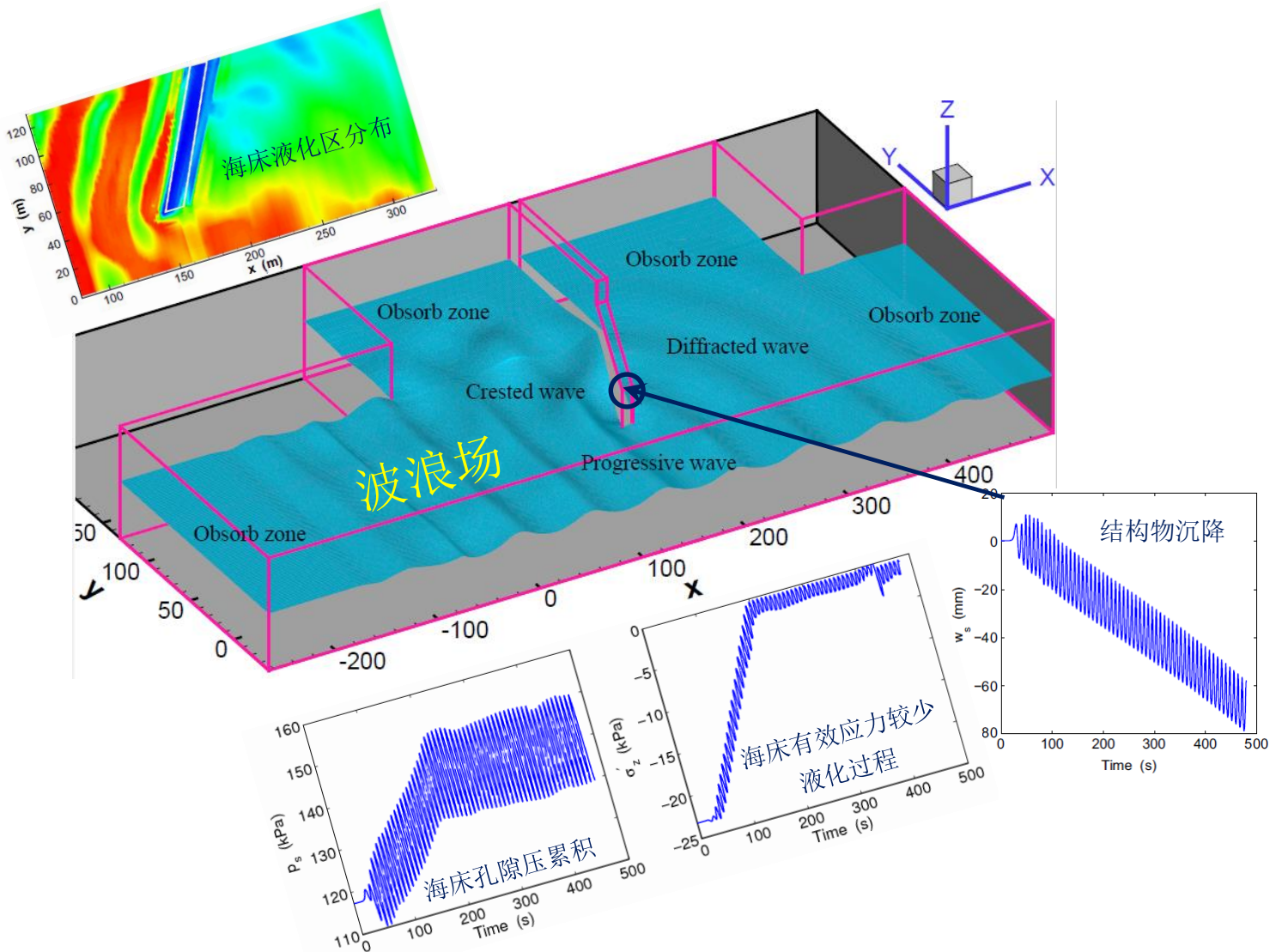


# FSSI-CAS 2D/3D<sup>©®</sup>

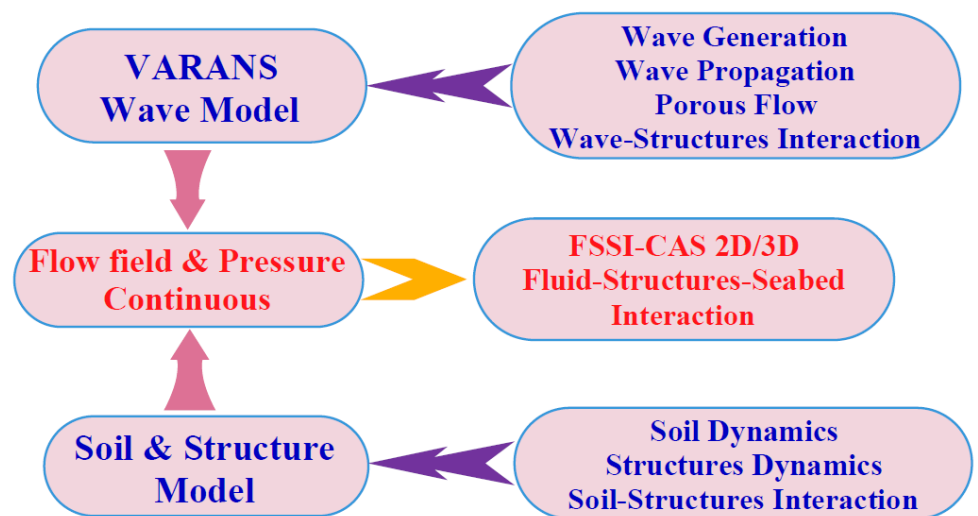
一款用于岩土工程，海洋岩土工程和波浪/地震-结构物-海床地基相互作用的高级计算软件





