

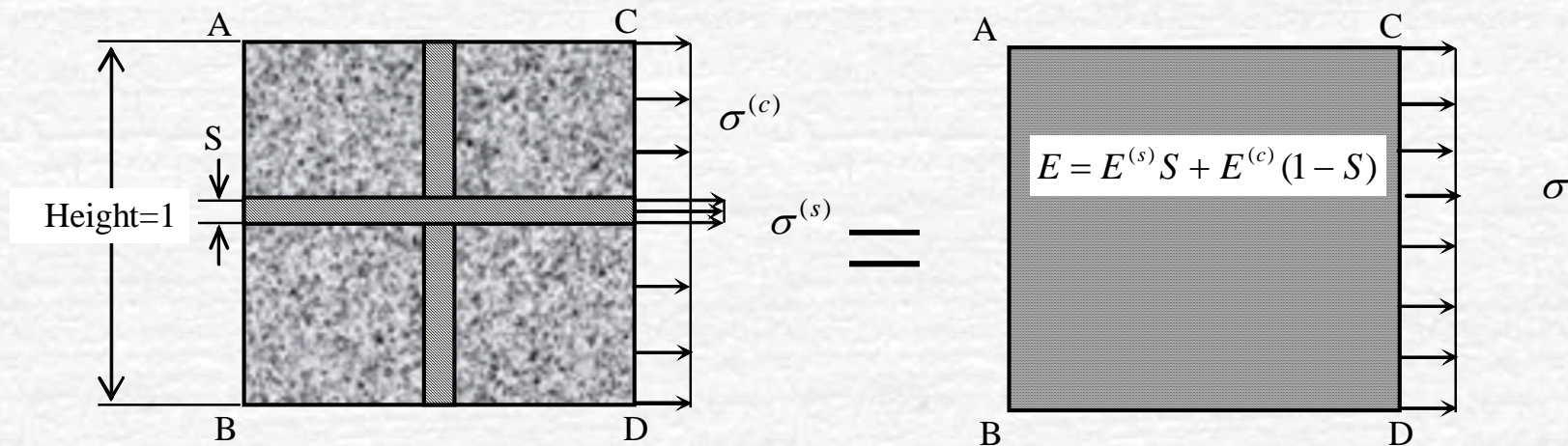
钢筋混凝土墙体 ABAQUS数值计算

沈阳工业大学计算力学所
www.shenxinpu.com

内容简介

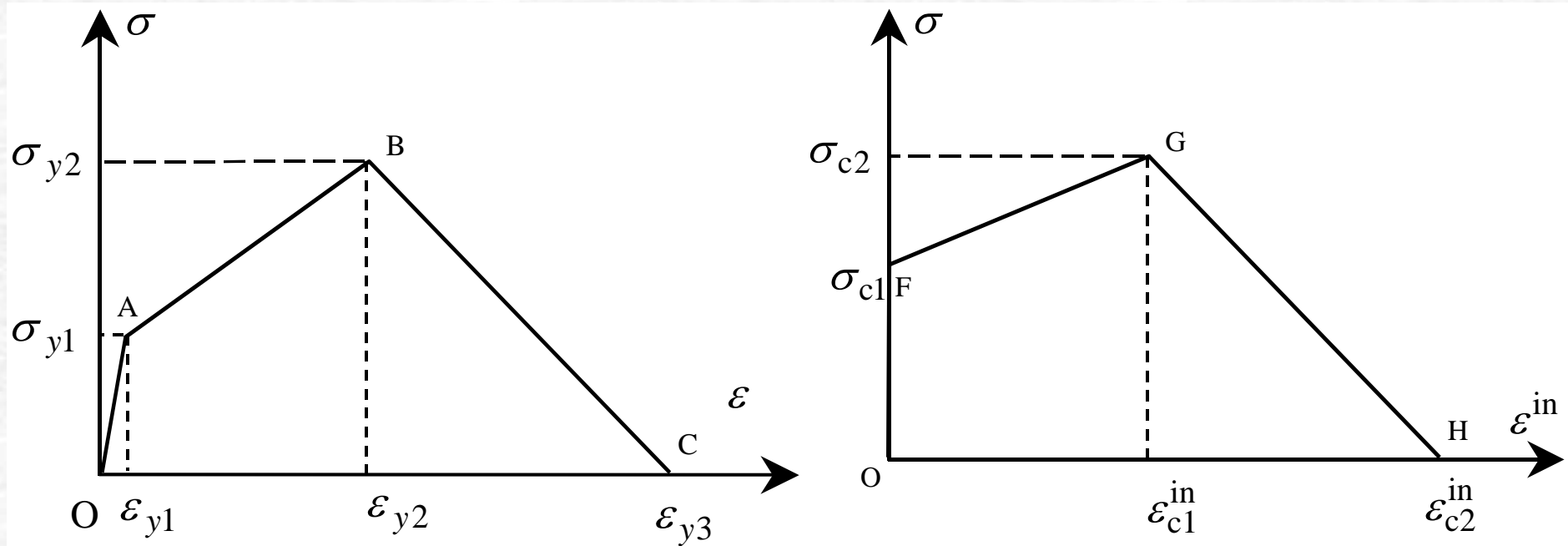
- 本研究采用应变协调假设和强度等效假设，给出了一个描述钢筋混凝土材料与结构损伤塑性本构模型；
- 将这个模型用于基坑的钢筋混凝土墙体结构的ABAQUS有限元损伤塑性数值分析，提出了对工程有建设性意义的建议。

