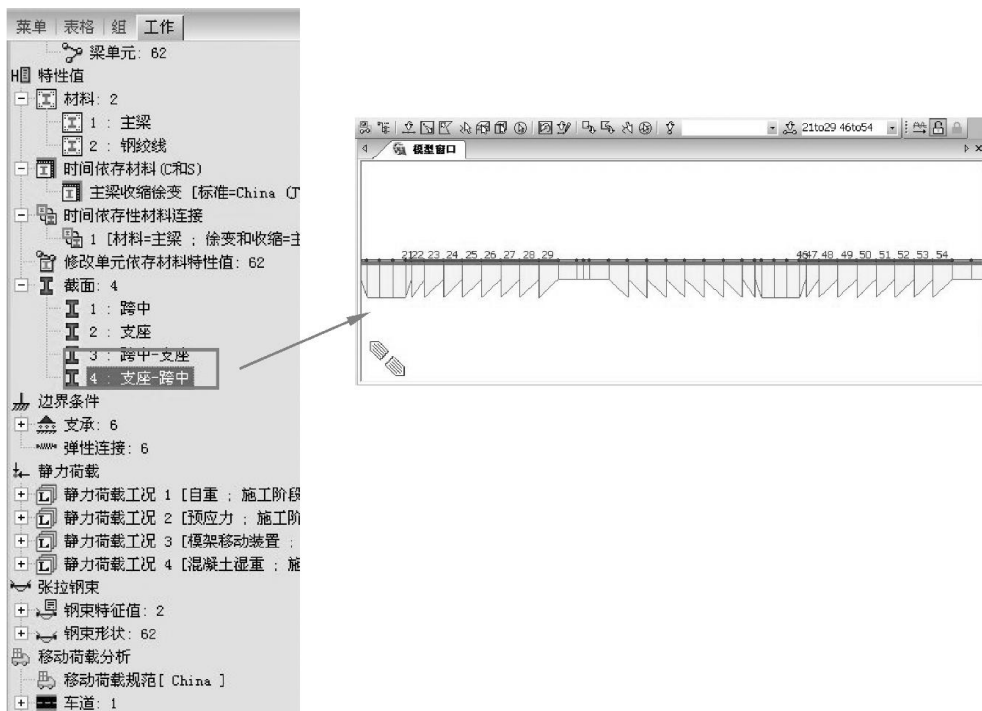


图 6.13 修改截面高度由低变高段（支座-跨中）

用同样的方法，选择单元“21to29，46to54”，将截面“4：支座-跨中”拖放至模型窗口，得到

如图 6.13 所示的模型。

赋予变高梁段变截面信息后，桥梁模型都显示为锯齿状，此时需要将同类的变截面定义为一个变截面组，保证单元截面变化的连续性。如图 6.14 所示，在树形菜单双击“跨中-支座”，在变截面组信息中定义名称为“跨中-支座”， $z$  轴变化选择 2 项式变化，对称轴为单元组的  $i$  端。