海洋工程中，海洋波浪-海床地基-结构物耦合相互作用机制、波浪导致的海床地基液化规律等都是近海工程建设中评价海洋结构物稳定性的基础，和急需解决的关键性难题，也是海洋工程地质和海洋岩土力学这一新兴的多学科交叉研究领域的前沿科学问题。围绕这一关键科学、工程问题，中国科学院武汉岩土力学研究所叶剑红研究员在前人研究的基础上，成功研发出了揭示海洋波浪-海床地基-结构物相互作用机制，评价近海结构物安全稳定性的数值计算模型 FSSI-CAS 2D，及其三维版本 FSSI-CAS 3D。

FSSI-CAS 2D/3D 中，采用 RAVANS (Reynolds Average Volume Average Navier Stokes) 方程作为波浪的控制方程，动态 Biot 方程作为海床地基的控制



方程，通过一个耦合算法将两个物理控制方程整合为一个整体。经过 7 个不同的水槽实验，1 个解析解和 1 个离心机实验的验证，证实了 FSSI-CAS 2D/3D 具有极高的可信度和适应性；也是目前国际上研究波浪-海床-结构物相互作用中能够考虑复杂水动力条件，复杂几何边界、复杂土的本构模型的最为先进的计算模型。目前相关的研究成果已经在海洋、海岸工程领域国际顶尖、知名 SCI 检索期刊发表论文 25 篇，被引用近 500 多次（基于 Google Scholar）。

由于耦合模型 FSSI-CAS 2D/3D 可以处理复杂的近海水动力条件，复杂的模型边界条件，用户还可以自由选择使用各种不同的土的本构，如莫尔-库仑模型，D-P 模型，修正剑桥模型和 PZIII 模型等，能够较准确地描述密实和欠密实海床土的动态力学行为，所以 FSSI-CAS 2D/3D 的成功开发可以为波浪-海床-结构物相互作用研究提供可信度高的基础分析工具；目前该模型已具备在工程实践中予以应用的条件；可以为我国近海结构物（防波堤、海底管线、采油平台、近海风机等）的设计、后期维护、以及风浪、地震稳定性评价提供技术支持。

## FSSI-CAS 2D/3D 功能介绍:

FSSI-CAS 2D/3D 计算软件主要针对近海工程领域，评价海洋结构物的动力安全稳定性；协助设计人员设计海洋结构物或核算所设计的海洋结构物的安全稳定性。主要面向高等院校、科研院所的科研人员，以及相关的设计、勘察院及公司的设计、勘察工程师。其主要功能有：

- (1) 近海岸各种波浪的传播演化，与近海结构物相互作用（线性/非线性波浪、规则/随机波浪、椭圆余弦波，海啸波等）。
- (2) 各种孔隙介质内的低速/高速孔隙渗流。
- (3) 波浪/地震—近海结构物（防波堤、海底管线、近海风机、采油平台等）—海床地基相互作用。
- (4) 密实/欠密实海床地基的波浪/地震动态响应、液化大变形，以及评价海洋结构物（防波堤、海底管线、近海风机、采油平台等）的安全稳定性。
- (5) 传统岩土工程中的涉及流-固耦合的各种计算问题，如边坡渗流、大变形滑动，地震动响应分析和地基液化，隧道/洞室变形、涌水等。

## 网格划分:

FSSI-CAS 2D/3D 自带有一套网格划分工具，划分的单元类型包括：三角形（3、6 节点），四边形（4、8、9 节点），四面体（4、10 节点），六面体（8、16、27 节点）。同时提供了导入其它商业网格剖分软件（如 GID）的网格文件的接口，方便用户剖分几何形状特别复杂的计算区域。