1. 钢筋混凝土样本单元的材料本构模型



- 图1. 简化的钢筋混凝土材料样本单元示意图，AB边上的载荷没标出。

1.1 等效材料的拉伸应力应变关系曲线 和压缩应力应变关系曲线



1.2 等效材料的压缩应力应变关系

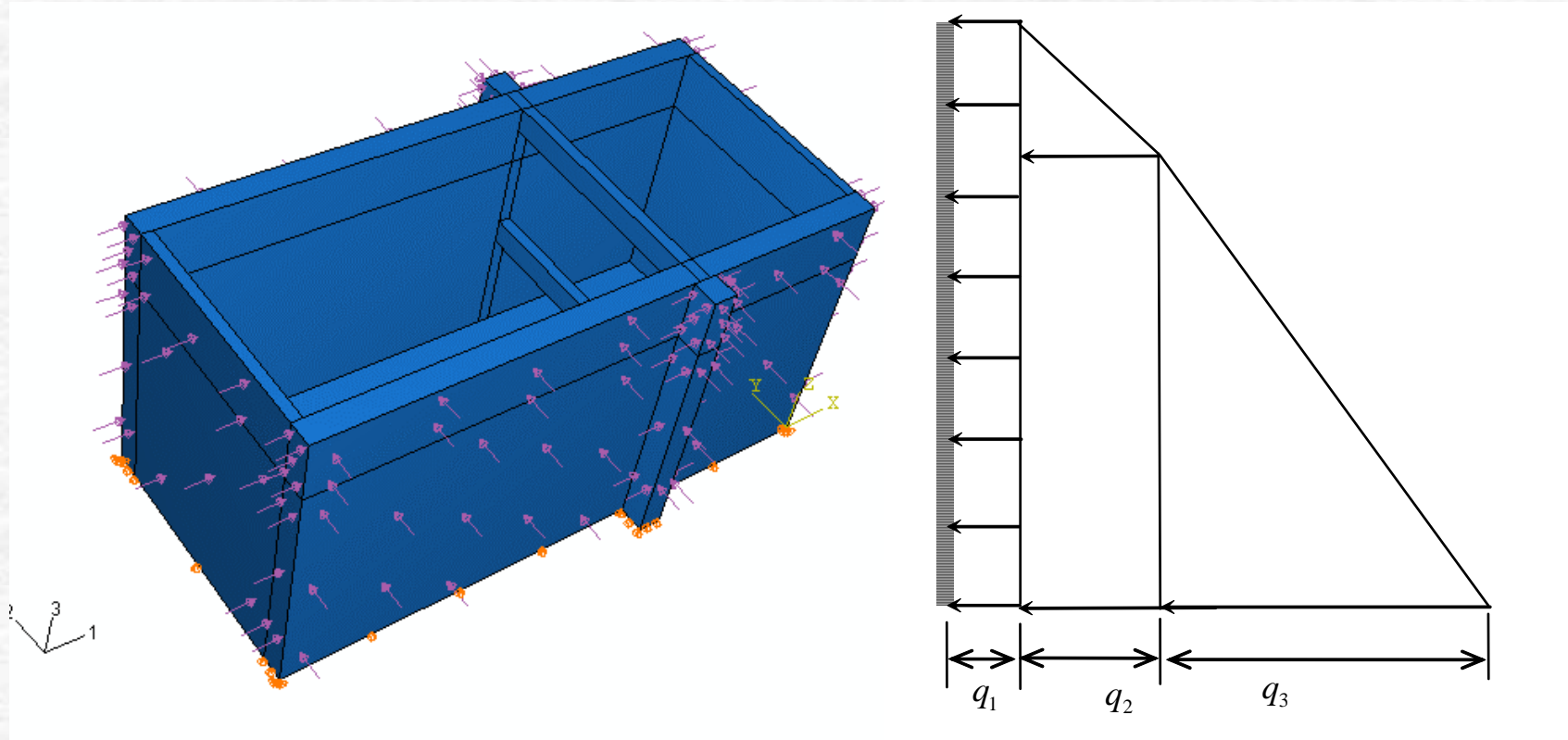
- ABAQUS程序中受压缩混凝土损伤塑性模型采用了非关联的塑性流动准则，塑性势函数为Drucker-Prager双曲线函数；

