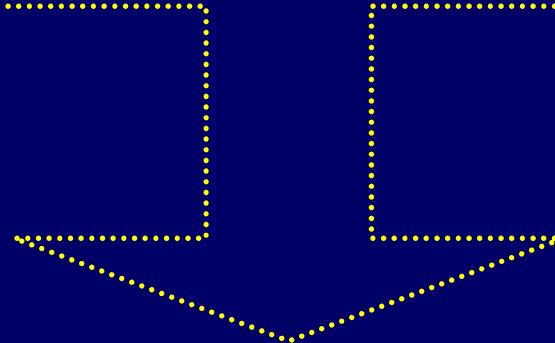

衝撃的荷重を受ける耐震連結装置の 破壊シミュレーション

指導教員 皆川 勝
学生氏名 小田切 亮

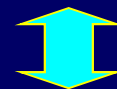
背景

兵庫県南部地震により、落橋に至るような甚大な被害が生じた



落橋防止システム

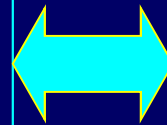
桁かかり長、落橋防止構造、
変位制限構造、段差防止構造



フェイルセーフ機構として機能させる

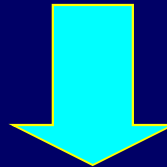
本研究の目的

一般的に使用されている
耐震連結板



アイバー型耐震連結板

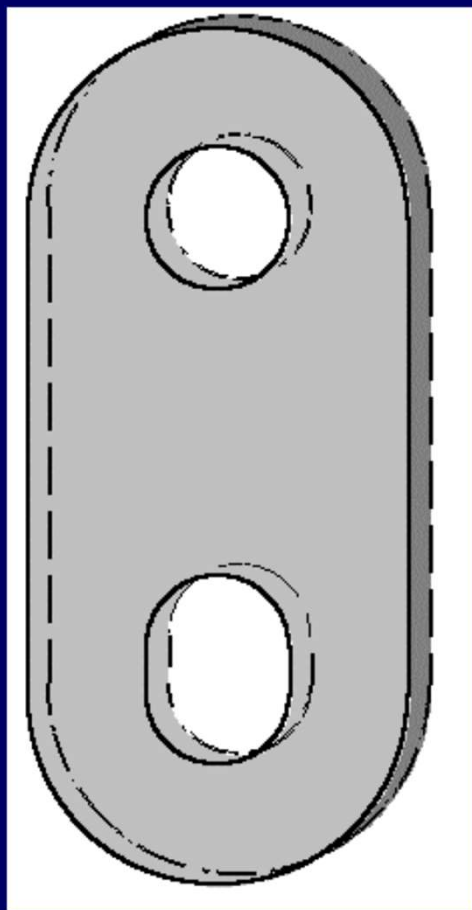
衝撃破壊挙動解析



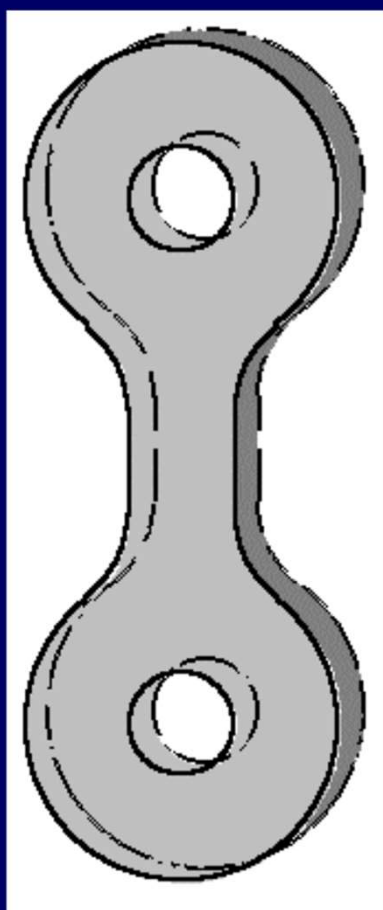
アイバー型耐震連結板について...

形状・寸法が耐荷力、エネルギー吸収性能、
破壊様式にどのように影響するか？！

解析対象



TYPE-1



TYPE-2

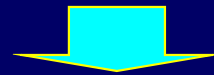
TYPE-1は現在一般に使用されている耐震連結板

TYPE-2は各機関において現設計式の力学モデルであるアイバー型耐震連結板

材料モデル、材料定数について

材料モデル \Rightarrow 3次元破壊要素

相当塑性ひずみ > 最大塑性ひずみ
相当応力 > 限界応力



解析上削除

材料定数のひずみ速度依存性 \Rightarrow

降伏応力

$${}_d f_y / {}_s f_y = 1.202 + 0.04 \cdot \log \dot{\epsilon}$$

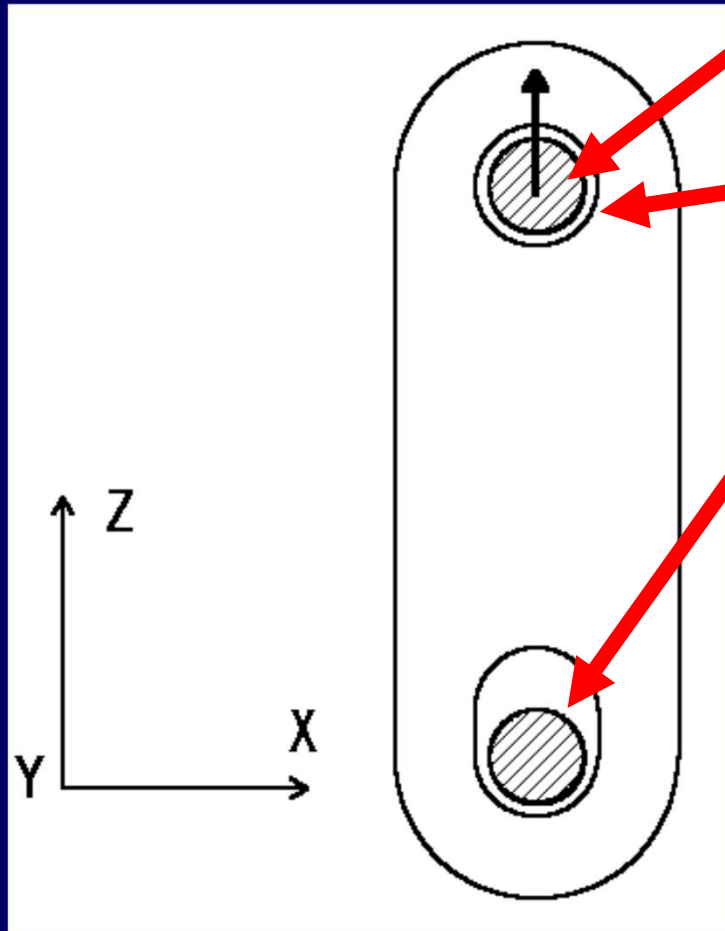
引張強度

$${}_d f_{su} / {}_s f_{su} = 1.172 + 0.037 \cdot \log \dot{\epsilon}$$

破壊ひずみ

$${}_d \epsilon_{su} / {}_s \epsilon_{su} = 1.044 + 0.013 \cdot \log \dot{\epsilon}$$

境界条件および载荷条件



X-Z平面で対称性を考慮

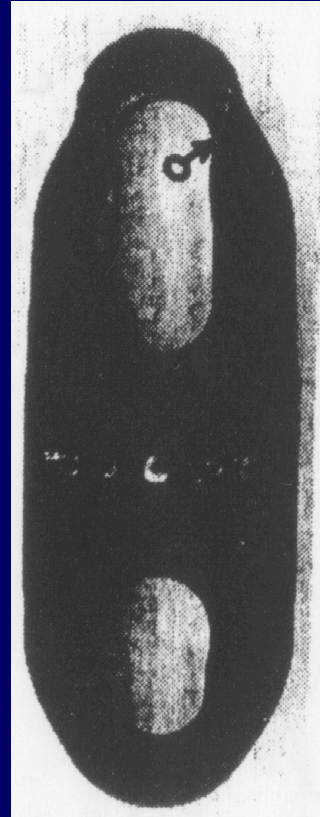
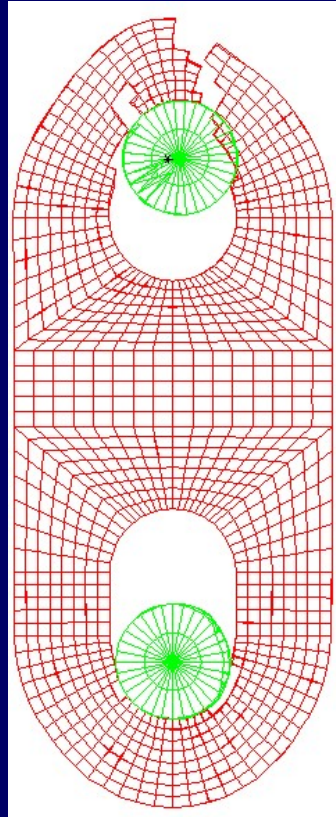
一定速度の強制変位