## 土体本构模型:

线弹性模型

通用弹性模型（模量与平均围压相关）

摩尔-库仑模型

D-P 模型

米塞斯模型

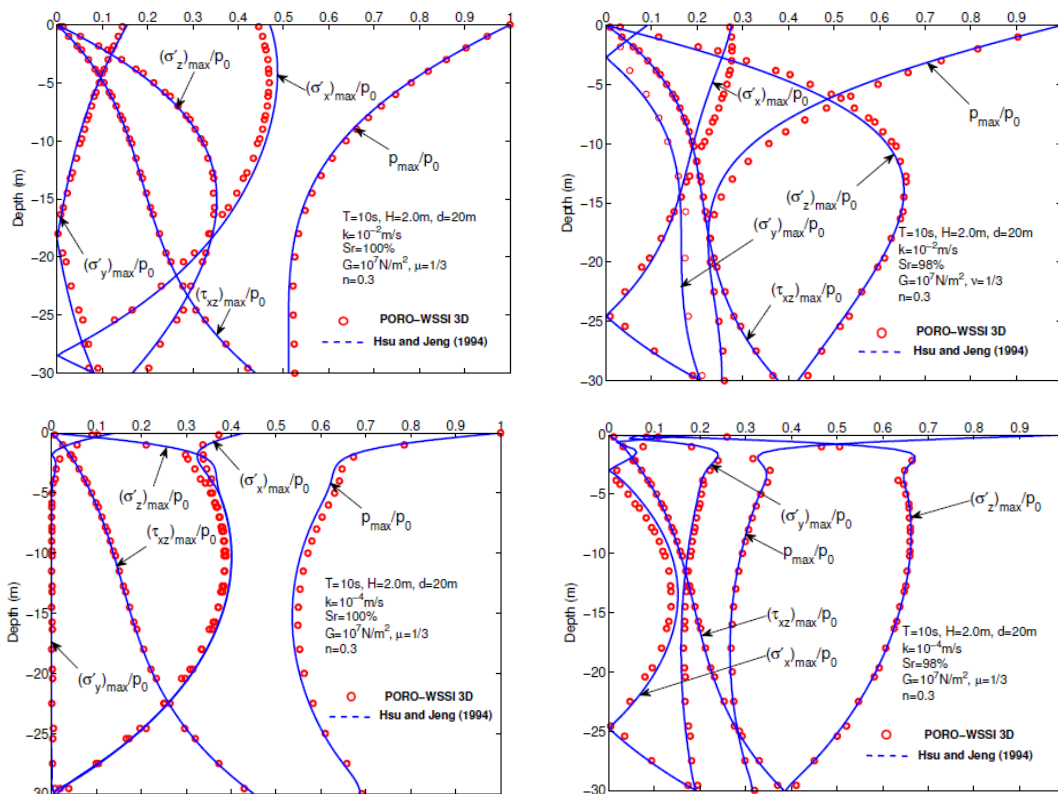
剑桥模型

修正剑桥模型

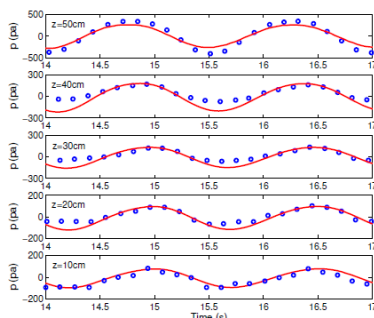
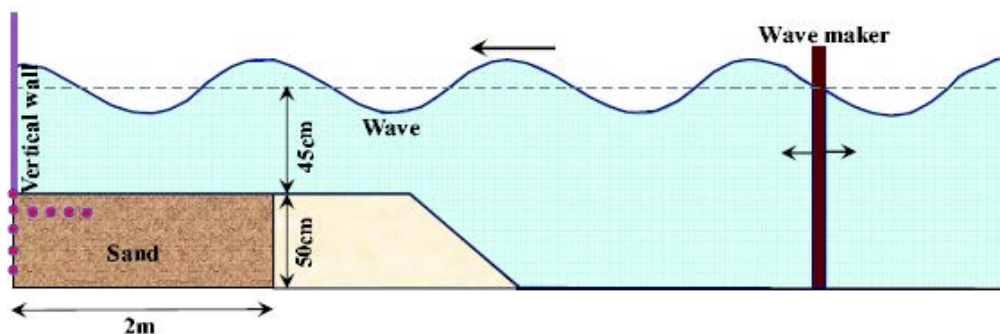
Pastor-Zienkczisz III 模型



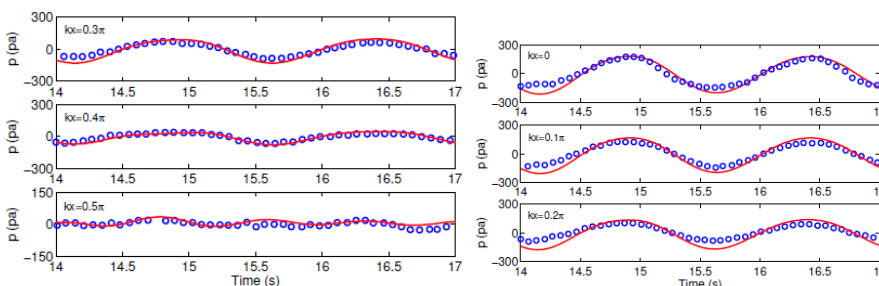
(1) 解析解 (Hsu and Jeng, 1994)



(2) 反射驻波 (Tsai and Lee, 1995)



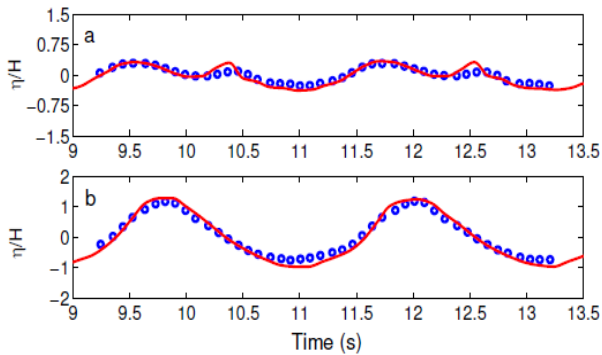
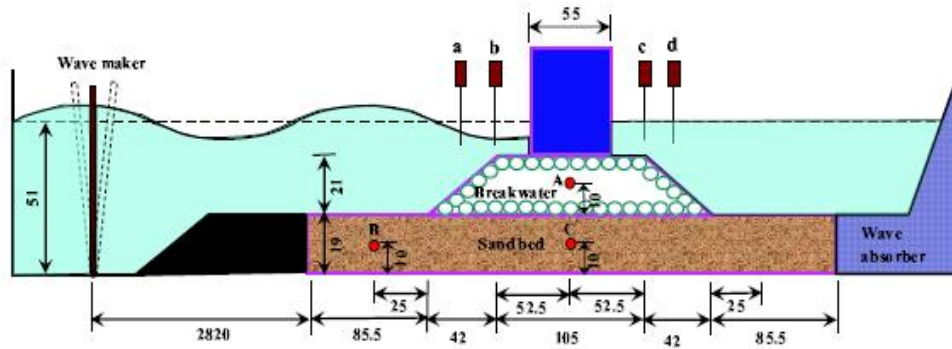
(a) 与竖向六个传感器对比



