利用非结构网格的三维模型探讨桥墩周围流动现象

【工程概况】

岐阜県的国道 41 号高山国府线，横跨川上河。架桥三枝桥附近，2004 年 10 月洪水灾害发生时，桥梁下游左岸护坡被冲垮，严重威胁附近居民的生命财产安全。详细见航空地图。

现在，三枝桥下游的一期道路已经建好，规划中的二期道路位于旧桥三枝桥和一期道路之间，预定一期，二期道路修建完成后撤除旧桥三枝桥。附近居民担心道路建成后，流场变化引起桥梁周围的河床稳定，间接影响护坡以及防洪堤的稳定。

工程目的是，把握桥墩周围的三维流速，水位分布，评价新建桥梁对流场的影响。

另外，计算中假设新的道路一期，二期建成后，旧的桥墩尚未撤除，河道内共有四个桥墩。

表-1 概况

项　目	内　　容
河 流 名	川上河
位 置	岐阜県
河流级别	二級
考虑桥梁	三枝桥（旧桥），一期桥，二期桥
计算对象范围	1k000～2k150

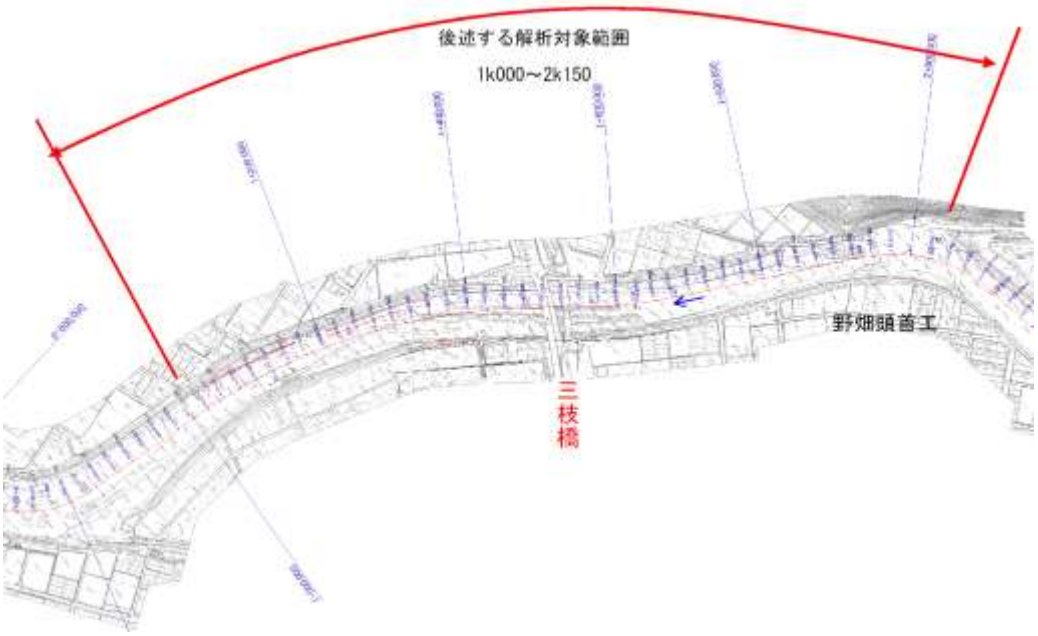

图-1 河道平面图

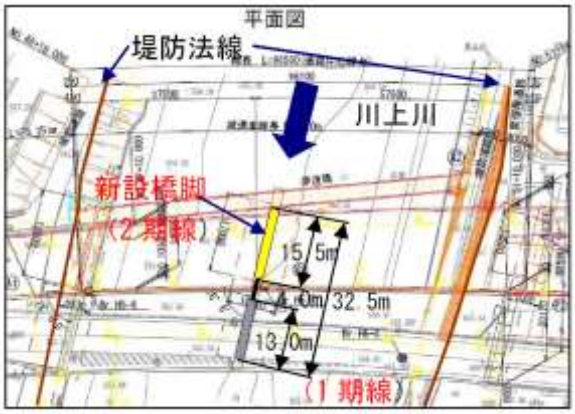

图-2 桥梁附近放大平面图

图-3 桥梁附近航空地图

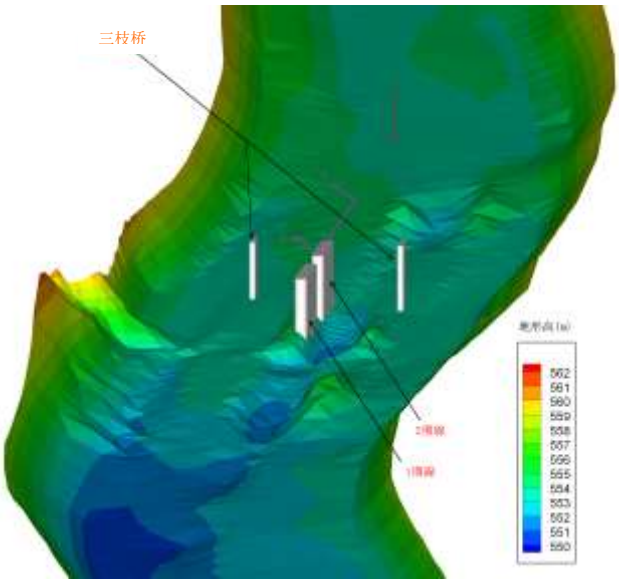

图-4 桥墩附近立体图

【解决的问题】

桥墩附近的水流现象非常复杂，洪水时桥墩上游侧的河床被冲刷淘空，冲刷的泥沙堆积在桥墩的下游侧，造成平衡失调，严重淘空时桥墩倾斜向上游侧。

防止桥墩周围泥沙淘空的一个办法是改变桥墩设置方向和桥墩形状。通过对各种形状的桥墩进行三维数值模拟，选择最佳形状，使桥墩周围不容易发生马蹄形漩涡，减少河床泥沙冲刷。

图-5 桥墩附近泥沙冲刷・堆積模式図

【工程意义】

上述提到，桥墩的设置方向以及形状直接关系到附近河床的冲刷情况，影响河床稳定。桥梁规划时，理想做法是同时进行水工模拟试验和数值模拟。但是，水工试验不仅要体现桥梁形状，还要体现上下游河道形状，模型制作费用大耗时长。