$$G = \sqrt{(\epsilon \sigma_{t0} \operatorname{tg} \psi)^2 + \bar{q}^2} - \bar{p} \operatorname{tg} \psi$$

- ABAQUS程序中在有效应力空间中给出的Lubliner型的屈服函数

$$F = \frac{1}{1-\alpha} (\bar{q} - 3\alpha\bar{p} + \beta(\bar{\epsilon}^{pl}) \langle \hat{\sigma}_{\max} \rangle - \gamma \langle -\hat{\sigma}_{\max} \rangle) - \bar{\sigma}_c(\bar{\epsilon}_c^{pl}) = 0$$

2. 墙体ABAQUS计算：几何及载荷



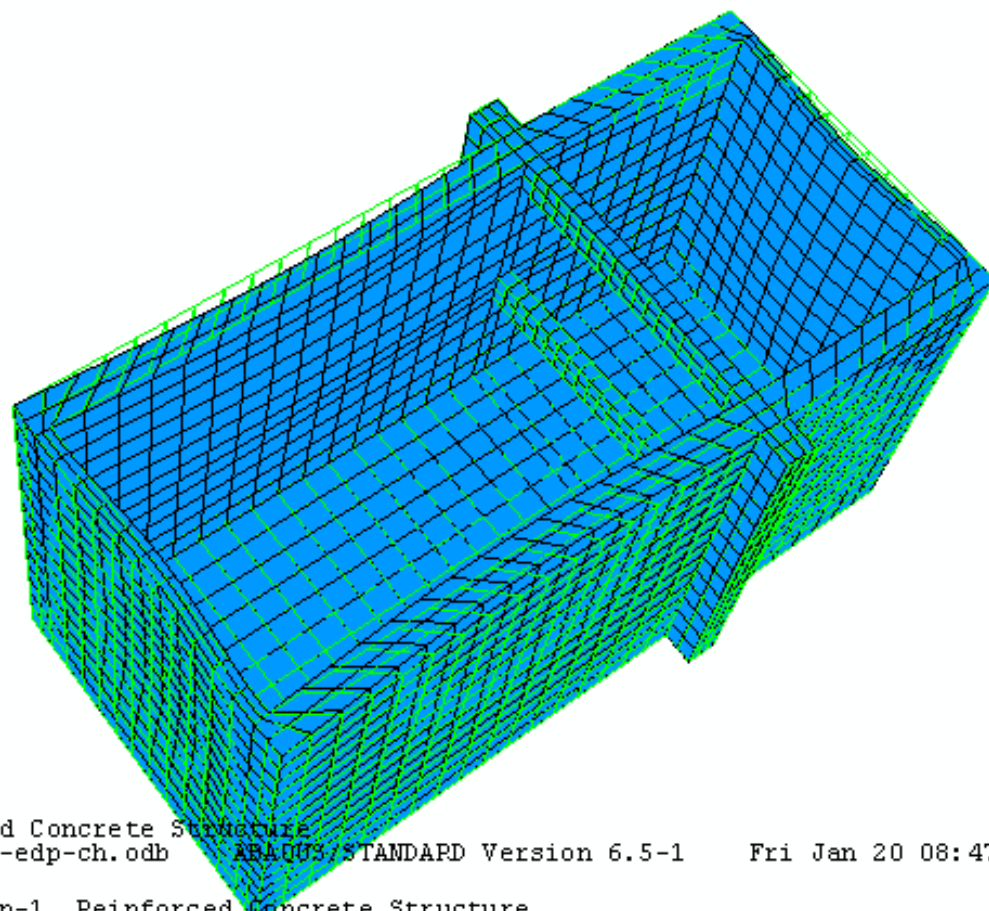
外部长15米、宽6.8米、高7.2米，
q1-地表堆积载荷,q2-主动土压力,q3-地下水载荷

