

钢管混凝土桁肋拱桥面外稳定性研究

摘要

钢管混凝土桁肋由弦杆和缀杆或钢板组成,较之单圆管和哑铃型截面,截面效率高,被广泛应用到大跨度拱桥结构中。

拱的失稳从空间形态上可以分为面内失稳和面外失稳。面内失稳的研究成果较多,相对完善;而面外失稳包括空间弯扭效应,其问题较复杂,目前的研究主要是面外弹性稳定分析,而面外极限承载力的研究很少。本文以钢管混凝土桁肋拱桥的面外稳定性为研究对象,开展了以下几方面的研究工作:

(1) 通过对国内已建钢管混凝土桁肋拱桥的调查、统计分析,根据桁肋拱桥面外稳定的主要影响因素,按照车承形式与结构受力特征相结合的分类方法,建立钢管混凝土标准桁肋拱桥,在标准桁肋拱桥的基础上,对宽跨比、横撑、矢跨比、拱肋截面形式、拱肋面外长细比、桥墩拱肋刚度比、加载方式和初始几何缺陷等参数进行了面外弹性稳定研究。

(2) 进行了钢管混凝土平缀管(缀板式)格构柱的轴压、偏压试验,研究了该类试件的受力特性、破坏机理和极限承载力,同时指出了现有规程中换算长细比计算方法的局限性,给出了双参数钢管混凝土缀板式格构柱的实用计算方法。建立钢管混凝土格构柱的有限元分析方法,作为钢管混凝土桁肋拱桥有限元模型的参考和依据。

(3) 进行了钢管混凝土桁肋(梁)的扭转试验,采用有限元法进行了钢管混凝土桁肋试件的扭转全过程分析,对桁肋扭转试件的力学性能和工作机理进行了研究。研究表明,弦管内灌注混凝土使钢管混凝土桁肋的刚度和承载力得到很大的提高。

(4) 应用双重非线性有限元方法,对钢管混凝土标准桁肋拱桥面外变形特性、空间弹塑性性能和面外极限承载力进行分析,揭示了钢管混凝土桁肋拱桥面外失稳机理和面外极限承载力的主要影响因素。采用与弹性稳定分析相同的参数进行了极限承载力参数研究,并指出弹性稳定分析中相关参数对结构的面外稳定性有不同程度的放大或减小,设计中采用统一的弹性稳定安全系数存在不合理之处,应以面外极限承载力作为结构稳定性验算的依据。

(5) 研究了横向力作用下钢管混凝土桁肋拱桥的不同加载路径下对极限承载力、变形特性的影响,指出钢管混凝土桁肋拱桥发生面外失稳,主要发生面外弯曲变形,扭转变形较小。

(6) 分析了国内外桁肋拱桥面外稳定验算方法。结果表明,换算长细比法适合于钢管混凝土桁肋拱桥面外极限承载力的计算。以钢管混凝土缀板式格构柱的极限承载力作为钢管混凝土桁肋的基础承载力,分别确定拱端约束条件、矢跨比、横撑布置形式、桥道系等系数的换算长细比影响系数,最后给出钢管混凝土桁肋拱桥极限承载力的实用计算方法。可供规范制订与实际工程的设计计算参考。