完全固定

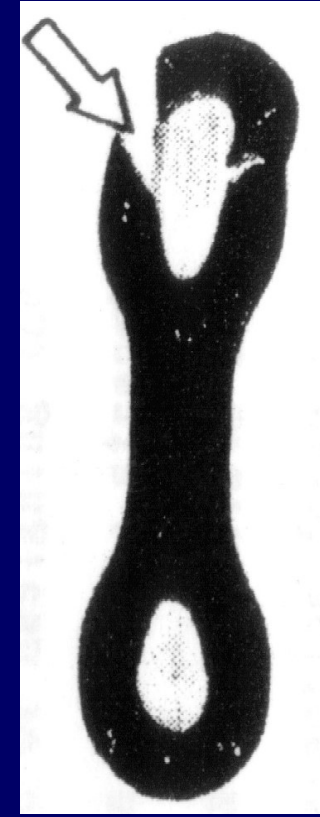
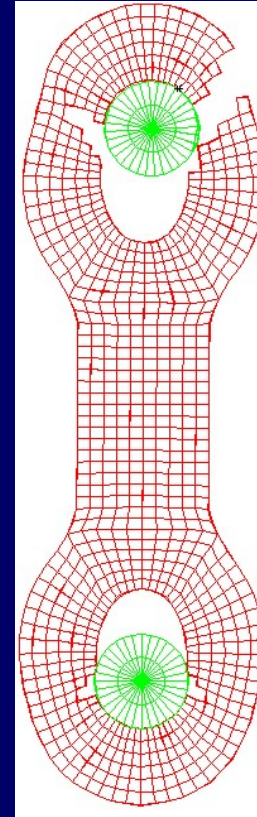
* 想定した速度は500cm/sec

* ピンは連結板より先に破壊しない

解析結果と考察(破壊様式)