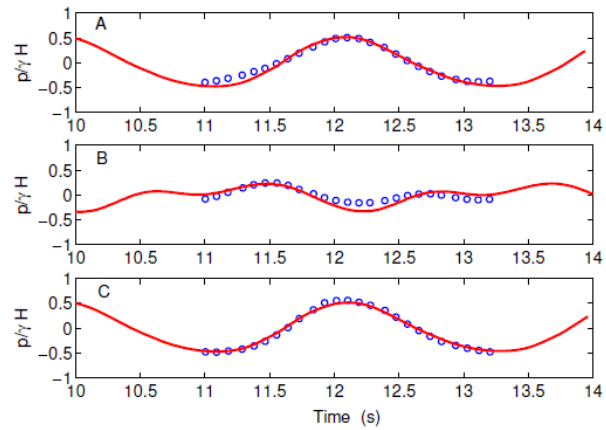
(b) 与横向6个传感器对比



### (3) 复合防波堤 (Mostafa et al., 1999)

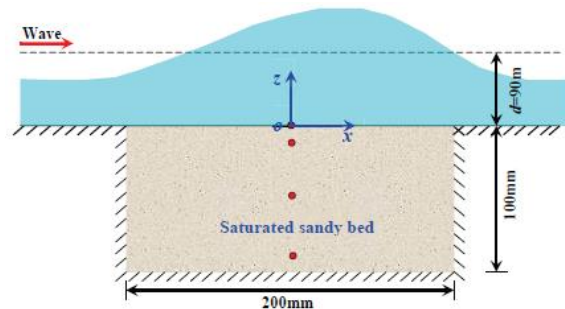
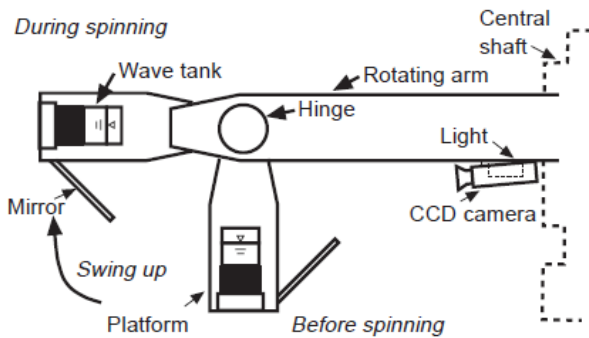


(a) 波面对比

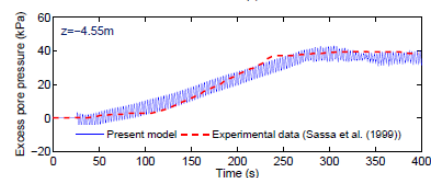
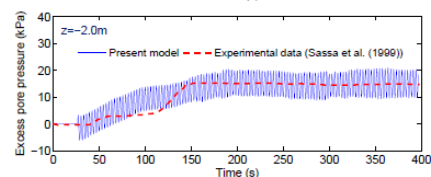
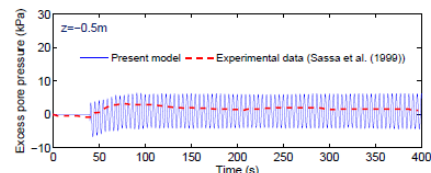
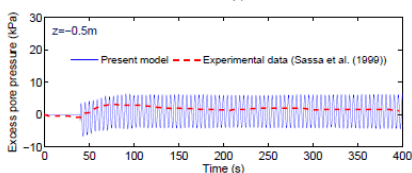
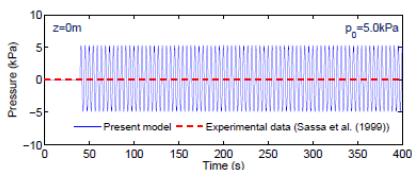


(b) 孔隙压力对比

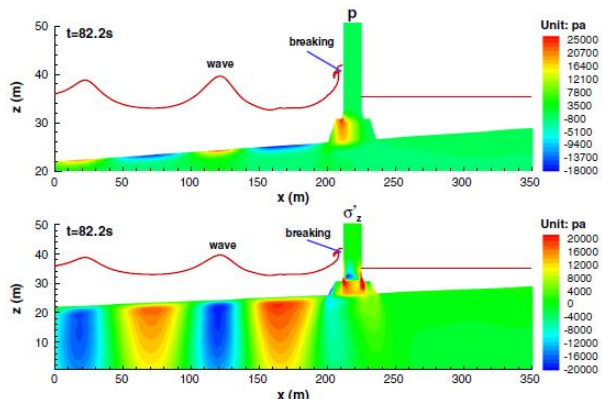
### (4) 离心机内欠密实海床液化 (Sassa and Sekiguchi, 1999)



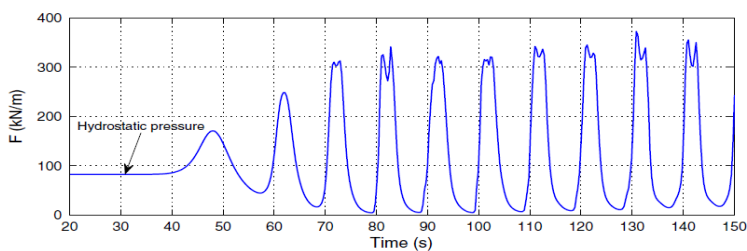
累积孔隙压力对比:



