

文章编号: 1002-0268 (2006) 03-0040-04

波折腹板组合梁桥参数化建模与计算模块开发

宋建永¹, 任红伟¹, 黄德耕²

(1. 交通部公路科学研究院, 北京 100088; 2. 广西壮族自治区交通规划勘察设计研究院, 广西 南宁 530011)

摘要: 基于有限元综合程序 ANSYS 二次开发波折腹板组合梁桥参数化建模和计算模块, 将模块嵌入到 ANSYS 的系统之中, 参数化建模模块能够通过界面对话框参数输入的方式, 快速建立波折腹板组合梁模型。计算模块针对公路桥梁的计算特点和规范要求建立多种荷载工况, 能够进行多工况的自动求解计算。后处理部分也针对求解结果进行了分类汇总和选择输出, 使计算结果的输出和整理工作变得更加方便和容易。

关键词: 组合梁桥; 波折腹板; 参数化建模; ANSYS

中图分类号: U448.21⁺6

文献标识码: A

Research on Parametric Modeling and Calculation Module of Composite Bridges with Corrugated Webs

SONG Jian-yong¹, REN Hong-wei¹, HUANG De-geng²

(1. Research Institute of Highway the Ministry of Communications, Beijing 100088, China;

2 Guangxi Province Communications Planning, Survey, Design and Research Institute, Guangxi Nanning 530011, China)

Abstract: The parametric modeling and calculation modules of composite bridge with corrugated webs were exploited on basis of ANSYS. The parametric modeling module was exploited according to the characteristics of composted bridge, all parameters of FEM model were inputted by interface. The FEM model of corrugated bridges with corrugated webs can be established conveniently. The characteristics of bridge constructions and new load standard of code JTJ D60-2004 were considered in the static calculation module

Key words: Composite bridge; Corrugated webs; Parametric modeling; ANSYS

0 前言

波折腹板预应力组合梁桥是一种新颖高效的桥梁结构形式, 最近几年在国外特别是日本得到了较为广泛的应用, 国内相关的理论研究和实桥设计也正在开展之中^[1~2]。波折腹板预应力组合梁桥结构相对比较复杂, 有限元仿真分析是计算此类结构的行之有效的方方法之一。本文基于大型有限元分析软件 ANSYS, 运用其二次开发语言 APDL 和 UIDL 开发波折钢腹板预应力组合梁桥参数化建模与计算模块, 并将此模块嵌入 ANSYS 的系统中, 在其系统的主菜单上定制自己的特定分析菜

单。其中参数化建模模块能够通过界面对话框参数输入的方式, 自动建立组合梁模型。针对公路桥梁的计算特点和规范要求建立不同的荷载工况和不同的荷载组合方式, 进行多工况的自动求解计算。在后处理部分也针对求解结果进行了分类汇总和选择输出, 使计算结果的输出和整理工作变得更加方便和容易。

整个模块包括前处理、计算和后处理模块, 下面逐一进行简要介绍^[3~4]。

1 参数化建模模块介绍

整个前处理模块的界面如图 1 所示, 共分为单元

收稿日期: 2006-01-13

基金项目: 交通部西部交通建设科技项目资助 (200431822315)

作者简介: 宋建永 (1977-), 男, 内蒙古通辽人, 博士, 主要从事组合桥梁结构研究。(jy.song@rioh.cn)

类型 (Element type)、实常数 (Real constants)、材料属性 (Material props)、模型创建 (Modeling) 和有限元网格划分 (Meshing) 4 个部分。