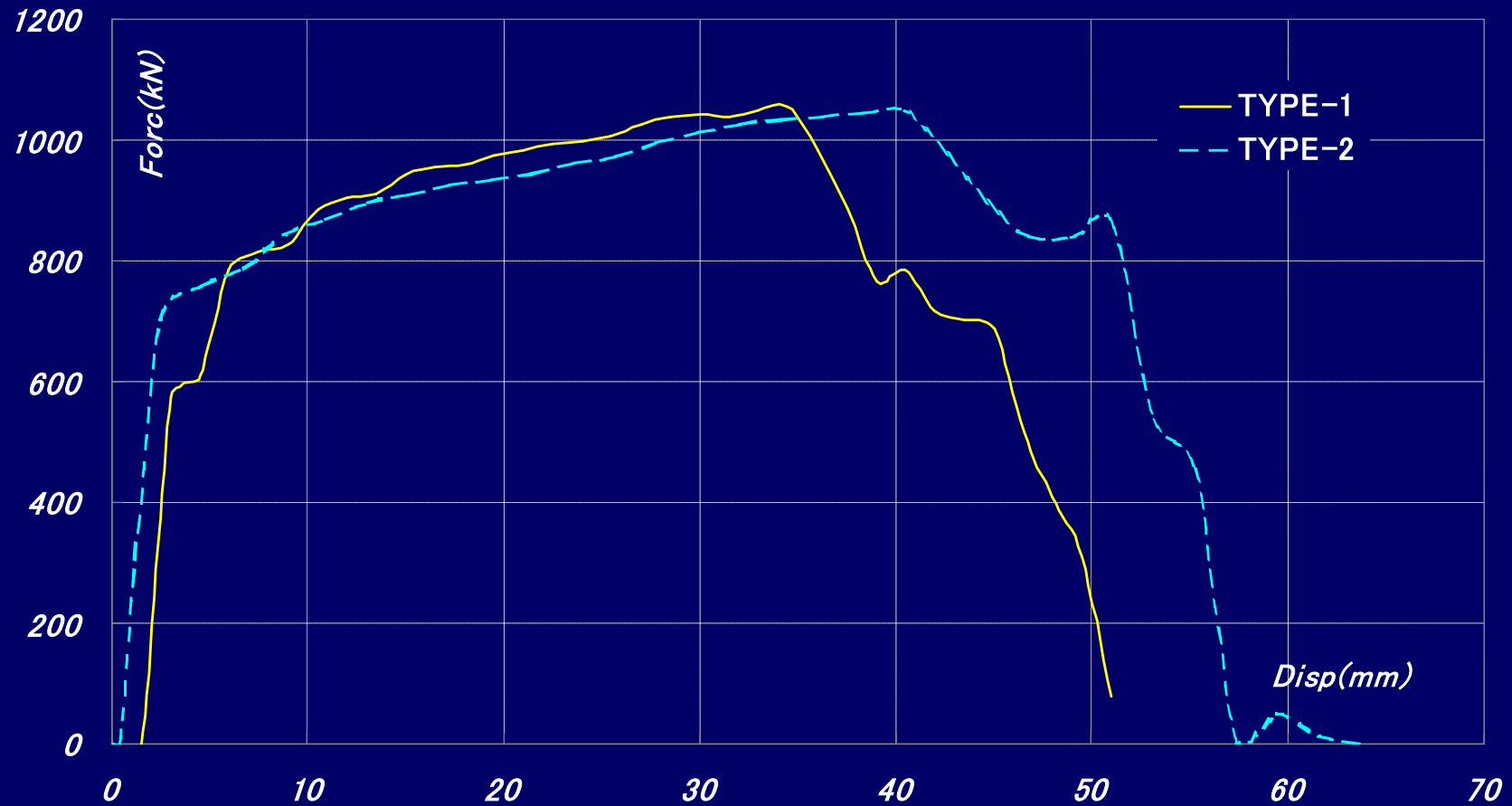


TYPE-1

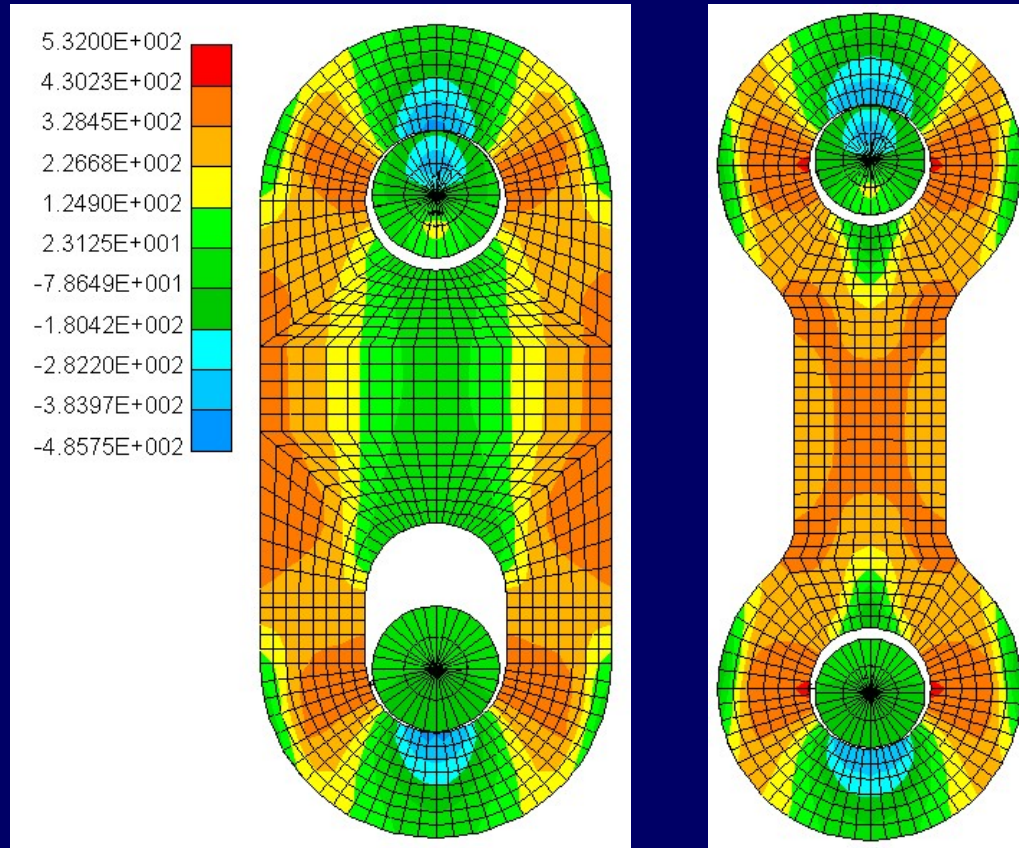


TYPE-2

荷重変位関係



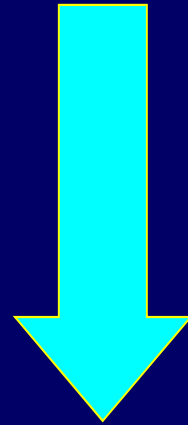
解析結果と考察(応力照査点)



最大引張応力の発生
する位置が、現行の設
計基準に見られる応力
照査位置と異なる

アイバー型耐震連結板の優位性

想定を超える地震力や変位、変形

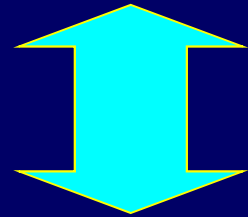


フェイルセーフ機構

アイバー型耐震連結板

アイバー型耐震連結板の衝撃応答解析

「損傷許容設計法」という考え方で設計をする



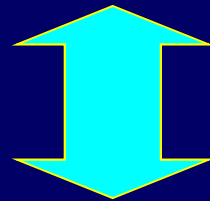
どれだけ多くのエネルギーを吸収できるか？！

アイバー型耐震連結板に焦点をしぼり、
望ましい形状について解析的に検討する

既往の実験・解析から

TYPE-1のような従来の連結板の場合

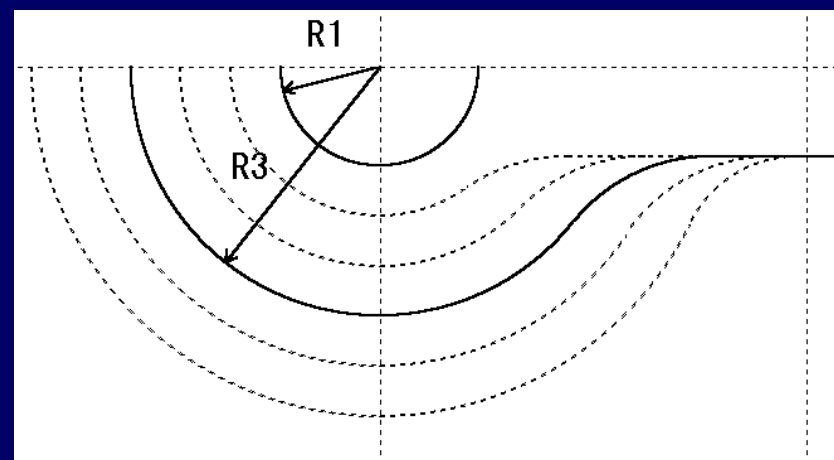
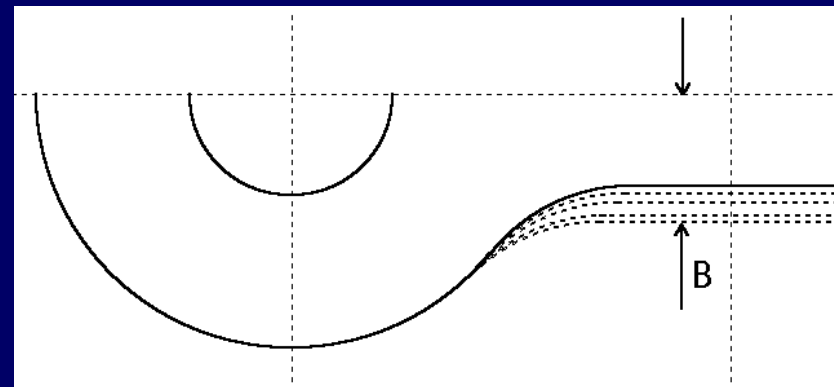
連結板の形状、寸法と耐荷力、エネルギー吸収性能との関係は詳細な検討がなされている



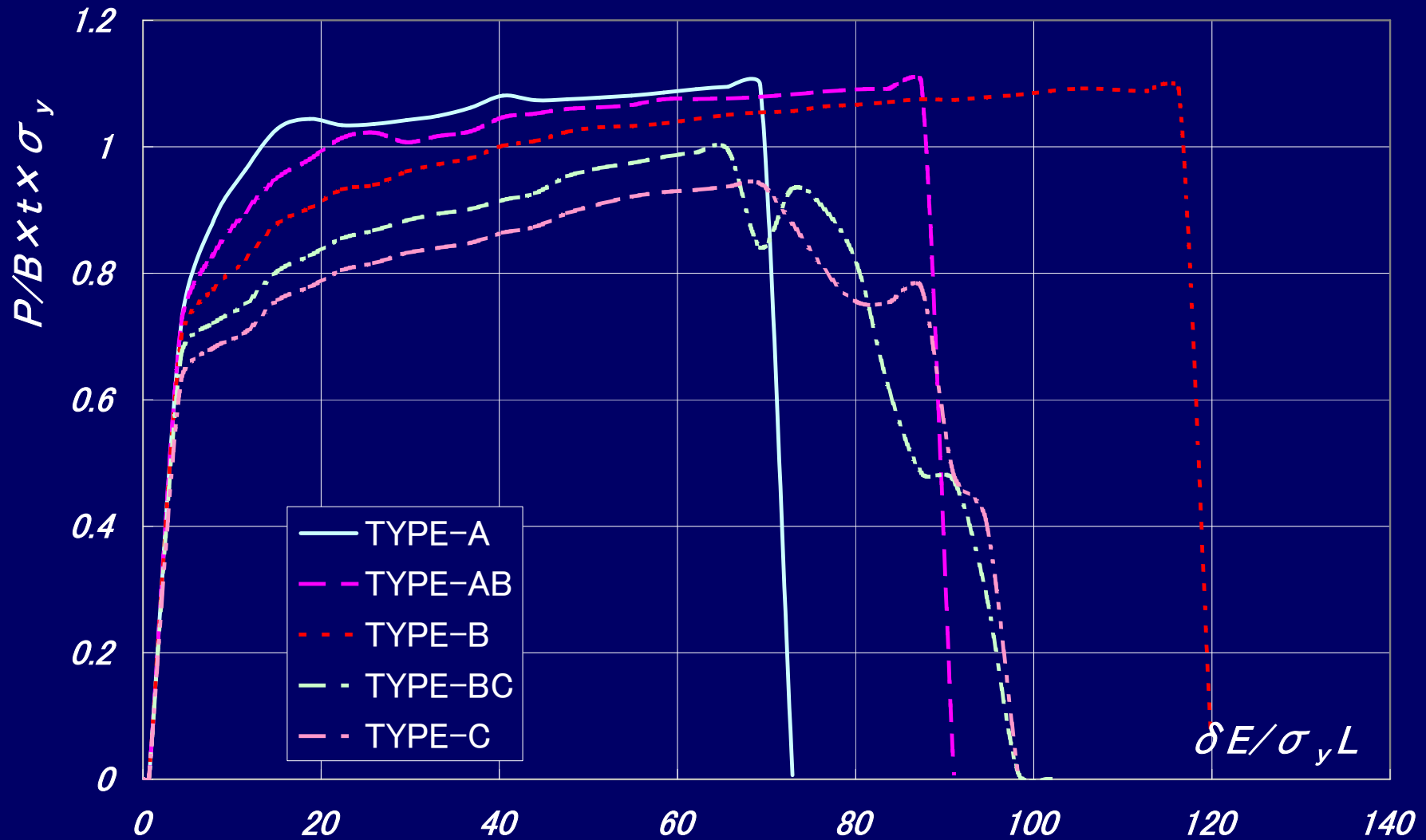
アイバーの形状を決定するパラメータの検討はされていない

解析対象

種類	主パラメータの値					
	R3	R2(ピン径)	R1	t	B	L
A	75	45	50	25	90	430
	100					
	125					
	150					
	175					
AB	125	45	50	25	97.6	430
B	75	45	50	25	107	430
	100					
	125					
	150					
	175					
BC	125	45	50	25	118.2	430
C	75	45	50	25	125	430
	100					
	125					
	150					
	175					
R1-70	100	63.6	70	25	110	430
	125					
	150					
R1-30	75	27.3	30	25	100	430
	100					
	125					
L-480	125	45	30	25	100	480
L-380						380