等效混合材料的材料常数

- 混凝土为 C30 混凝土， $E = 2.72 \times 10^4 \text{ MPa}$ ， $\nu = 0.18$ ， $f_c = 32 \text{ MPa}$ ， $f_t = 2.8 \text{ MPa}$ ；钢筋的材料常数为： $E = 2 \times 10^5$ ， $\nu = 0.3$ ， $\sigma_s = 300 \text{ MPa}$ 。
- 短边墙的配筋设计为：竖向外侧选用 $\phi 20 @ 200$ ，竖向内侧 $\phi 14 @ 200$ ；
- 长边墙的配筋设计为：竖向外侧选用 $\phi 20 @ 300$ ，竖向内侧 $\phi 14 @ 300$ 。
- 各墙的横向布筋设计按与竖向等密度布置设计。以中面为基准，将墙分为内墙和外墙。钢筋混凝土的内墙和外墙中钢筋所占的面积比率 $S_{\text{内}}$ 和 $S_{\text{外}}$ 分别为： $S_{\text{外}} = 0.0276$, $S_{\text{内}} = 0.0135$
- 钢筋混凝土混合体等效材料的材料常数：
 $E_{\text{外}} = 3.197 \times 10^4 \text{ MPa}$ ， $E_{\text{内}} = 2.95 \times 10^4 \text{ MPa}$ $\nu_{\text{外}} = 0.183$ ， $\nu_{\text{内}} = 0.182$
 $\varepsilon_{y1} = 1.03 \times 10^{-4}$ ， $\varepsilon_{y2} = 1.5 \times 10^{-3}$ ， $\varepsilon_{y3} = 2\varepsilon_{y3} = 3.0 \times 10^{-3}$ ， $\sigma_{y1} = E\varepsilon_{y1} = 3.293 \text{ MPa}$
 $\sigma_{y2\text{外}} = E^{(s)} S \varepsilon_{y2} = 8.28 \text{ MPa}$ ， $\sigma_{y2\text{内}} = E^{(s)} S \varepsilon_{y2} = 4.05 \text{ MPa}$

