
考虑纵向接头处刚度折减的既有盾构隧道不连续力学行为

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/41321.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

考虑纵向接头处刚度折减的既有盾构隧道不连续力学行为。摘要

本文提出了一种解析模型，用于预测和评估新建隧道上方既有盾构隧道的非连续力学行为。该模型将既有盾构隧道视为含纵向接头的Timoshenko梁，并利用Dirac δ 函数计算纵向接头的张开与相对错台。与已有方法相比，计算结果与离心试验数据吻合更好。研究进一步分析了纵向接头的剪切与弯曲刚度折减系数(α 、 β)、Timoshenko梁不同的剪切刚度GA以及不同附加荷载分布形式对盾构隧道响应的影响。结果表明，该方法能够有效模拟含纵向接头既有盾构隧道的非连续变形与内力响应。

关键词

隧道-土体相互作用；非连续分析；纵向接头；既有盾构隧道；Timoshenko梁；Dirac δ 函数

研究背景

近年来，新建地铁和市政隧道大量穿越既有地下结构。既有盾构隧道多由管片环拼装而成，其中，纵向接头是受力与变形最薄弱的部位。下穿施工引起的地层损失，会使既有隧道发生沉降、挠曲，并导致接头张开与错台，严重时可引发渗漏水、衬砌开裂和轨道变形。传统解析方法通常将盾构隧道简化为连续梁，无法反映纵向接头带来的非连续变形。因此，亟需建立一种能同时刻画接头刚度退化与非连续响应的理论模型，为既有盾构隧道安全评估提供支撑。

核心观点

本文提出了一种基于Timoshenko梁与Dirac δ 函数耦合的解析方法(TDW模型)，用于研究新建隧道下穿作用下既有盾构隧道的非连续力学行为。与传统连续模型不同，该方法将纵向接头视为局部刚度折减区域，通过Dirac δ 函数导数构建虚拟荷载，实现接头张开和错台变形的精确模拟（见图1）。理论解析解和离心模型试验结果吻合较好，证明该理论模型的适用性和准确性（见图2）。模型中分别引入剪切刚度折减系数 α 和弯曲刚度折减系数 β ，以表征纵向接头的实际力学特性。