随着三维数值模拟技术的进步，能够解决规模大，地形条件复杂的问题。可以简单的改变桥墩方向和形状，而且所需工期短，

【成果】

1. 水面以及河床附近流速分布

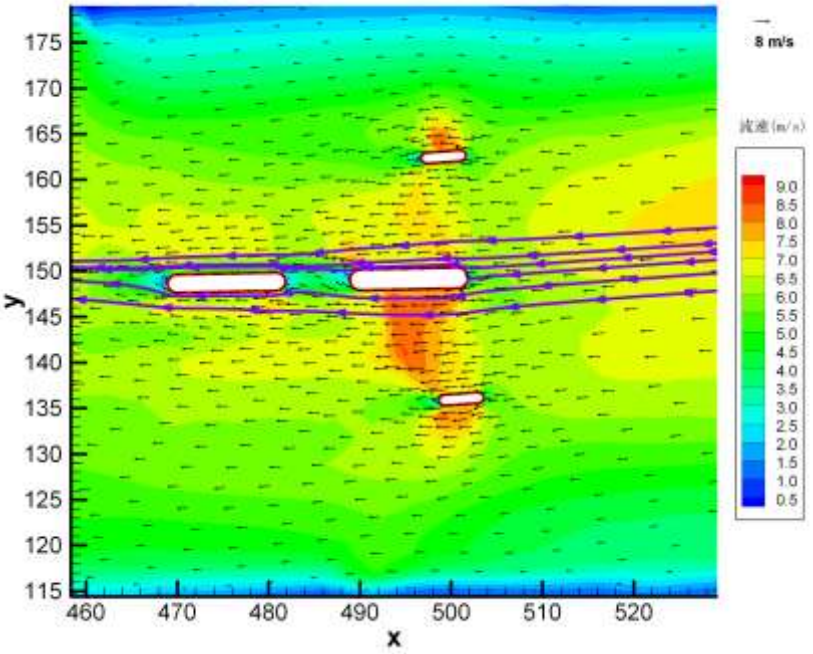

图-6 水面附近水平流速分布

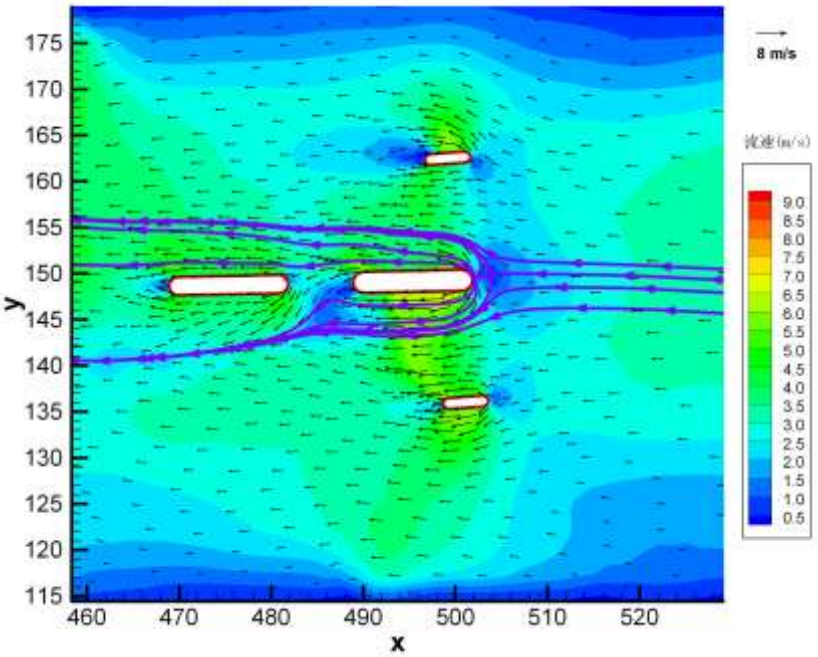

图-7 河床附近水平流速分布

各层的水平方向流速变化很大。在桥墩附近，表层的最大流速在 7.5～8.0m/s，流向受桥墩的影响相对比较小，没有产生流向上游的流速。