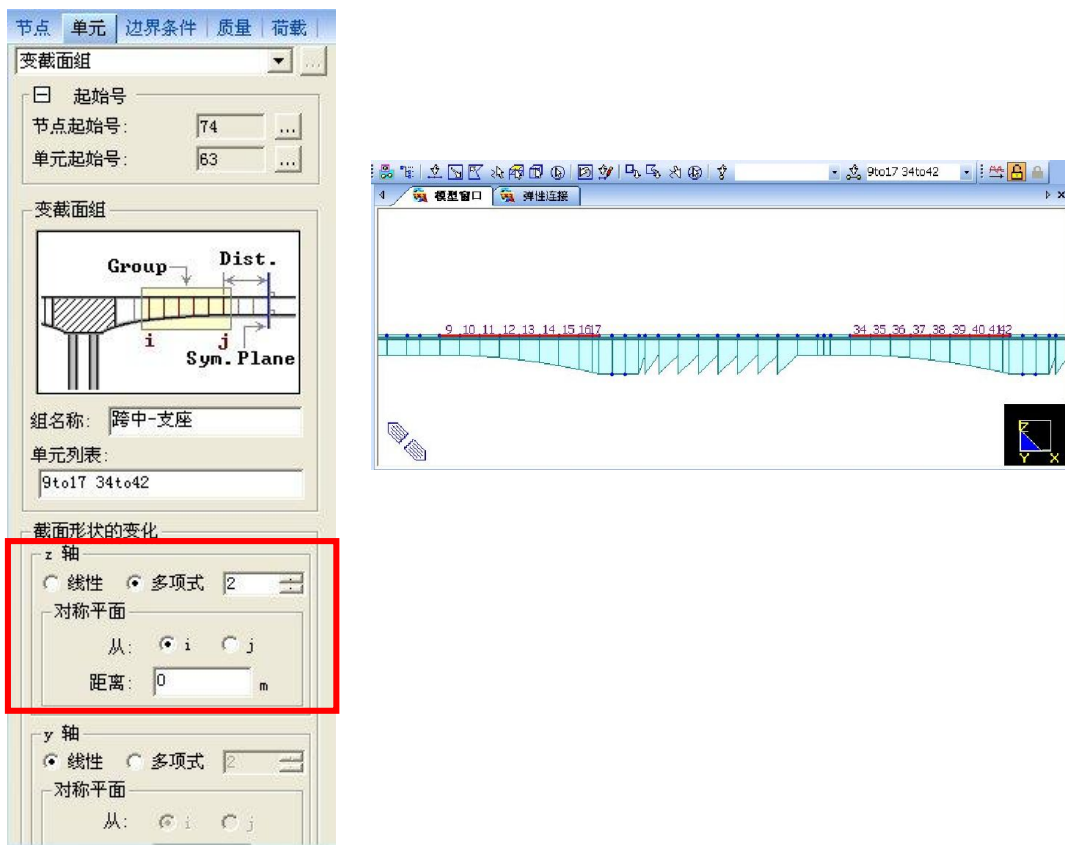


图 6.14 变截面组“跨中-支座”定义图示

在树形菜单中双击“支座-跨中”，在变截面组信息中定义名称为“支座-跨中”， $z$  轴变化选择 2 项式变化，对称轴为单元组的  $j$  端。

### 3. 定义结构组并赋予结构组单元信息

结构组名称及结构组单元信息如表 6.1 所示。

表 6.1 结构组名称及单元信息

结构组名称	结构组所含单元	结构组名称	结构组所含单元
左支座处梁段	17to21	桥梁段 2—3	39 49
右支座处梁段	42to46	桥梁段 2—4	38 50
桥梁段 1—1	16 22	桥梁段 2—5	37 51
桥梁段 1—2	15 23	桥梁段 2—6	36 52

续表

结构组名称	结构组所含单元	结构组名称	结构组所含单元
桥梁段 1—3	14 24	桥梁段 2—7	35 53
桥梁段 1—4	13 25	桥梁段 2—8	34 54
桥梁段 1—5	12 26	桥梁段 2—9	33 55
桥梁段 1—6	11 27	左边跨合龙段	7
桥梁段 1—7	10 28	跨中合龙段	31 32
桥梁段 1—8	9 29	右边跨合龙段	56
桥梁段 1—9	8 30	左侧满堂支架区段	1to6
桥梁段 2—1	41 47	右侧满堂支架区段	57to62
桥梁段 2—2	40 48	所有合龙段	7 31 32 56
		桥梁主梁	1to62

注：“左支座处梁段”、“右支座处梁段”、“左侧满堂支架区段”、“右侧满堂支架区段”还应包括在步骤 4 中建立的支座节点。

建立好模型后，就可以执行程序自动修改构件理论厚度的功能了。选择所有梁单元，在“模

型 > 材料和截面特性 > 修改时间依存材料特性”中选择修改构件理论厚度，如图 6.15 所示。