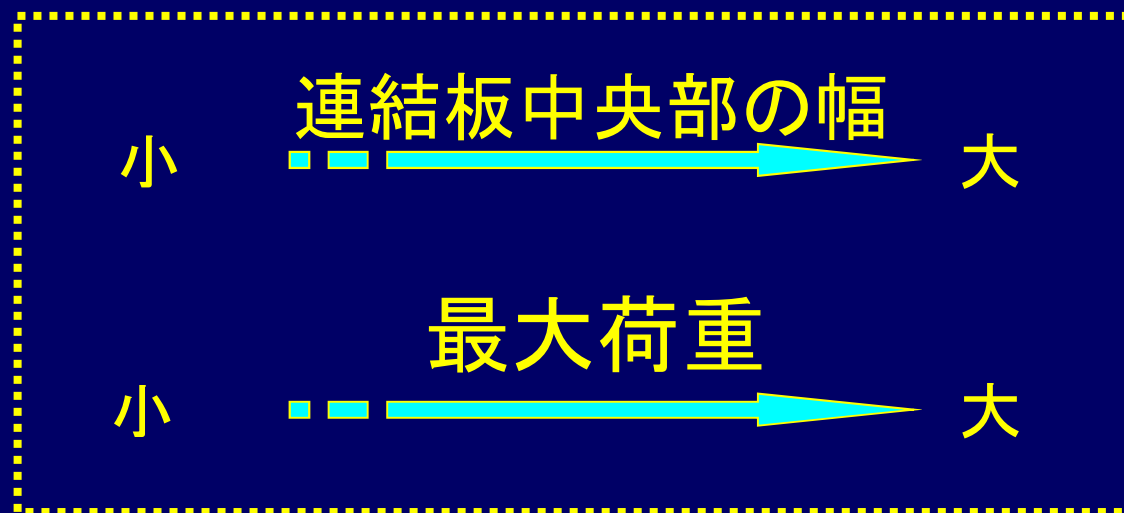


解析結果(荷重-変位関係)

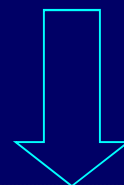


解析結果(荷重—変位関係)

タイプ	TYPE-A	TYPE-AB	TYPE-B	TYPE-BC	TYPE-C
最大荷重(kN)	878	957	1040	1046	1048

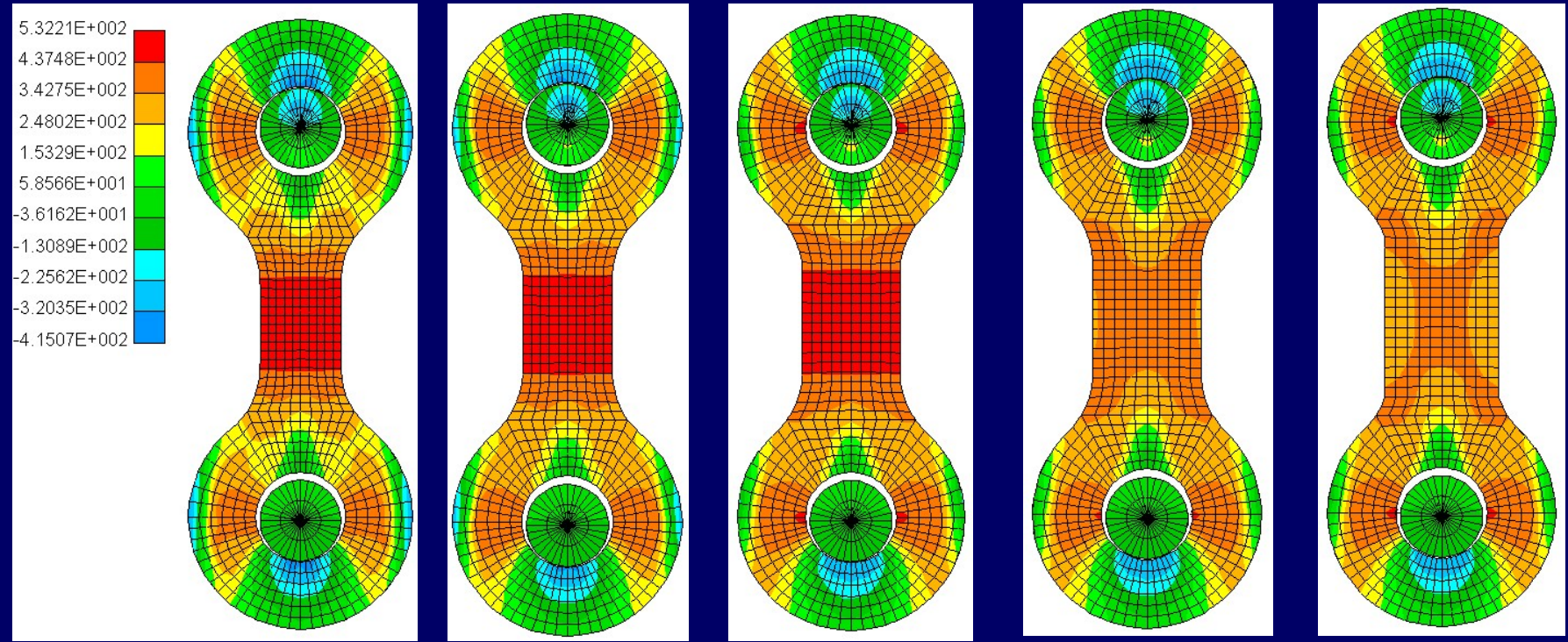


相対的に見ると



連結板中央部で受け持つ荷重
大 ← 小

解析結果と考察(相当応力分布)

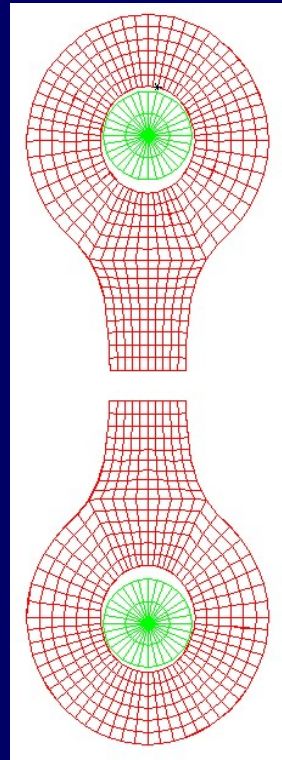


TYPE-A TYPE-AB TYPE-B TYPE-BC TYPE-C

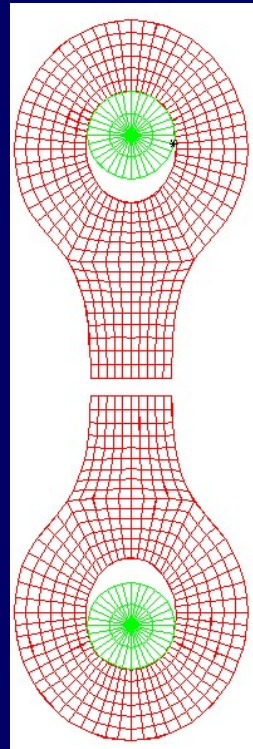
連結板中央部の幅
小 大

連結板中央部で受け持つ荷重
大 小

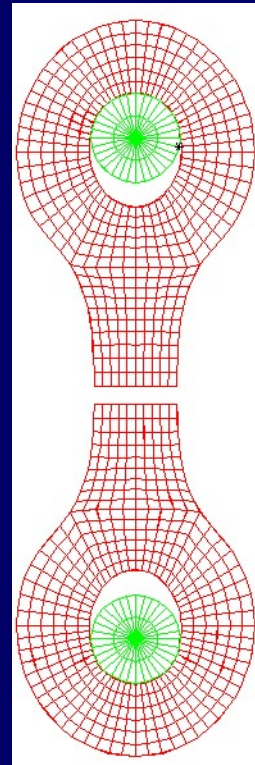
解析結果と考察(破壊様式)