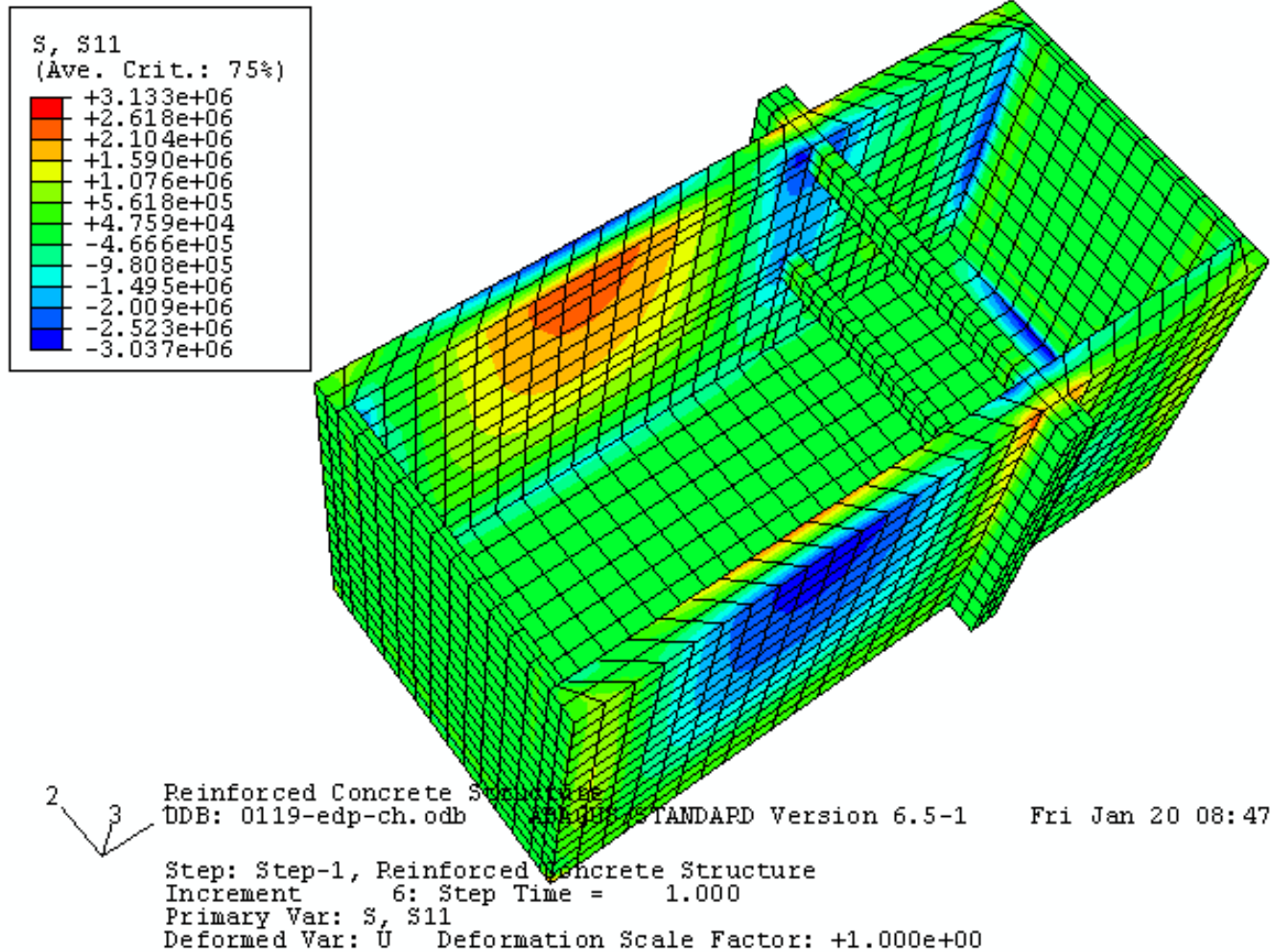
ABAQUS计算所得到的变形网格

计算中采用了 3034 个 20 节点减缩积分实体二次单元 (C3D20R)、17282 个节点对结构进行 3 维离散。由于内外墙的配筋不同，必须采用不同的材料参数，在墙体厚度方向安排有两层单元。