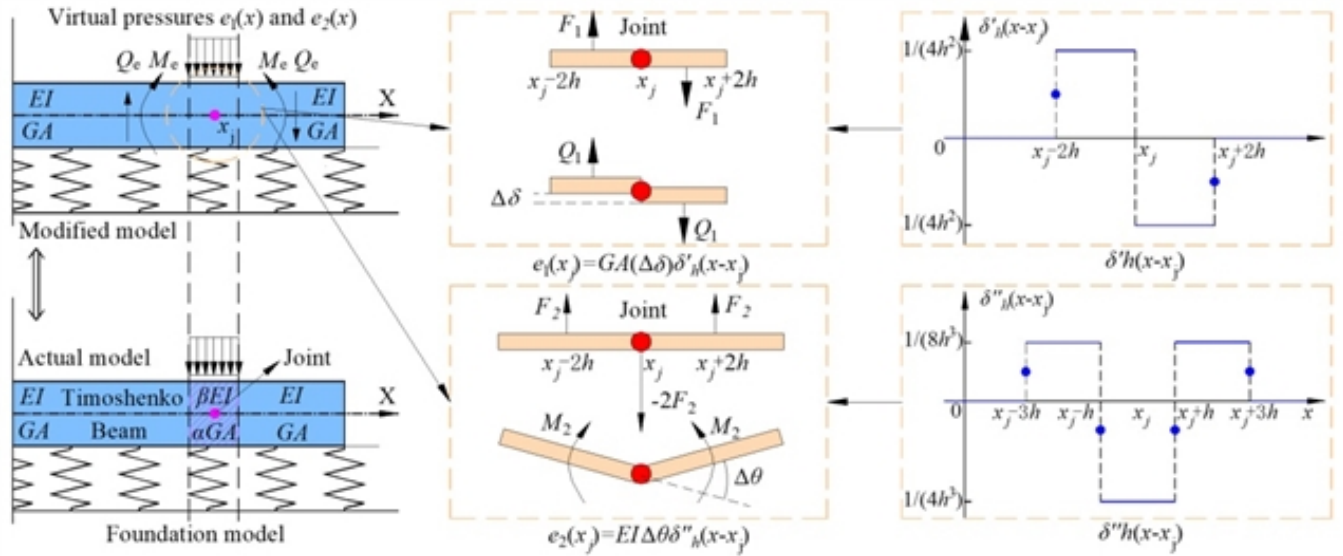


图1.纵向接头处受力和变形示意图与狄拉克-德尔塔函数示意图

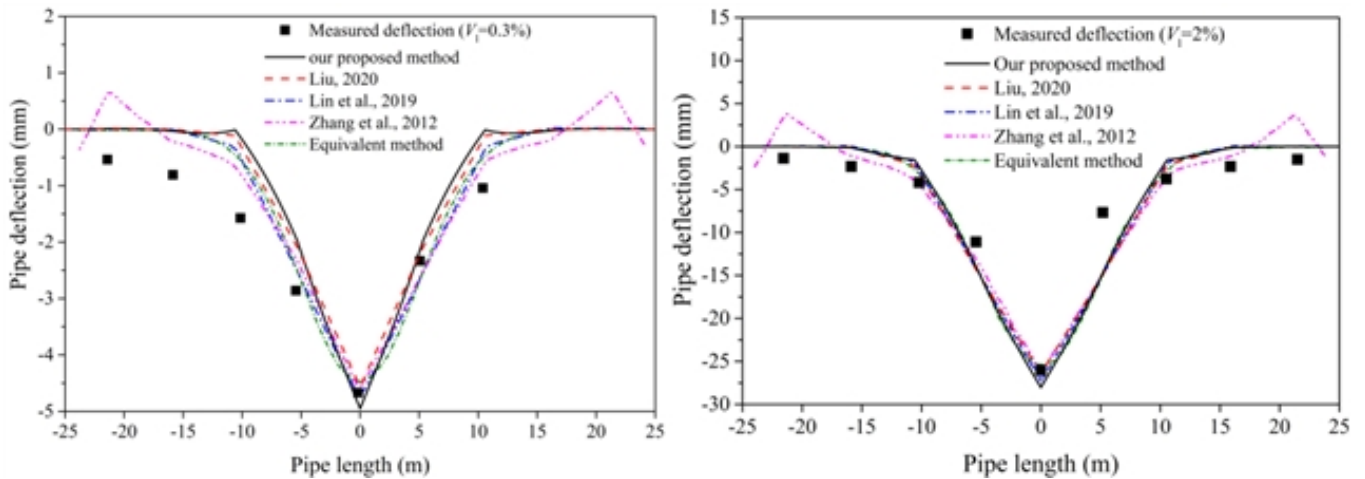


图2.理论解析结果与离心模型试验结果对比图

文章还比较了模拟盾构隧道所用的Timoshenko梁与模拟复合衬砌隧道所用的Euler-Bernoulli梁。Euler-Bernoulli梁主要考虑弯矩引起的挠曲变形，适用于细长梁，比如复合衬砌隧道中的各管节；Timoshenko梁则在弯曲变形之外进一步考虑了剪切变形，更适用于短粗梁，比如盾构隧道的每环管片（见图3）。研究发现，在多环管片拼接作用下，盾构隧道整体表现为柔性变形，变形连续但内力不连续；而细长梁虽本身具有柔性，受接缝影响后，复合式衬砌隧道却整体呈现出刚体转动与剪切错动为主的刚性变形，变形不再连续。因此，分析新建隧道穿越既有结构时，应根据既有结构的类型，合理选取相应的梁模型。

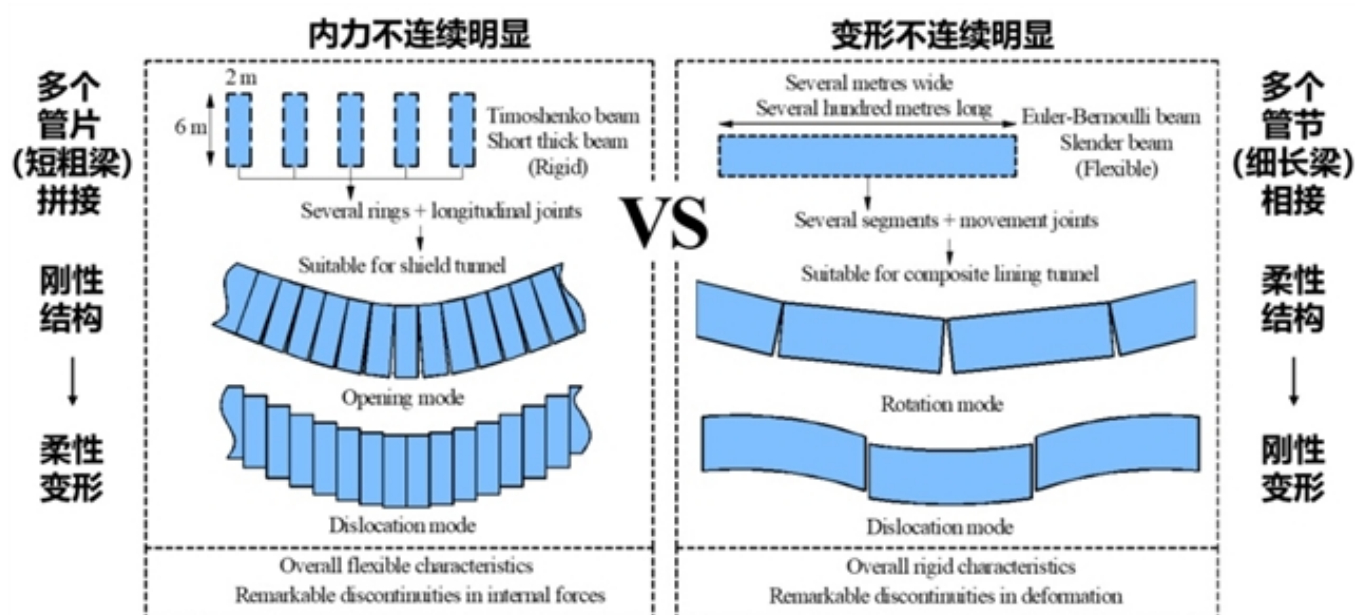


图3.模拟盾构隧道的Timoshenko梁与模拟复合衬砌隧道的Euler-Bernoulli梁

结论与展望

本文建立了基于Dirac δ 函数的既有盾构隧道非连续响应理论计算方法，统一求解了接头张开、错台及内力突变。结果表明，纵向接头对既有盾构隧道的受力与变形起控制作用，传统连续模型可能低估局部的不利响应。该方法物理意义清晰、计算效率高，可为既有盾构隧道下穿风险评定、监测预警和结构设计提供理论依据。后续研究可进一步纳入接头非线性接触、地下水作用及多隧道群相互影响等复杂因素，构建更为完善的盾构隧道长期服役分析体系。（来源：EngineeringJournals微信公众号）

相关论文信息：<https://journal.hep.com.cn/fsce/EN/10.1007/s11709-022-0920-3>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

作者：刘翔等 来源：《工程·结构与土木工程》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发