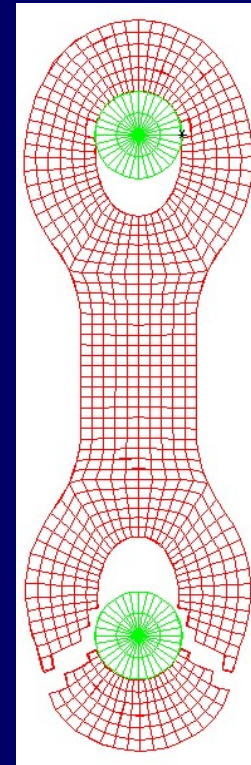
TYPE-A



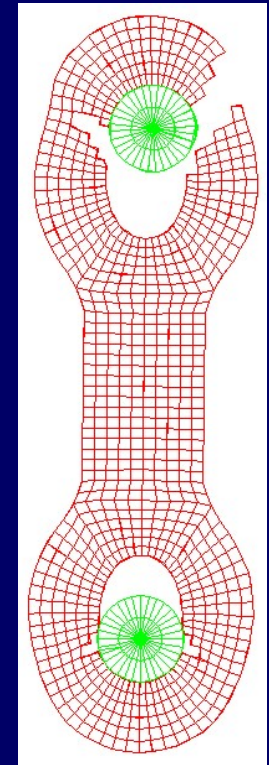
TYPE-AB



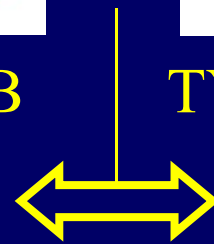
TYPE-B



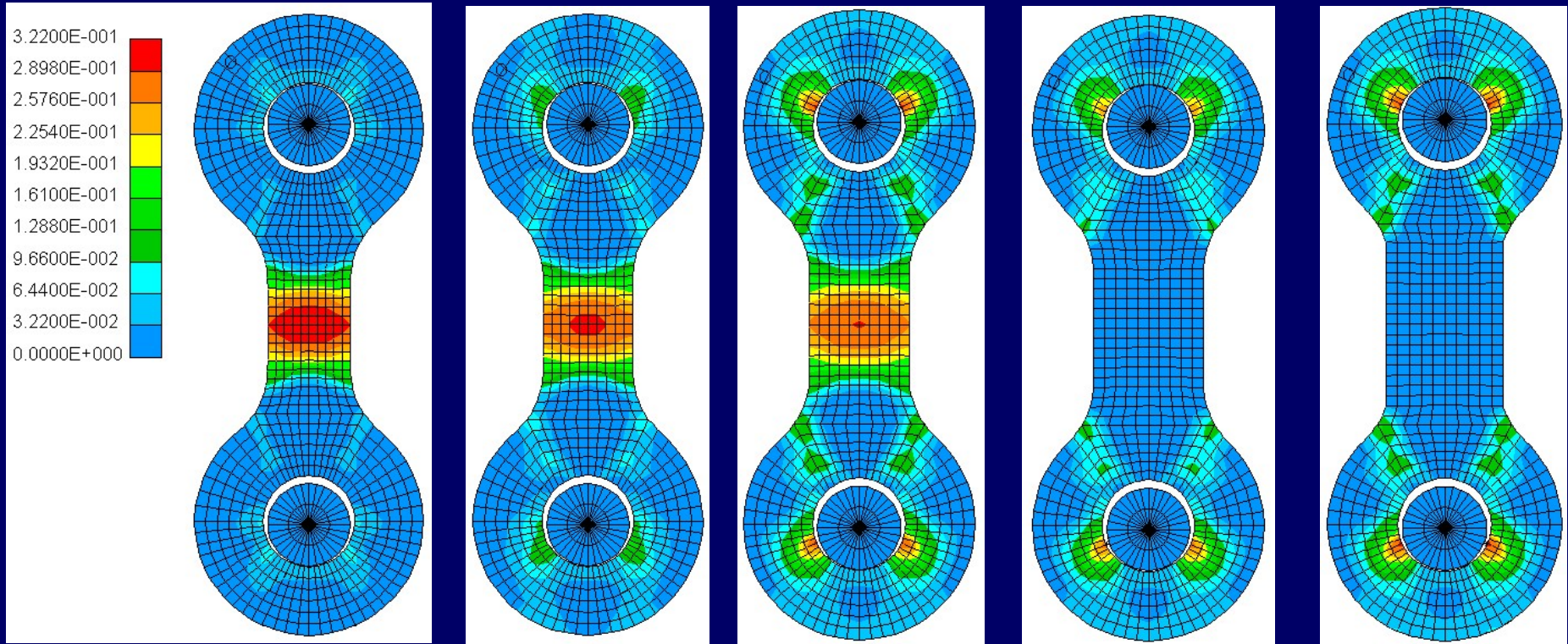
TYPE-BC



TYPE-C



解析結果と考察(相当塑性ひずみ分布)



