



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104699872 A

(43) 申请公布日 2015. 06. 10

(21) 申请号 201310660640. 0

(22) 申请日 2013. 12. 06

(71) 申请人 中国飞机强度研究所
地址 710065 陕西省西安市 86 号信箱

(72) 发明人 常亮 王立凯 张国凡

(74) 专利代理机构 中国航空专利中心 11008
代理人 杜永保

(51) Int. Cl.
G06F 17/50(2006. 01)
G06T 17/00(2006. 01)

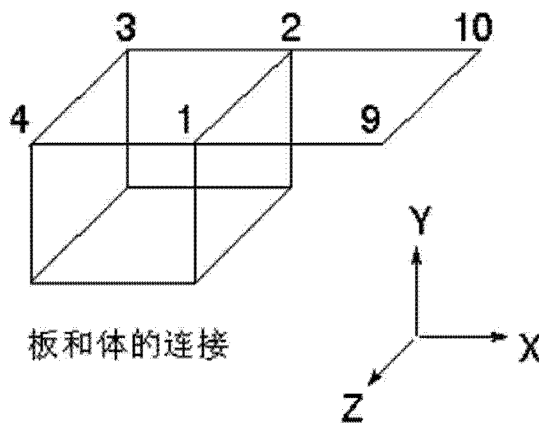
权利要求书1页 说明书2页 附图1页

(54) 发明名称

一种三维与二维有限元单元连接数值分析方法

(57) 摘要

本发明提供一种三维与二维有限元单元连接数值分析方法,以数值仿真代替部分试验结果,节省时间和分析成本。技术方案包括:(1) 在结构的实际位置分别构建三维单元和二维单元,在三位单元与二维单元的连接处赋予三维单元模拟的转动自由度,通过刚体元建立二维单元与新的三维单元的连接关系;(2) 根据刚体元的连接形式和刚体元的约束关系生成结构分析所需的卡片;(3) 根据分析所需的卡片生成单元刚阵,并与结构其他单元的单元刚度矩阵组装成总体刚阵,结合结构所受的载荷和边界条件,生成结构的变形和单元的应力分布。



1. 一种三维与二维有限元单元连接数值分析方法,其特征在于,包括:

(1) 在结构的实际位置分别构建三维单元和二维单元,在三位单元与二维单元的连接处赋予三维单元模拟的转动自由度,通过刚体元建立二维单元与新的三维单元的连接关系;

(2) 根据刚体元的连接形式和刚体元的约束关系生成结构分析所需的卡片;

(3) 根据分析所需的卡片生成单元刚阵,并与结构其他单元的单元刚度矩阵组装成总体刚阵,结合结构所受的载荷和边界条件,生成结构的变形和单元的应力分布。

一种三维与二维有限元单元连接数值分析方法

技术领域

[0001] 本发明属于数值仿真技术,涉及到结构有限元分析中的三维单元模型和二维单元模型。

背景技术

[0002] 在飞机结构建模中,为了更好地表达结构的传力和细节应力状态,经常会同时使用三维单元(体元)和二维单元(板元、梁元等)。体元的节点只有平动自由度,不提供转动自由度对应的刚度,但板和梁单元都有与转动自由度对应的刚度(虽然板单元可能会没有法向转动刚度)。这种单元刚阵的不协调会导致板、梁单元同体单元连接时会出现自由度不匹配的问题。板和梁单元都有与转动自由度对应的刚度(虽然板单元可能会没有法向转动刚度)。所以当把板元或梁元连接到体元时往往会产生自由度不匹配的问题。现有解决方式是全部采用三维单元进行分析,这导致分析时间和成本大幅增加。

发明内容

[0003] 发明目的:提供一种三维与二维有限元单元连接数值分析方法,以数值仿真代替部分试验结果,节省时间和分析成本。

[0004] 技术方案:一种三维与二维有限元单元连接数值分析方法,包括

[0005] (1) 在结构的实际位置分别构建三维单元和二维单元,在三位单元与二维单元的连接处赋予三维单元模拟的转动自由度,通过刚体元建立二维单元与新的三维单元的连接关系;