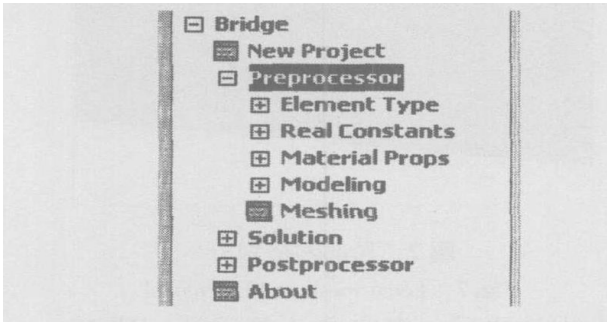


图 1 前处理模块

Fig 1 Preprocessor menu

在前处理模块的单元类型定义部分 (Element type), 模块中针对桥梁的结构特点分别遴选不同的单元类型对整个结构进行有限元离散。混凝土单元提供 Solid45、Solid65 两种单元类型供选 (见图 2)。波纹钢腹板单元提供 Shell63、Shell181 两种单元类型供选, 其中联结钢板将采用与波纹钢腹板相同的单元类型, 预应力钢索单元提供 Link8、Link10 两种单元类型供选。用户可以根据分析类型的不同选择相应的单元。

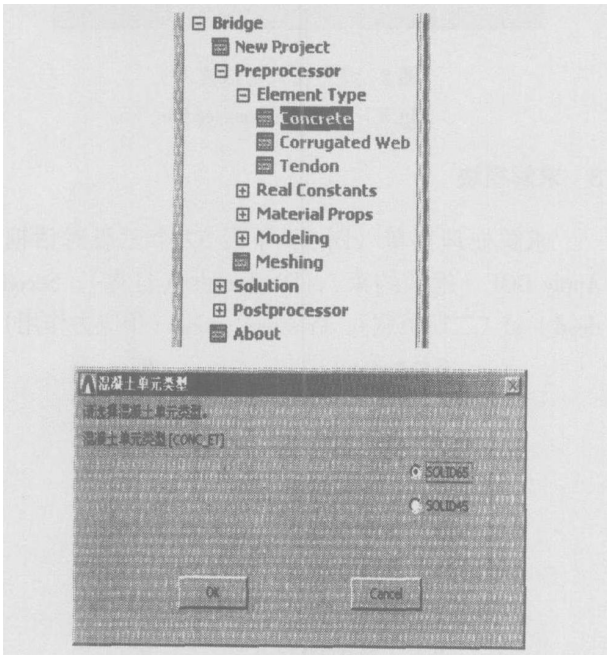


图 2 混凝土单元类型定义

Fig 2 Concrete element type

在实常数定义部分, 对于混凝土、上下翼缘连接钢板、波纹钢腹板、预应力钢束和端横隔梁等也可以很方便的通过对话框定义各种材料的实常数。以预应力为例, 实常数定义如图 3 所示。