TYPE-A

TYPE-AB

TYPE-B

TYPE-BC

TYPE-C

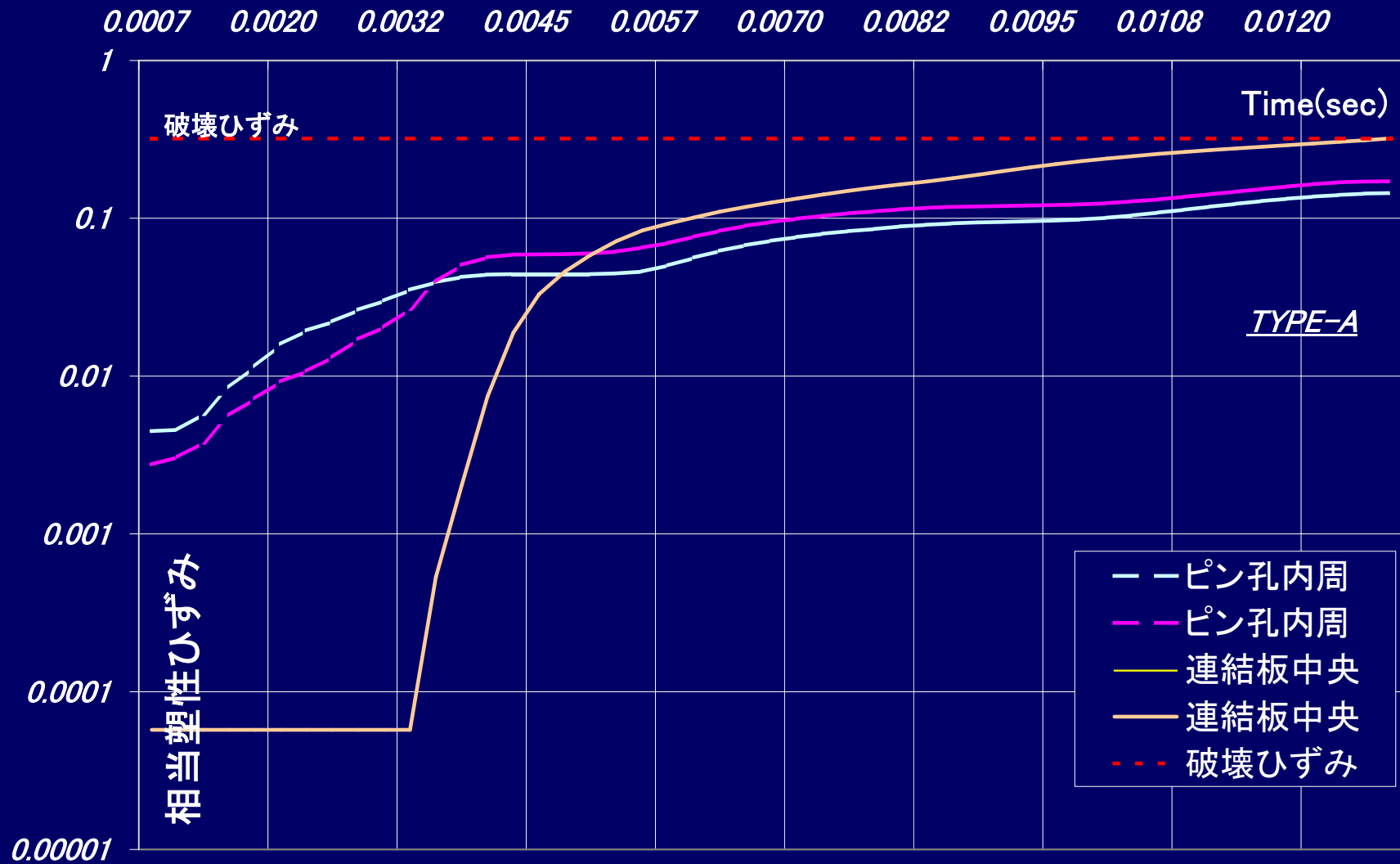
破壊の判定

→ 応力

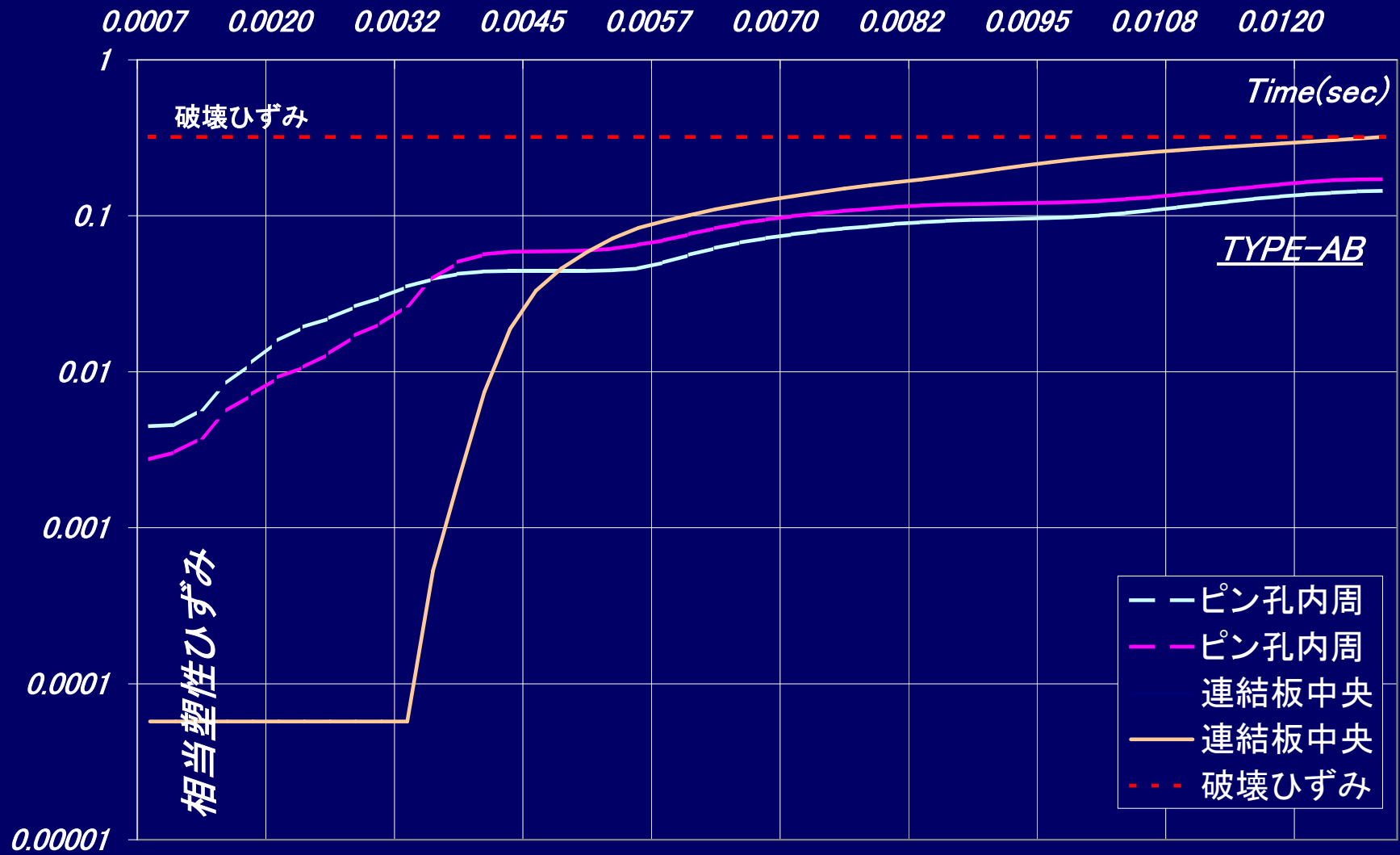
→ ひずみ

→ 破壊ひずみ

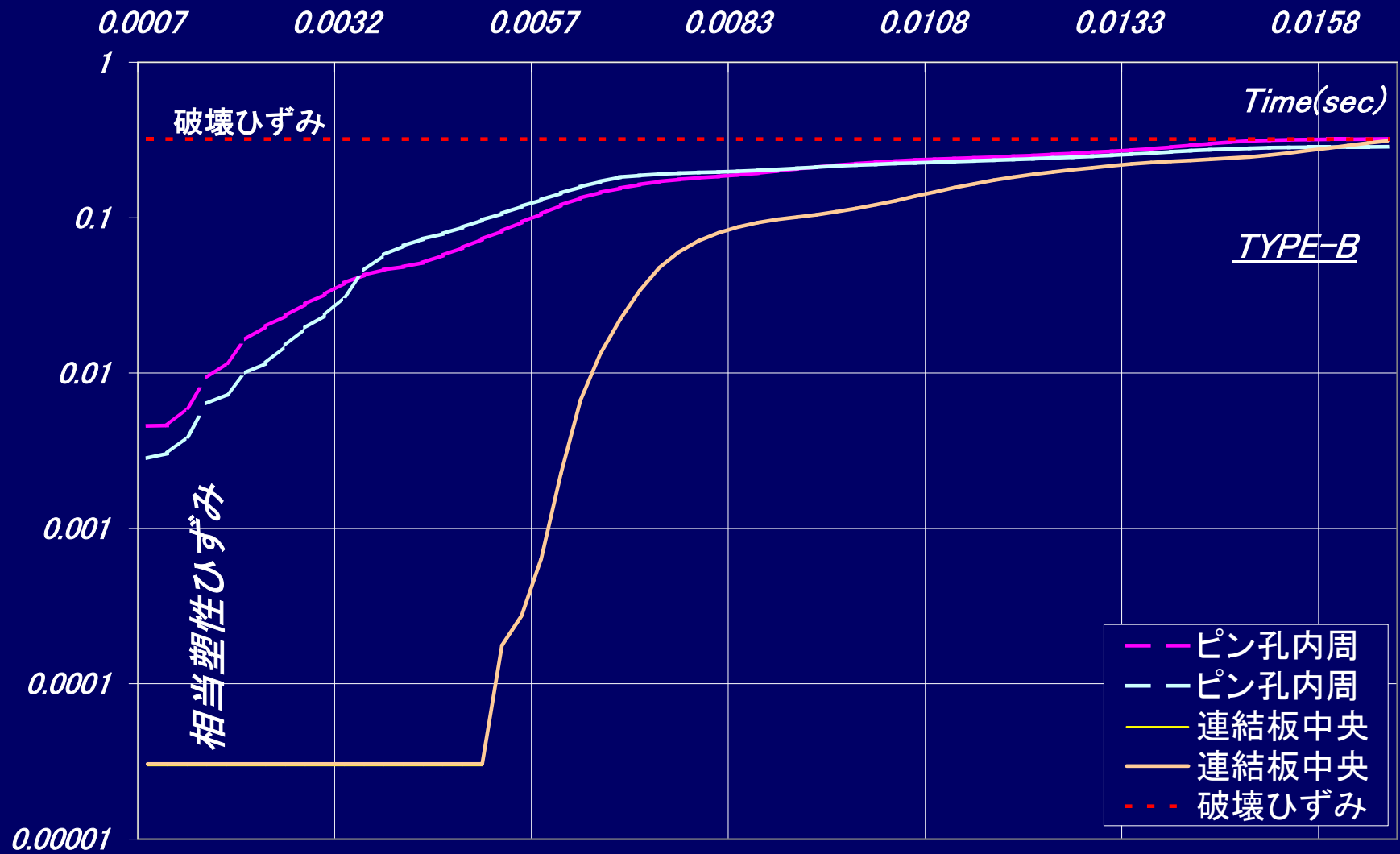
解析結果と考察(相当塑性ひずみの増加の様子)