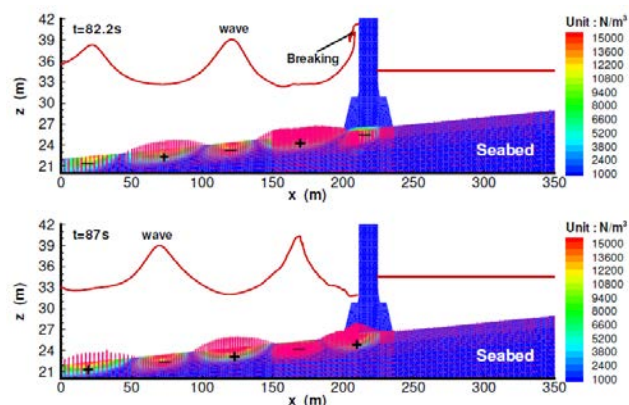
## 案例应用之一：极端破碎波浪作用下海洋结构物动态响应



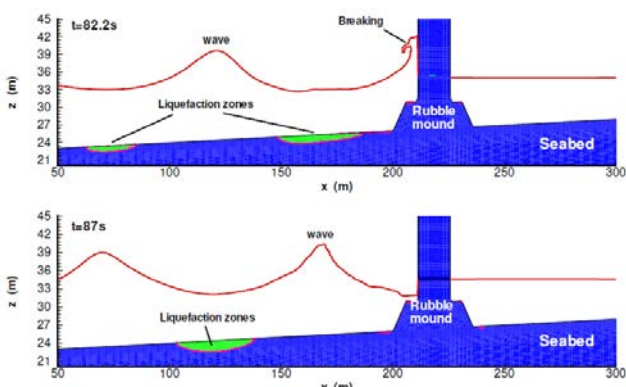
海床内孔隙压力对波浪的响应



破碎波浪对结构物的冲击力

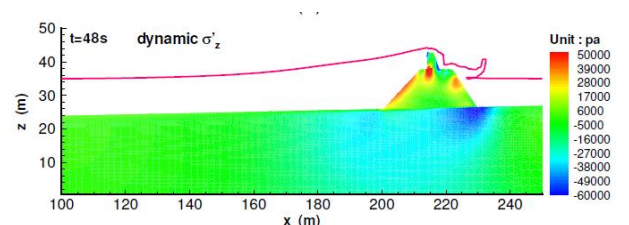
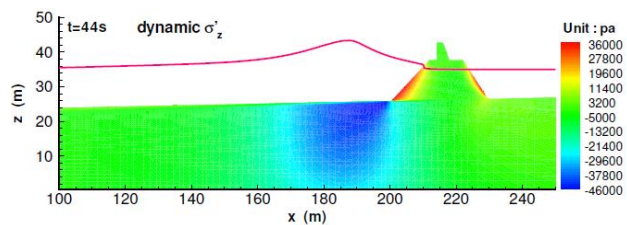
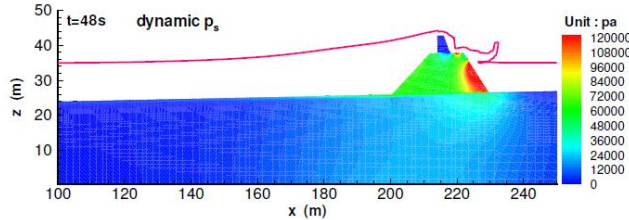
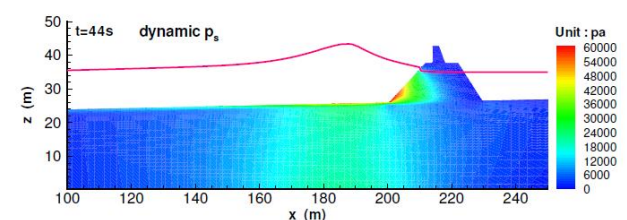
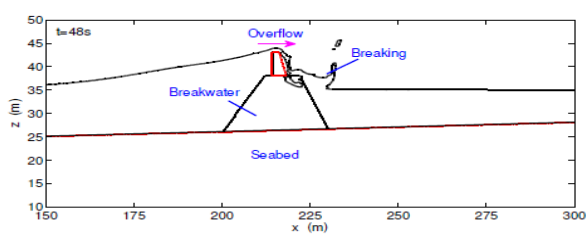
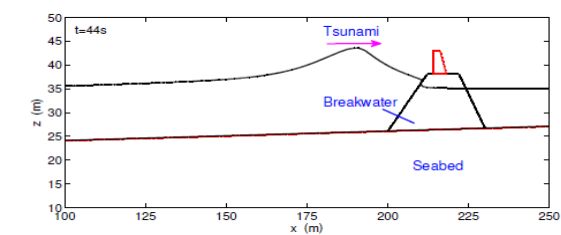


海床内波浪引起的渗透力分布



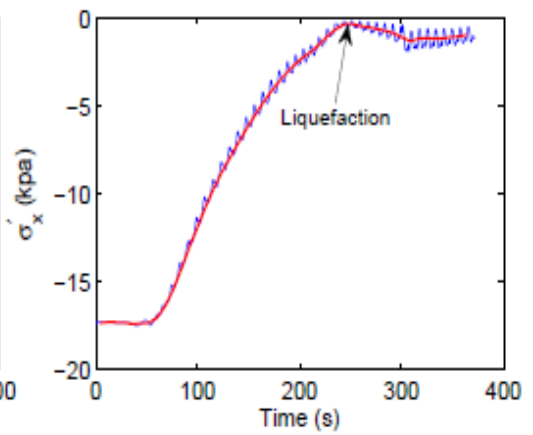
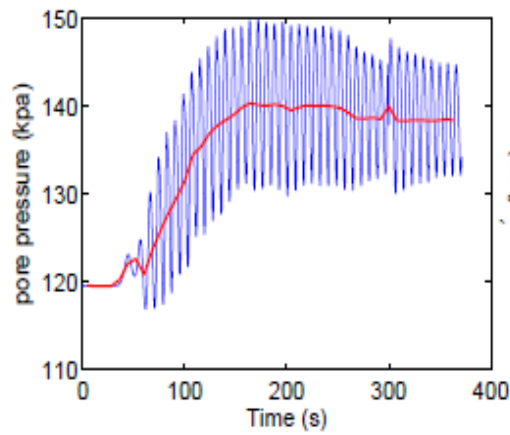
海床内波浪引起的液化区分布