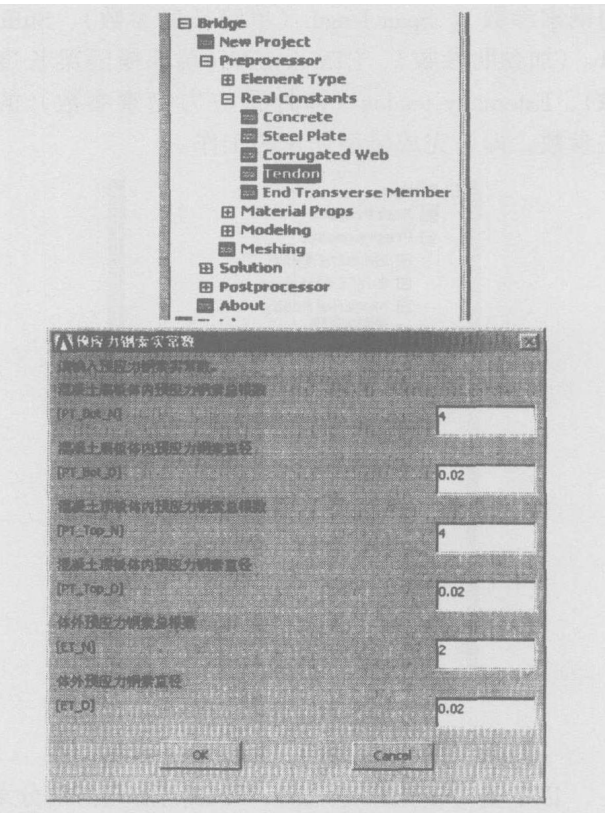


图 3 预应力钢索实常数定义的主菜单

Fig 3 Real constants of tendons

材料属性定义的主菜单如图 4 所示。首先定义分析类型, 通过 Analysis type 菜单指定是进行弹性还是弹塑性分析。并分别依次输入 Concrete (混凝土)、Corrugated web (波纹钢腹板)、Tendon (预应力钢索) 的材料属性。

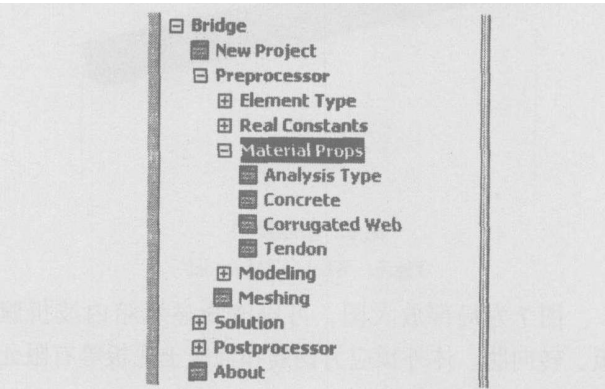


图 4 材料属性定义的主菜单

Fig 4 Materials properties

模型创建部分的主菜单如图 5 所示, 根据菜单依次输入 Bridge parameters (桥梁整体参数)、Corrugated web (波纹钢腹板参数)、Steel plate (联结钢板参数)、Concrete bottom plate (混凝土底板参数)、Concrete top plate (混凝土顶板参数)、Prestress tendon (体内预应力)

力钢索参数)、Span length (单跨长度参数)、Stiffness ribs (加劲肋参数)、ETM length (端部横隔梁长度参数)、Externally tendon (体外预应力钢索参数) 的相关参数, 即可完成模型创建的工作。

