

## この報告で本当にお伝えしたいこと

計算機能力の著しい発展⇒精密数値解析：数値実験  
新しい数値解析システムの可能性⇒**オープンCAE**

	自作プログラム	商用CAE	オープンCAE
導入のコスト	○基本的に無償	×相当に高価	○基本的に無償
習得のコスト	△継承に依存	◎教材が完備	※基本的に自力
解析の機能	△目的を限定	○標準的に網羅	○標準的に網羅
機能の追加	◎研究の展開	×原則的に不可	○ソースが公開
プリポスト機能	×対象を限定	◎幅広く対応可能	○標準的に対応
ソースコード	○限定的自由	×原則的に不可	◎完全に公開
並列処理	×技術が必要	△可能だが高価	◎自由に利用可能
活用の展開	×門外不出	×ライセンス制限	◎共通基盤利用
総合評価	7点	9点	17(-10※)=7点

# Peridynamicsを用いた外壁パネル の飛来物衝撃試験の比較検討

2012K15 鰐田広美 指導教員 柴田良一教授

# 0.解析手法

Peridynamics: 積分方程式による破壊力学  
空間積分を用いず破断が定式化可能

LIGGGHTS: LAMMPS+DEM (個別要素法)

分子動力学解析ツール内に実装

※本解析で利用 Linux/Mac/Winで動作 将来はDEXCS化

CFEDM: CFD(OpenFOAM)+LIGGGHTS(DEM)

流体解析での粒子挙動の分析

# 1. 検証方法

外壁材に飛来物を想定した部材を衝突する

内壁に著しい損傷がある場合 ➡ 不合格  
貫通した場合

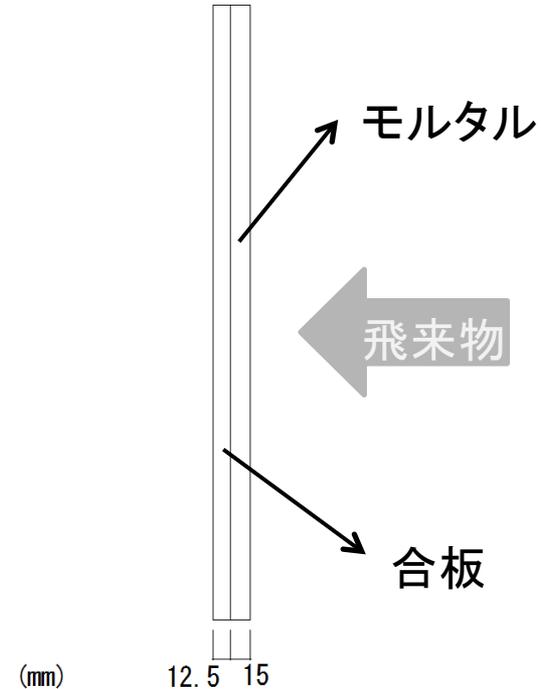
それ以外 ➡ 合格

## 2.材料設定(外壁)



### モルタル

ヤング率: 40GPa (通常の2倍)  
引張強度: 4MPa (通常の2倍)  
ポアソン比: 0.17  
密度: 2400kg/m<sup>3</sup>



### 合板

ヤング率: 10GPa  
引張強度: 63.7MPa  
ポアソン比: 0.3  
密度: 500kg/m<sup>3</sup>

## 2.材料設定(飛来物)

飛来物には2×4木材を使用

35mm離れた位置から、対象壁の中心部に投射

重量、密度、速度が異なる4種類のモデルを用いて比較

ヤング率:10GPa

引張強度:637Mpa(通常の10倍)