## 案例应用之二：地震海啸作用下海洋结构物动态响应

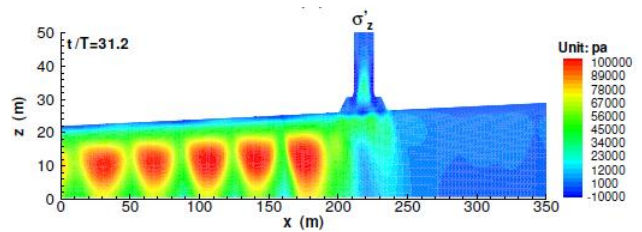
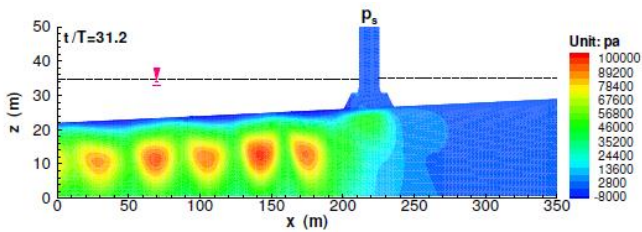
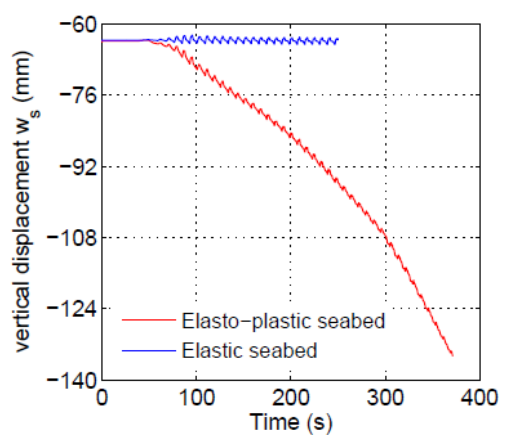
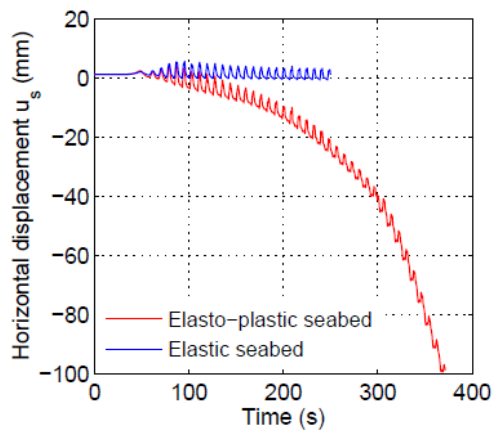