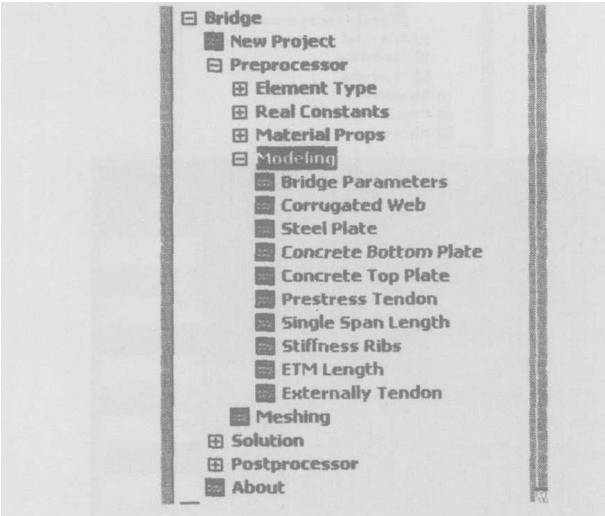


图 5 模型创建主菜单

Fig 5 Modeling menu

以上实体模型创建之后, 可以点击网格划分菜单 (Meshing) 一次性完成整个模型的网格划分。

采用上述的计算模块针对某 10m 波纹腹板组合梁试验梁进行模型创建和网格划分, 网格划分后的整体有限元模型如图 6 所示。

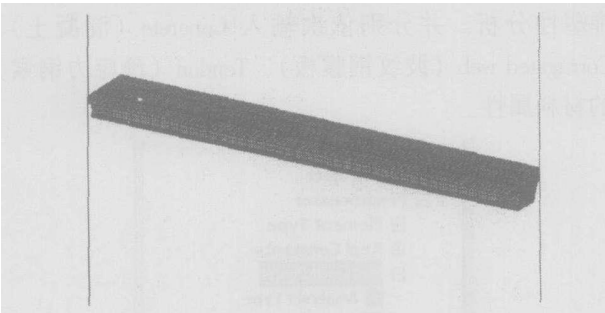


图 6 整体模型

Fig 6 Whole FEM model

图 7 为局部放大图, 可以清晰显示箱内波折腹板、转向肋、体外预应力钢筋和混凝土底板等有限元模型和网格划分情况。

2 参数文件的直接读入

对于高级用户本模块提供了直接读入参数文件的方式完成整个计算模型所有参数的输入工作。用户可以通过参数文件的形式准备整个模型创建所需的参数, 可根据程序自带的波纹钢腹板预应力组合梁桥模型参数文件作为示例参考, 改写自己的模型文件。准

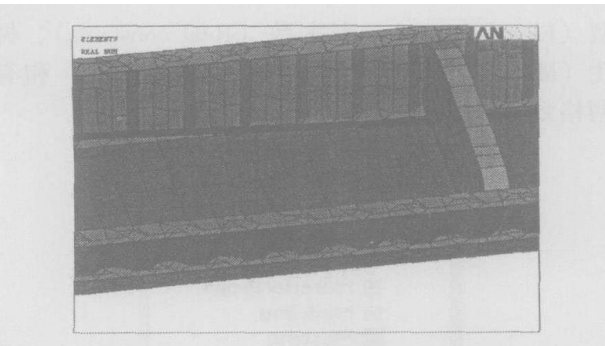


图 7 局部网格划分

Fig 7 Local mesh of FEM-model

备好参数文件之后, 点击主菜单的第一项 New project 菜单, 弹出参数文件直接读入对话框如图 8 所示, 选择相应文件一次性读入所需参数, 从而避免繁琐的界面输入。读入之后, 界面对话框中各参数已经自动赋值, 用户可以对照校对。

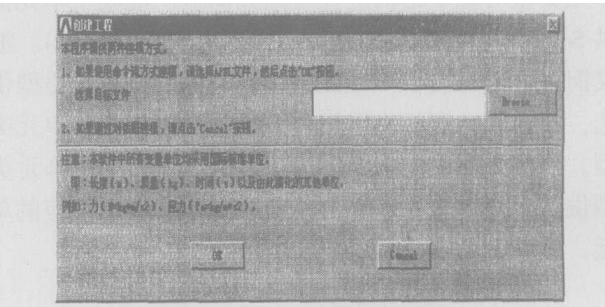


图 8 参数文件直接读入

Fig 8 Input of parameter file

3 求解模块

求解处理菜单 (图 9) 下设 12 个三级对话框: Apply DOF (施加约束)、Deadweight (自重)、Second dead load (二期恒载)、Prestress action (预应力作用)、

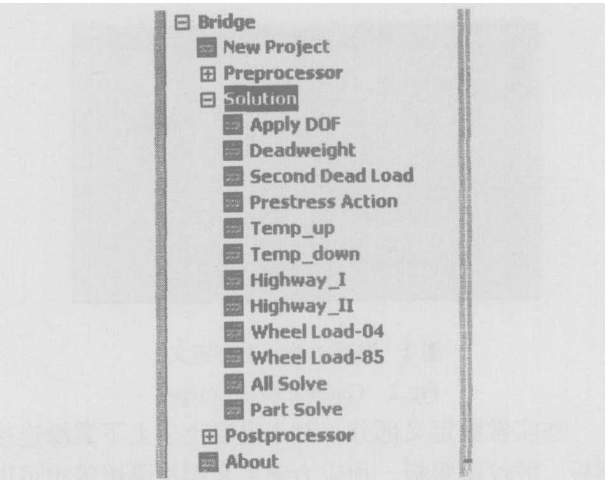


图 9 求解处理主菜单

Fig 9 Solution menu

Temp _ up (单独升温)、Temp _ down (单独降温)、Highway _ I (公路-I 级)、Highway _ II (公路-II 级)、Wheel Load-04 (车辆荷载-04)、Wheel load-85 (车辆荷载-85)、All solve (所有工况求解) 以及 Part solve 单一工况求解)。考虑到桥梁规范的特点, 加入公路-I 级等桥梁规范规定的计算荷载分布模式, 计算工况比较丰富而且便于设计人员应用。