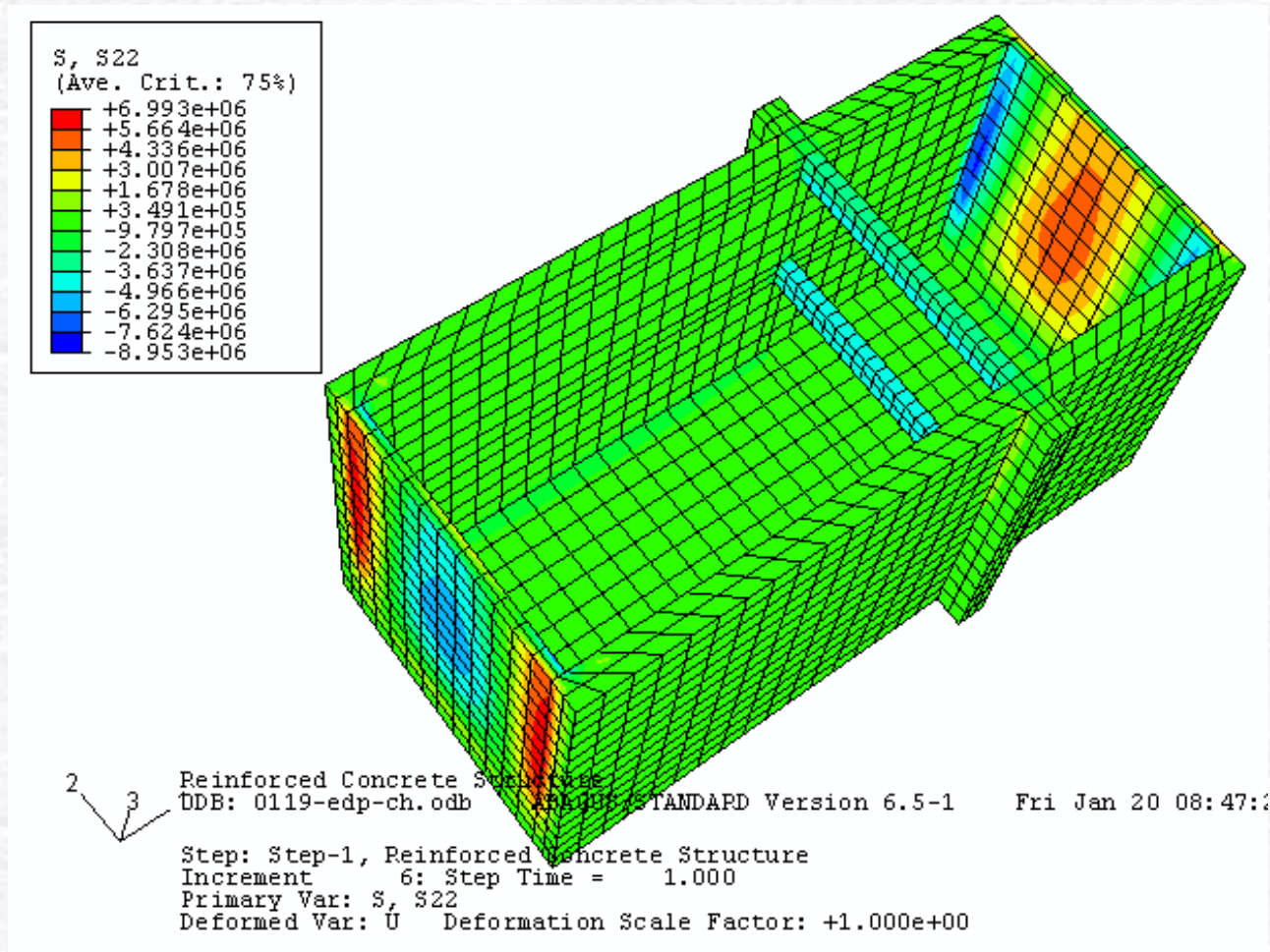


```
Reinforced Concrete Structure  
ODB: 0119-edp-ch.odb ABAQUS/STANDARD Version 6.5-1 Fri Jan 20 08:47:00  
Step: Step-1, Reinforced Concrete Structure  
Increment 6: Step Time = 1.000  
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000e+02
```