### 案例应用之三：欠密实海床地基及其海洋结构物动态响应

欠密实海床内孔隙压力在波浪作用下发生累积而液化

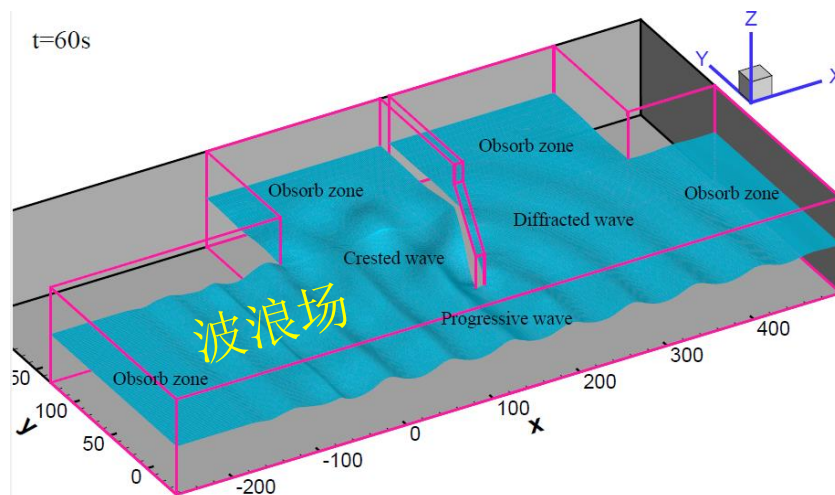


建于欠密实海床之上的结构物因海床液化而发生沉降和倾倒

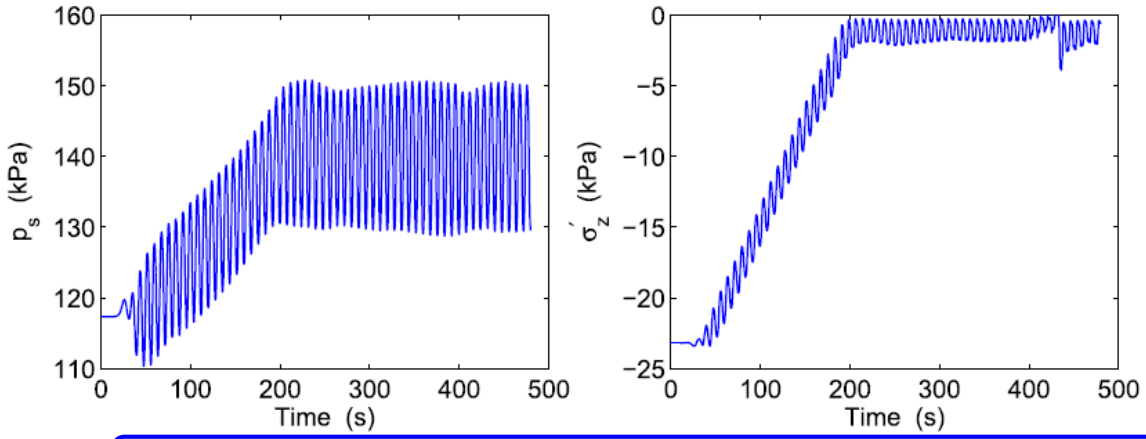


欠密实海床内孔隙压力和有效应力对波浪持续作用的响应分布

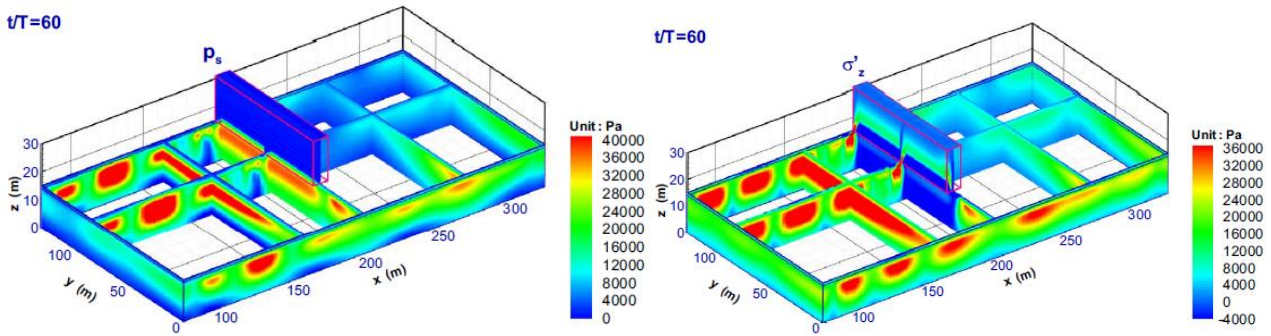
### 案例应用之四：三维波浪作用下建于嵌密实海床地基之上的海洋结构物动态响应



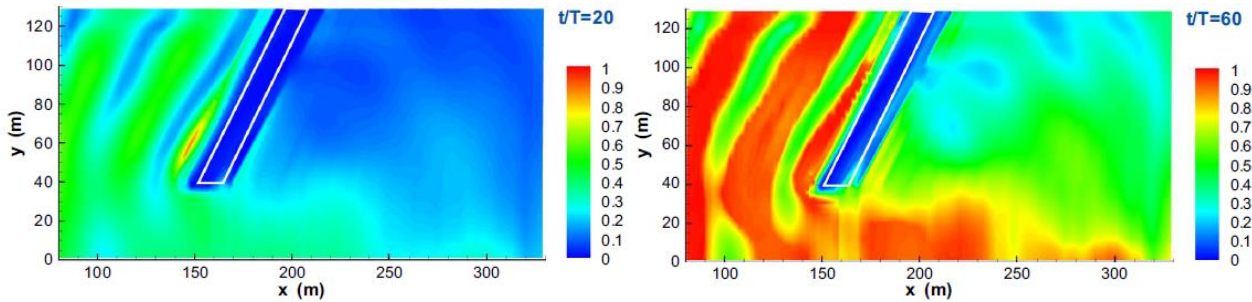




三维欠密实海床内波浪引起的孔隙压力累积和有效应力减少的过程

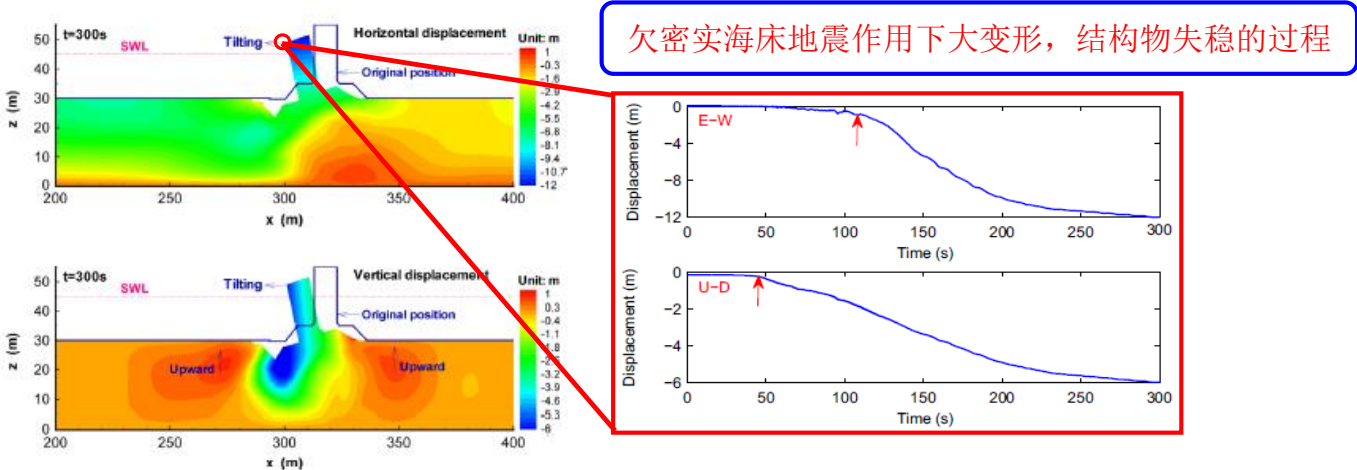


三维欠密实海床内波浪引起的孔隙压力和有效应力响应分布



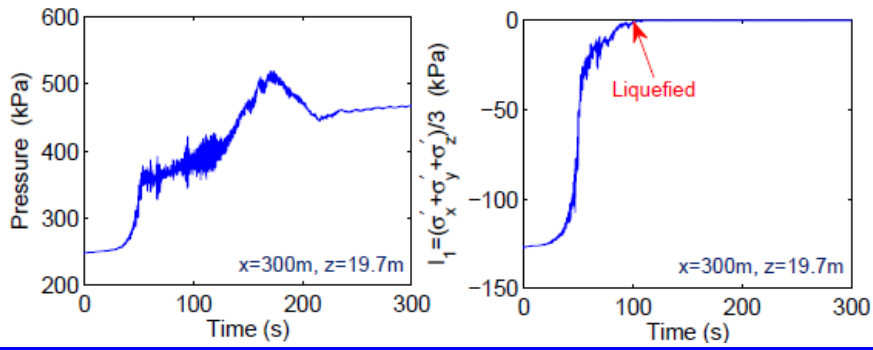
三维欠密实海床内波浪引起的的液化区分布（红色区域）

案例应用之五：强烈地震中近海防波堤的失稳、海床液化大变形过程模拟

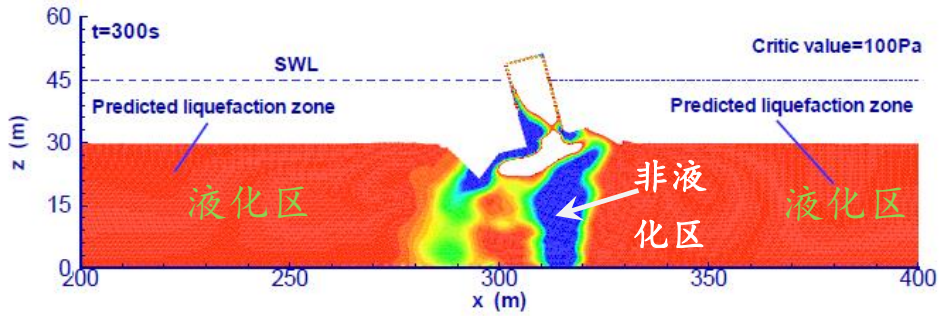