4 后处理模块

后处理菜单 (图 10) 下设 3 个三级菜单: Read results (读入结果)、Plot results (图形显示)、List results (结果列表)。用户通过后处理菜单可以得出结构求解完毕之后, 各部分的应力分布以及变形情况。

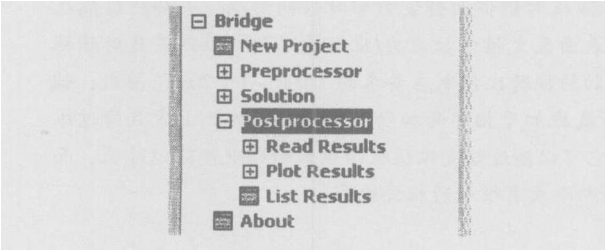


图 10 后处理主菜单

Fig 10 Postprocessor menu

在后处理模块的 Read results 部分, 用户可以自定义各工况的组合系数; Plot results 菜单可选择 Auto plot (自动抓图)、By component type (依据构件)、By element location (依据坐标) 进行结果的云图显示 (图 11)。

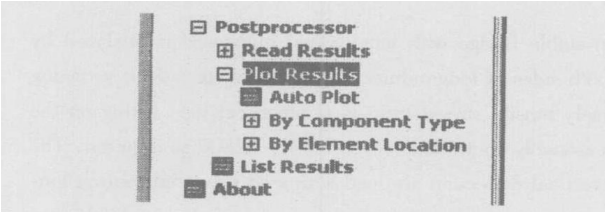


图 11 云图显示主菜单

Fig 11 Stress plot menu

List results 菜单可将结果 (主要控制截面应力、位移) 以不同的文件格式输出并保存, 方便用户进行计算结果的查看和整理 (图 12)。

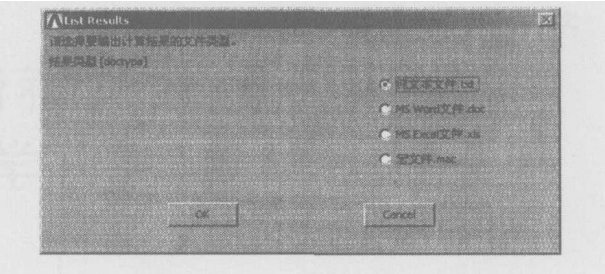


图 12 结果列表对话框

Fig 12 Results list menu

5 结语

波折腹板预应力组合梁力学性能相对比较复杂, 有限元数值模拟仿真分析是认识其结构力学特性的一个有效手段。本文开发了基于有限元软件 ANSYS 的参数化建模、求解和后处理模块, 运用这些模块可以非常方便的创建波折腹板预应力组合梁桥有限元仿真数值模型, 便于进行大批量的参数分析工作。求解模块考虑了桥梁结构和规范的特点, 即便是不熟悉 ANSYS 的普通设计人员也可以很方便的利用这些求解模块进行此类桥梁结构的设计计算工作。

参考文献:

[1] 宋建永. 波纹钢腹板体外预应力组合梁桥力学性能分析 [D]. 哈尔滨工业大学博士学位论文, 2003.

[2] 李宏江. 波形钢腹板箱梁扭转与畸变的试验研究及分析 [D]. 东南大学博士学位论文, 2003.

[3] 交通部公路科学研究院. 波纹钢腹板预应力组合梁桥基于 Ansys 的二次开发研究报告 [R]. 2004

[4] 交通部公路科学研究院. 波纹钢腹板预应力组合梁桥建模与计算分析软件 CBCW 帮助手册 [Z]. 2004