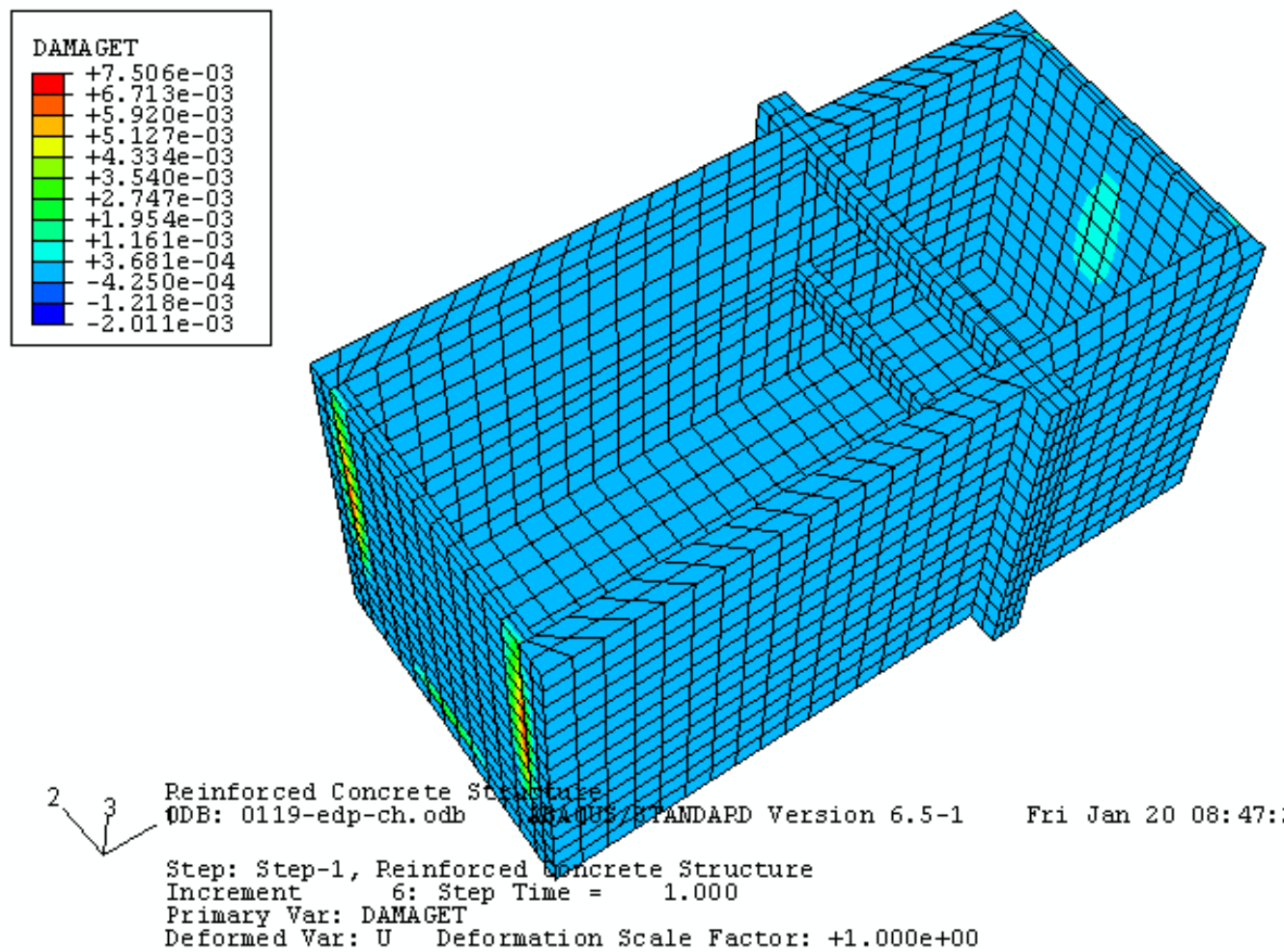

沿11方向的正应力分布



沿22方向的正应力分布



墙内的损伤场的分布情况



结束语

- 采用了3034个20节点减缩积分实体二次单元C3D20R、17282个节点对结构进行3维离散；
- 结果表明：在上述载荷作用下，在短边与长边交接部位外侧，有拉伸损伤场出现；在短边墙的中内内侧，也有损伤场存在。不过由于损伤的值小于0.01，而且只出现在墙的一侧（端部损伤区在外侧，中间损伤区在内侧），没有形成贯通裂纹，所以对墙体结构工作功能没有影响，属于正常安全范围。