欠密实海床地震作用下大变形，结构物失稳的过程





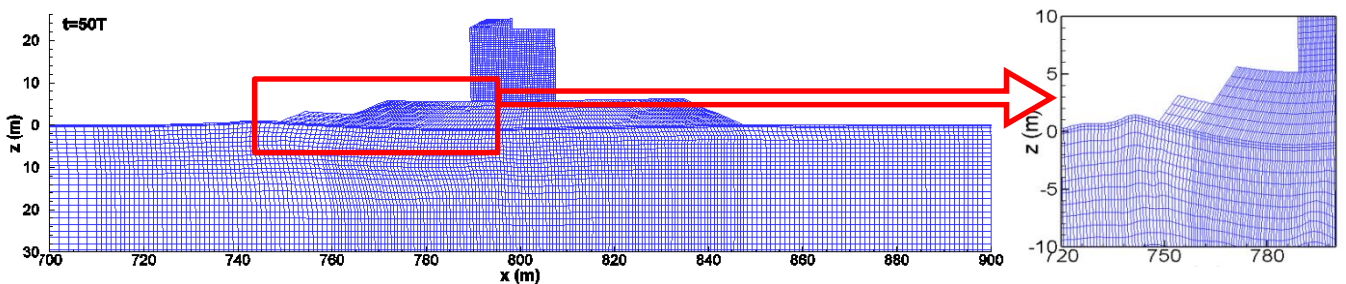
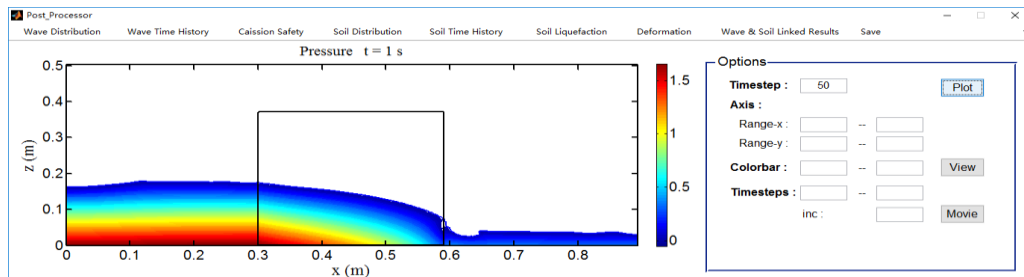
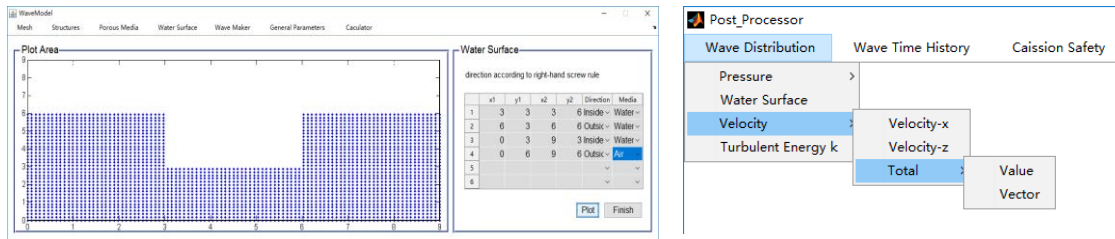
欠密实海床地震作用下孔隙压力累积和有效应力减少的液化过程



欠密实海床地震作用下海床内的液化和非液化区域分布

### GUI 前后处理界面:

FSsi-CAS 2D/3D 计算软件已经拥有了功能完备的前、后处理的用户界面，使用方便，极易学习。



## 联系我们:

联系人: 叶剑红 研究员

Email: [yejianhongcas@gmail.com](mailto:yejianhongcas@gmail.com) or [Jhye@whrsm.ac.cn](mailto:Jhye@whrsm.ac.cn)

Website: [www.fssi.ac.cn](http://www.fssi.ac.cn)

Telephone: +86-18618214939

QQ: 187323802

地址: 湖北武汉武昌区小洪山中国科学院武汉岩土力学研究所