[0006] (2) 根据刚体元的连接形式和刚体元的约束关系生成结构分析所需的卡片;

[0007] (3) 根据分析所需的卡片生成单元刚阵,并与结构其他单元的单元刚度矩阵组装成总体刚阵,结合结构所受的载荷和边界条件,生成结构的变形和单元的应力分布。

[0008] 有益效果:把一个板或梁单元(二维单元)同一个体元(三维单元)连起来是一种不同类型单元的过渡。体单元连接的节点只有平移自由度,它们不提供转动自由度对应的刚度。本发明利用刚体元,通过插值关系约束单元,可以使连接节点的转动与邻近节点的平动自由度有机地关联起来,避免将全部二维单元转为三维单元计算带来的分析时间和成本的大幅提高,节省了时间和分析成本。

附图说明

[0009] 图1为本发明板元和体元的连接图。

[0010] 图2为本发明梁元和体元的连接图。

[0011] 图3为结构的变形云图。

具体实施方式

[0012] 下面结合附图对本发明做进一步详细描述。

[0013] 在建立有限元模型时,用刚体元将三维单元和二维单元连接起来,实现将三维单元的平动自由度与二维单元的转动自由度有机地耦合起来的目的。

[0014] (1) 在结构的实际位置分别构建三维单元(体元)和二维单元(板元和梁元),在三位单元与二维单元的连接处赋予三维单元模拟的转动自由度,通过刚体元建立二维单元与新的三维单元的连接关系。

[0015] 对于板元和体元的连接,需要两个刚体元,如图 1 所示。刚体元(a):将被动点设置为节点 1,约束其 4、5、6 自由度。将主动点设置为节点 2 (约束其 1、2、3 自由度)、节点 3 (约束其 1、2、3 自由度)、节点 4 (约束其 1、2、3 自由度)。

[0016] 刚体元(b):将被动点设置为节点 2,约束其 4、5、6 自由度。将主动点设置为节点 1 (约束其 1、2、3 自由度)、节点 3 (约束其 1、2、3 自由度)、节点 4 (约束其 1、2、3 自由度)。

[0017] 对于梁元和体元的连接,一个刚体元就可以将转动自由度与平动自由度关联起来,如图 2 所示。

[0018] 刚体元:将被动点设置为节点 12,约束其 4、5、6 自由度。将主动点设置为节点 11 (约束其 1、2、3 自由度)、节点 13 (约束其 1、2、3 自由度)、节点 22 (约束其 1、2、3 自由度)。

[0019] (2) 根据刚体元的连接形式和刚体元的约束关系生成结构分析所需的卡片。

[0020] 板元和体元的连接生成的卡片如表 1 所示:

[0021] 表 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
[0022]	\$RBE3	EID		REFGRID	REFO	WT1	C1	G1,1	G1,2	
	RBE3	901		1	456	1.0	123	2	3	
		4								
	RBE3	902		2	456	1.0	123	1	3	
		4								

[0023] 其中 :RBE3 表示刚体元的类型,901 和 902 表示生成的两个刚体元序号 ;REFGRID 表示主动点的节点号 ;REFO 表示被动点约束的自由度 ;WT1 表示加权系数 ;C1 表示主动点约束的自由度 ;G1, 1 和 G1, 2 表示主动点的节点号。

[0024] 梁元和体元的连接生成的卡片如表 2 所示:

[0025] 表 2

[0026]

RBE3	903		12	456	1.0	123	11	13	
	22								

[0027] (3) 根据分析所需的卡片生成单元刚度,并与结构其他单元的单元刚度矩阵组装成总体刚度矩阵,结合结构所受的载荷和边界条件,生成结构的变形,如图 3 所示。