在河床附近的底层，最大流速在 6.0 ～6.5m/s 范围，中间桥墩上游有明显的反射到上游的流速。

2. 桥墩上游侧的二次流

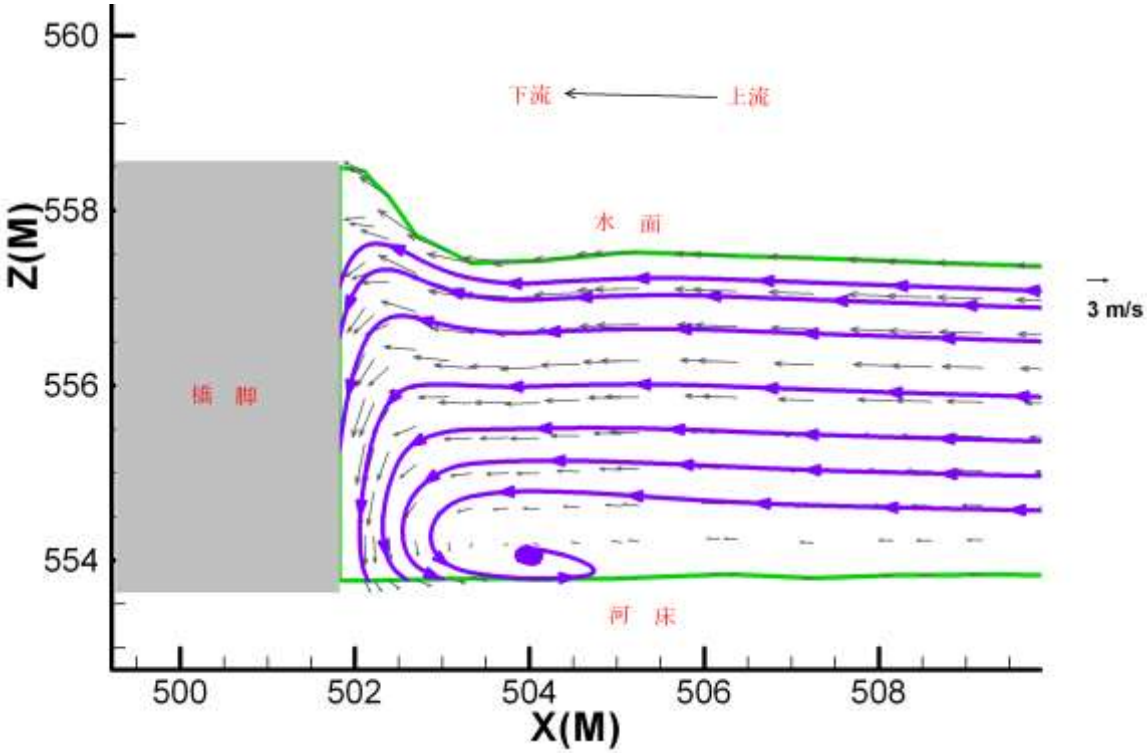

图-8 河床附近水平流速分布

图-8 是二期线桥梁上游侧纵断面内的流速分布图。图中显示，桥墩上游有明显的二次流（螺旋流）现象。受二次流影响的范围最容易被冲刷，修建桥梁时，应该对受影响的河段进行加固处理。