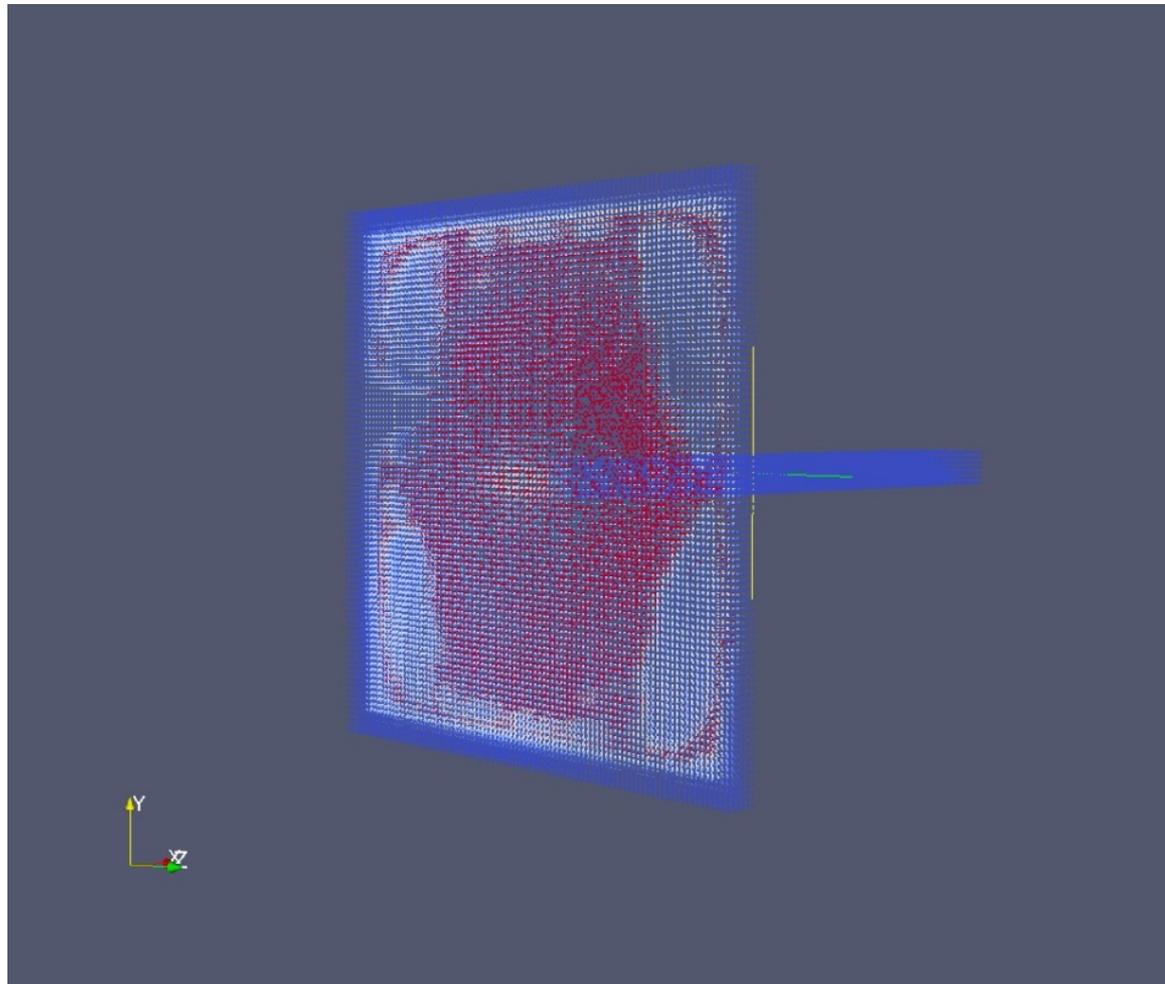
ポアソン比:0.3

大きさ:38mm×89mm×50mm

	重量 (kg)	密度(kg/ m <sup>3</sup> )	速度(m/ s)
B	0.91	538.143	15.2
C	2.05	1212.300	12.2
D	4.1	2424.600	15.2
E	4.1	2424.600	24.4