[0028] 在与其他单元的单元刚度组装成总体刚度矩阵时,要严格按照自由度对应的原则,即节点数按由小到大排列,每个节点按自由度 1~6 排列,在同一节点同一自由度受到约束即在总体矩阵中进行消行处理,同时在载荷矩阵中对应的行也同样进行消行处理。

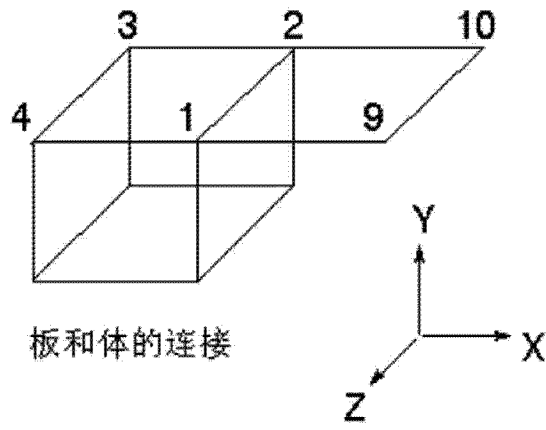


图 1

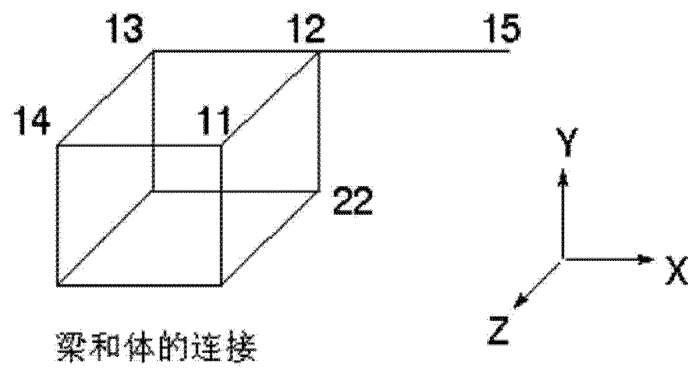


图 2

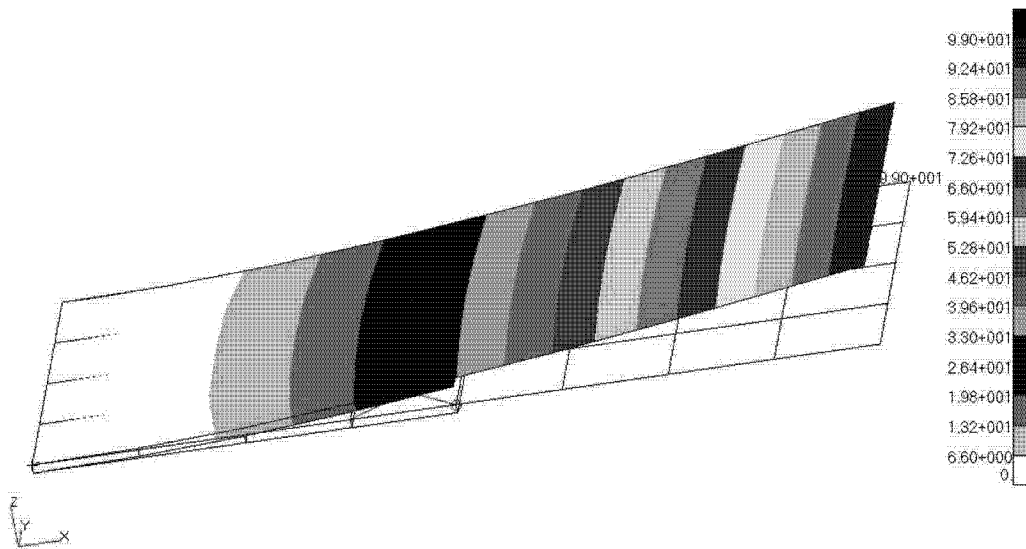


图 3