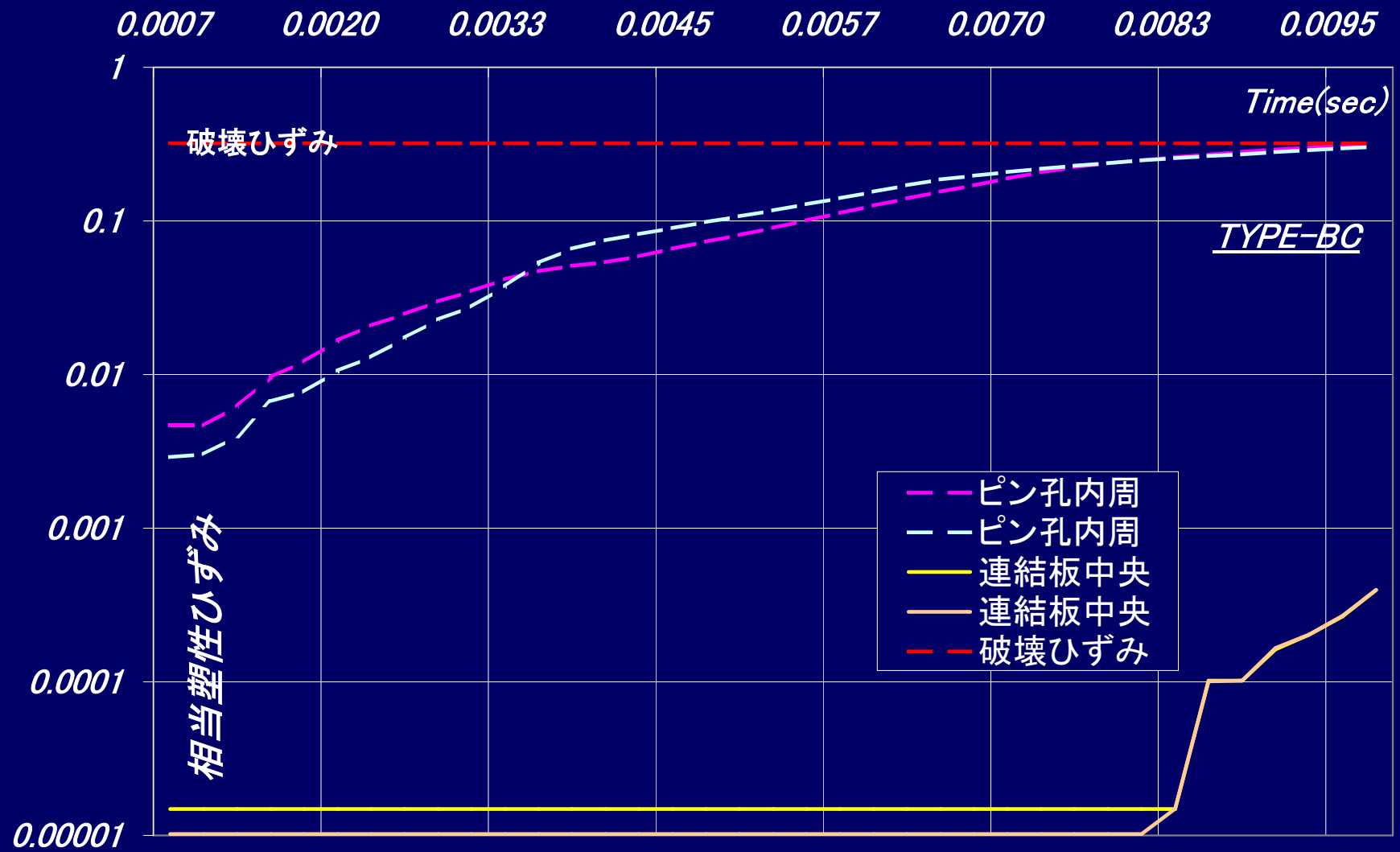
解析結果と考察 (相当塑性ひずみの増加の様子)



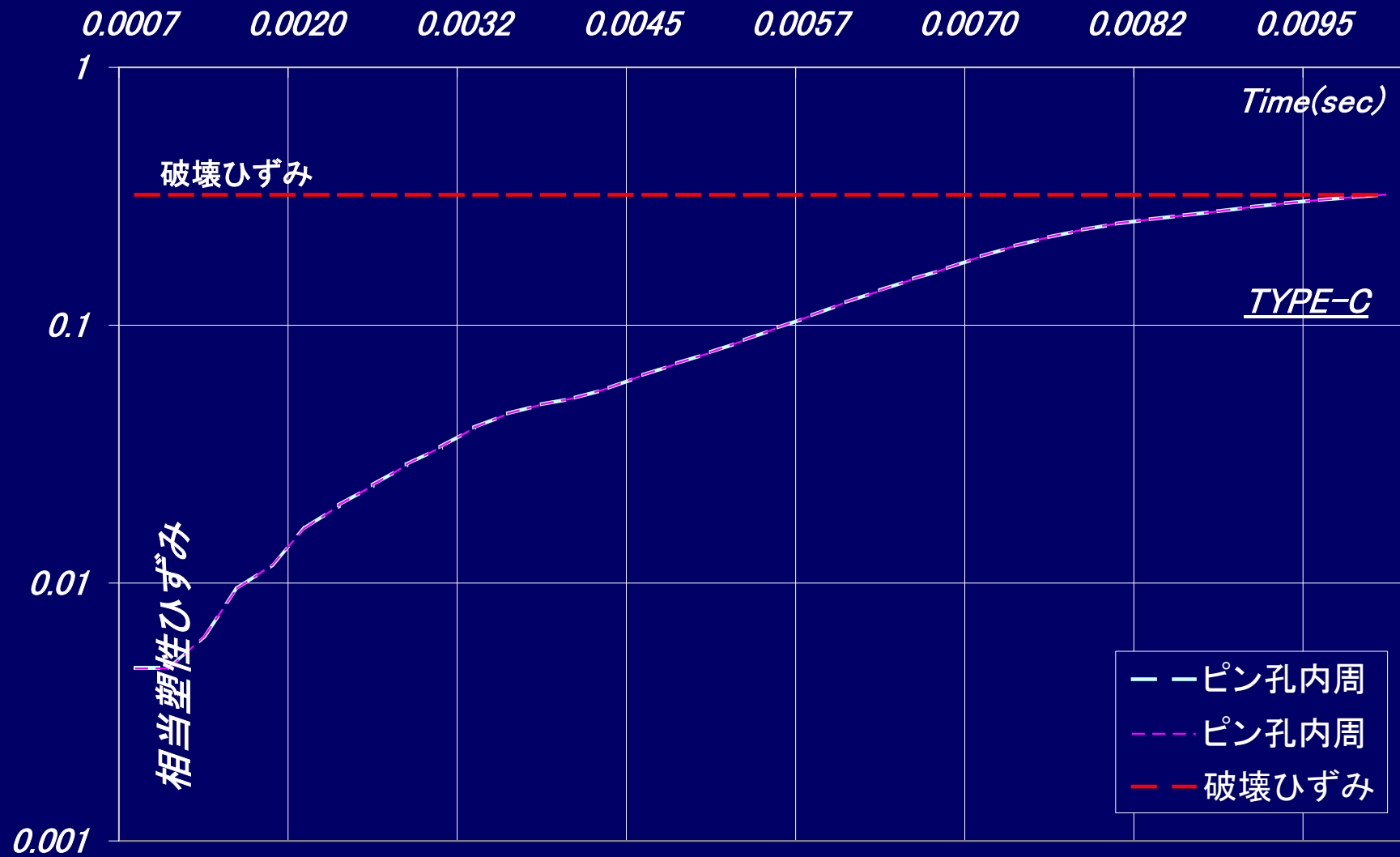
解析結果と考察(相当塑性ひずみの増加の様子)