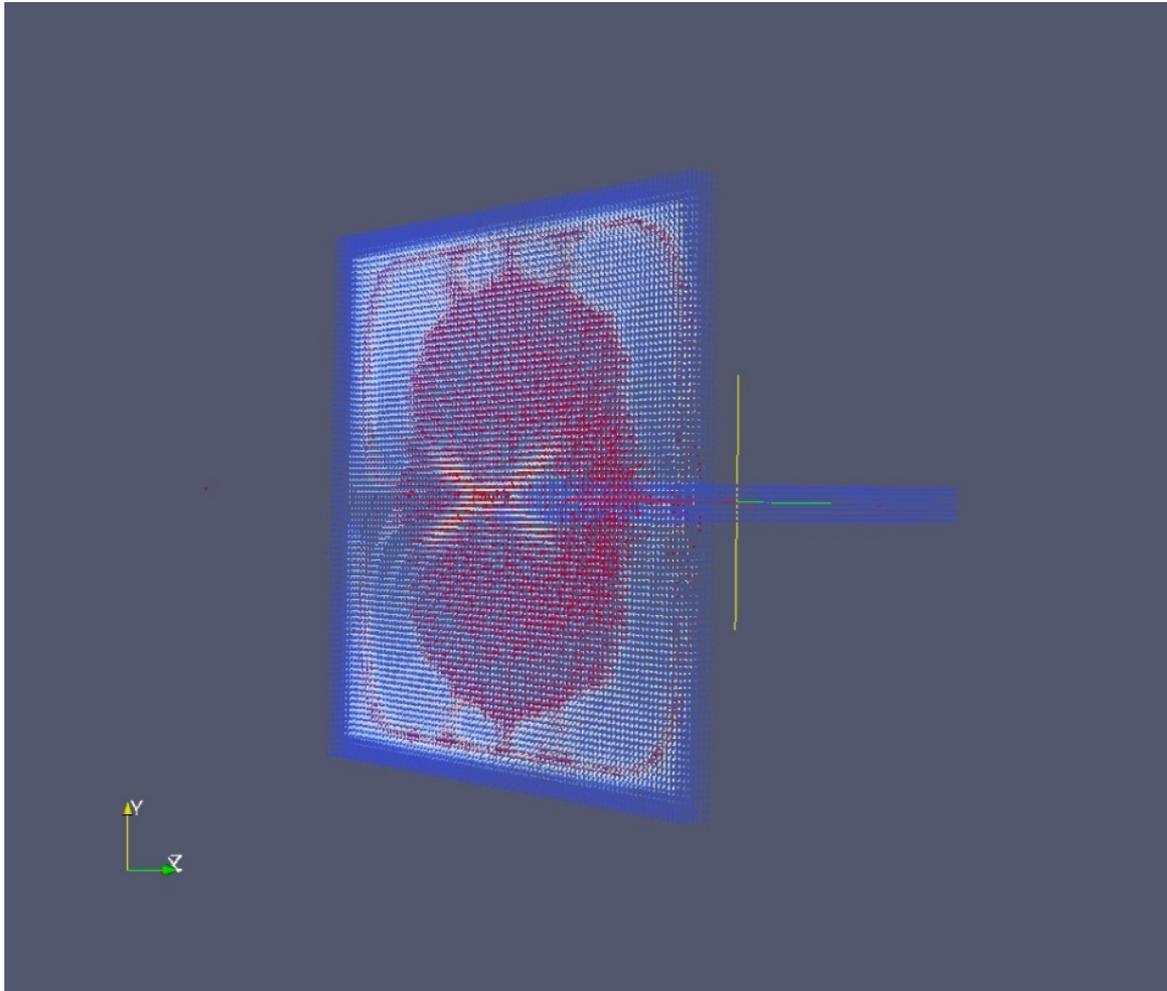
# 3.結果(B)

合格:モルタルは粉々になるが、合板に大きな損傷はない



# 3.結果(C)

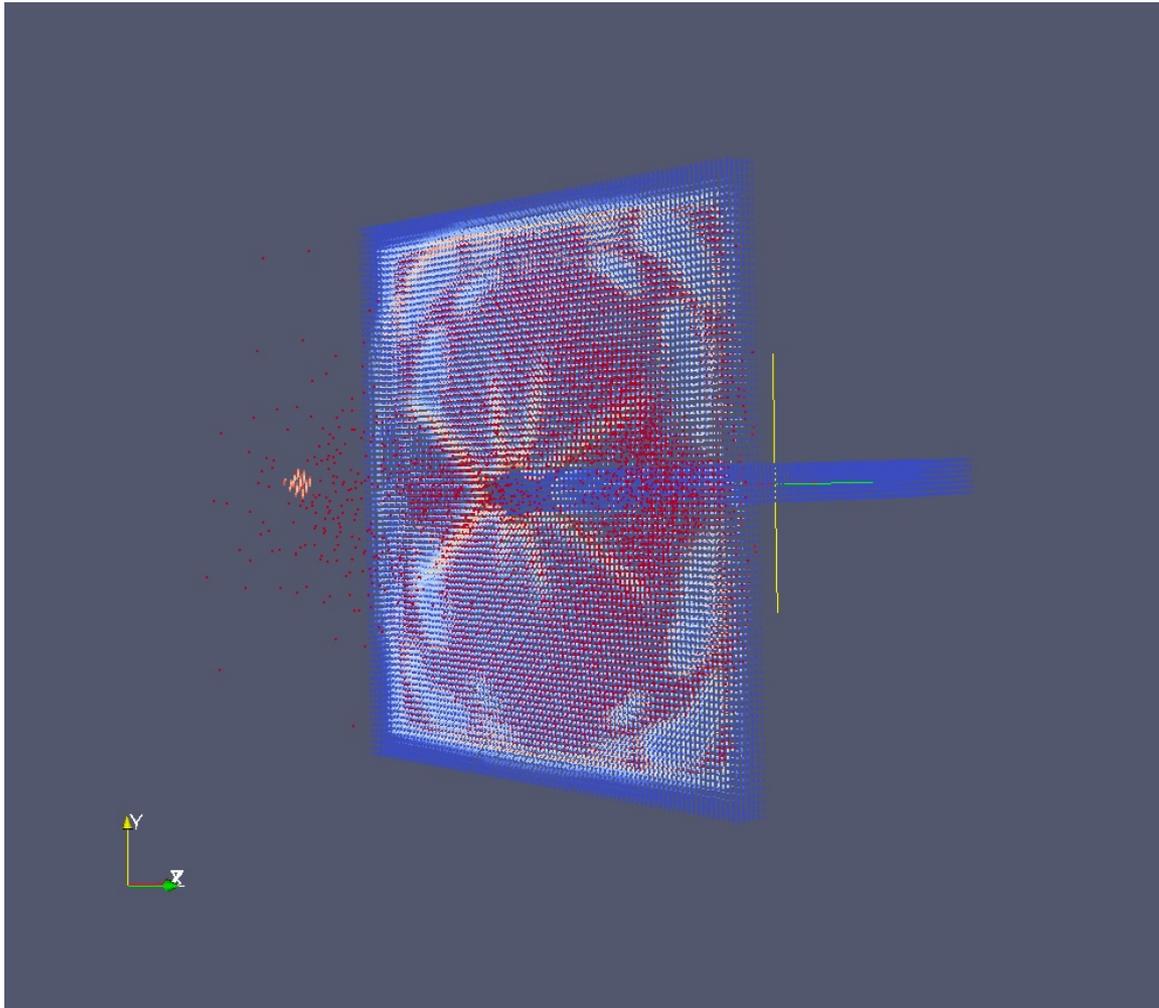
合格：合板にひびが入るが、大きな損傷はない



実験の結果

# 3.結果(D)

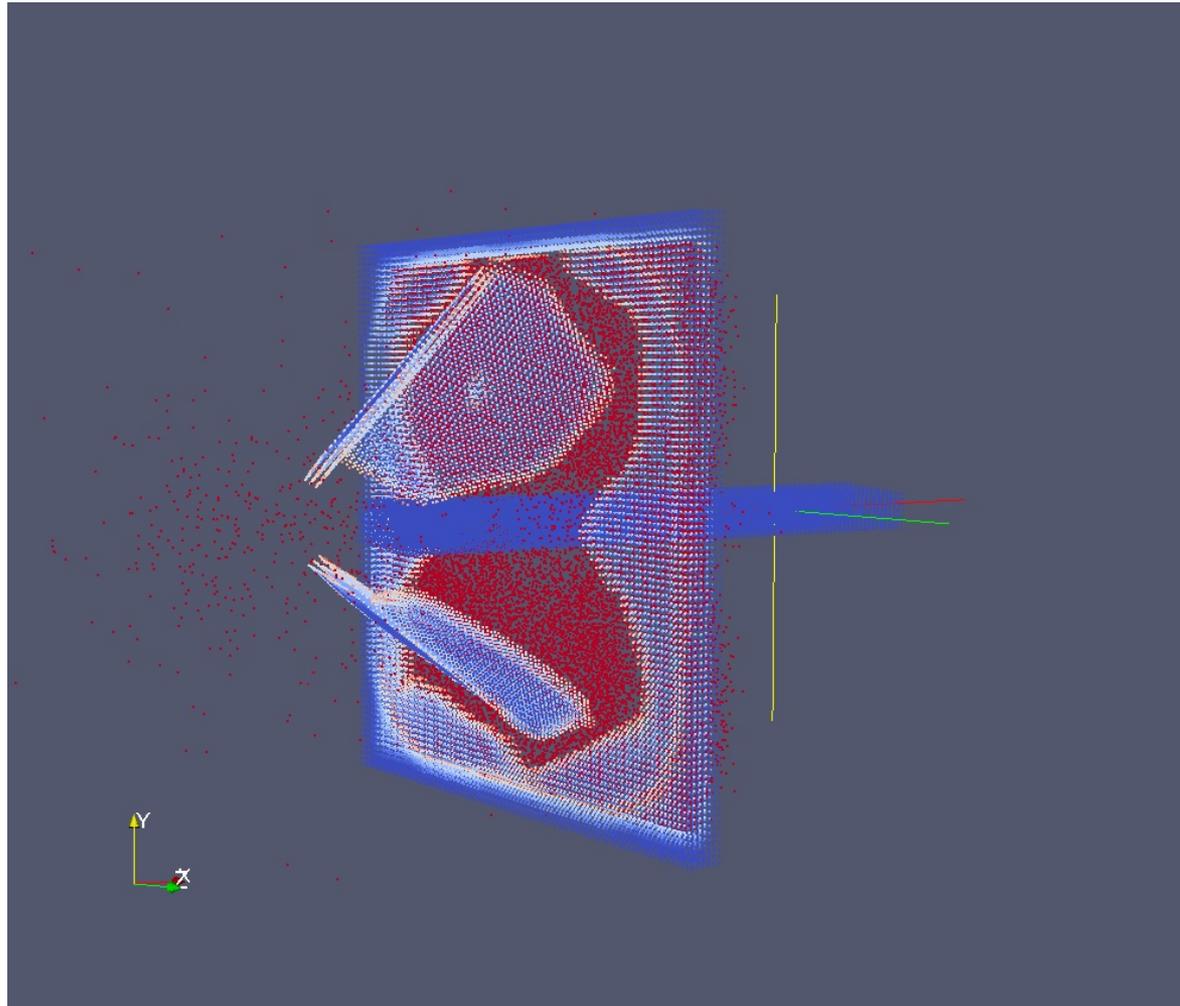
不合格:貫通はしないものの合板に大きな開口が生じる



実験の結果

# 3.結果(E)

不合格:合板に飛来物が貫通し、大きな穴が開く



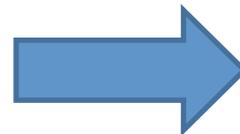
# 4. 考察

	実験結果	解析結果
B	○	○
C	○	○
D	×	×
E	-	×

○: 合格  
×: 不合格

実験ではEの検証は  
行っていない

実験結果と解析結果  
がほぼ一致



解析の有用性を確認

外壁側のモルタルは飛来物により粉々になり、実際の実験との相違がある。

内壁側の合板は同じ重量でも速度によって破壊の形状が大きく異なり、Peridynamicsによる破壊には速度が非常に関係すると思われる。