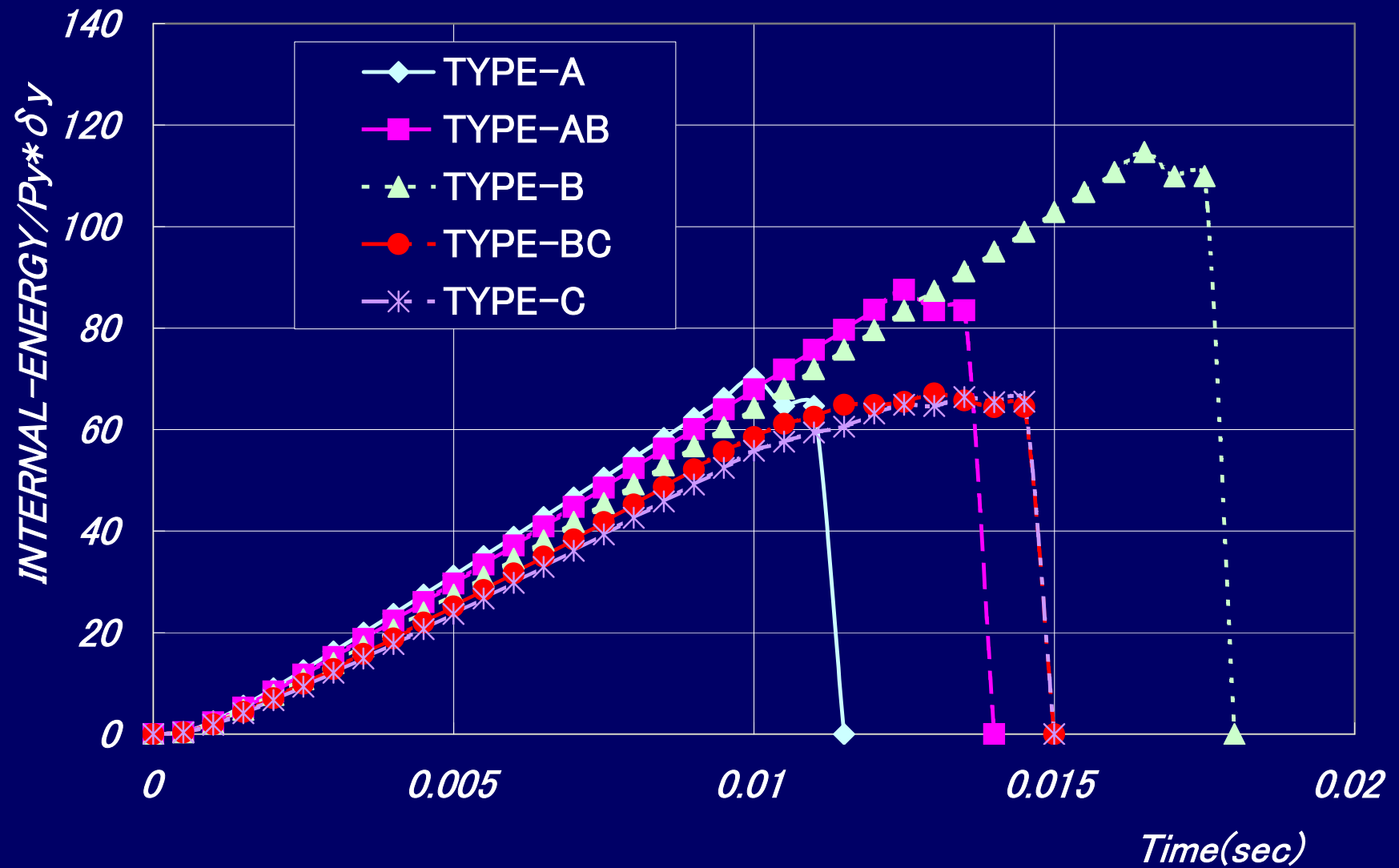
解析結果と考察 (相当塑性ひずみの増加の様子)



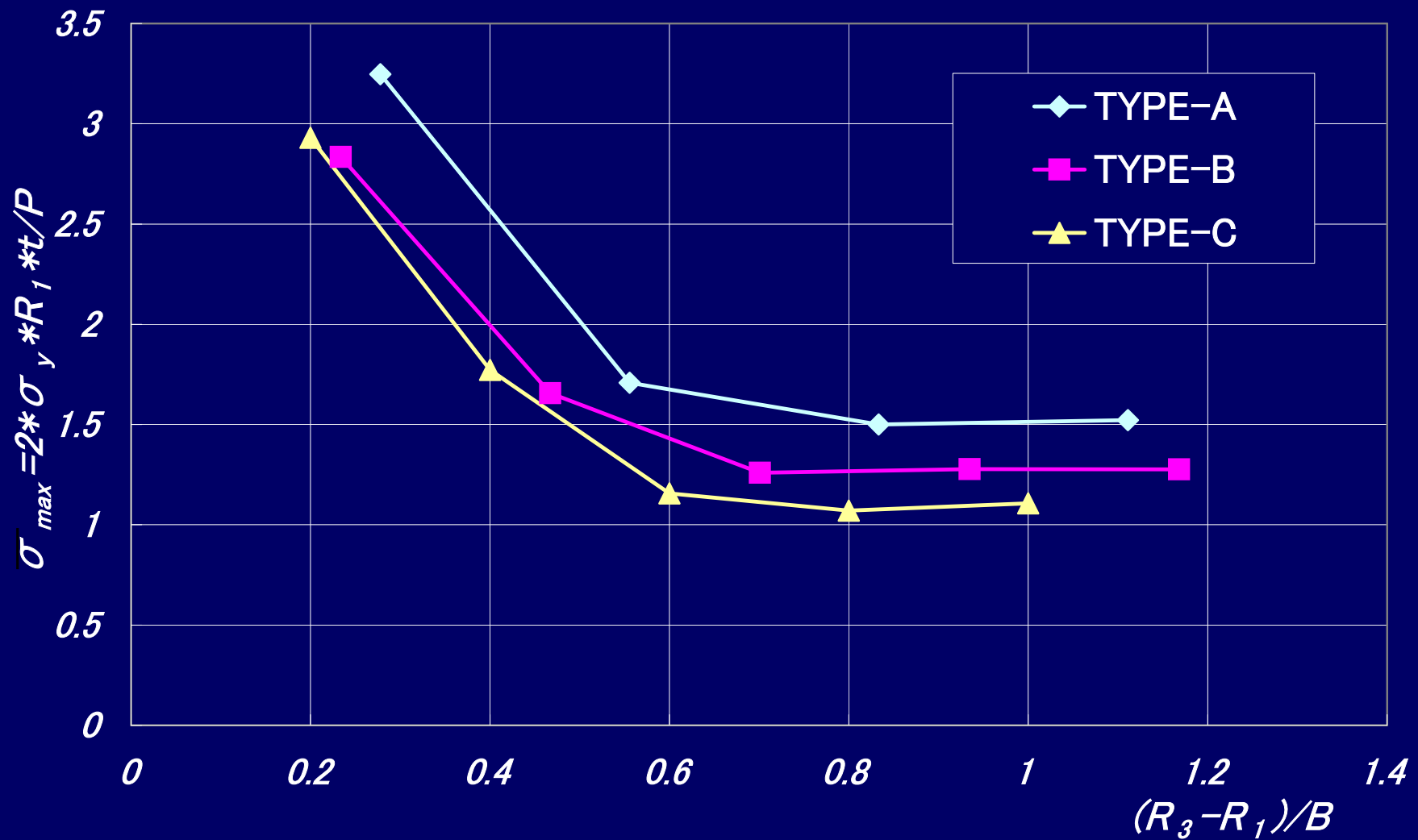
解析結果と考察 (相当塑性ひずみの増加の様子)



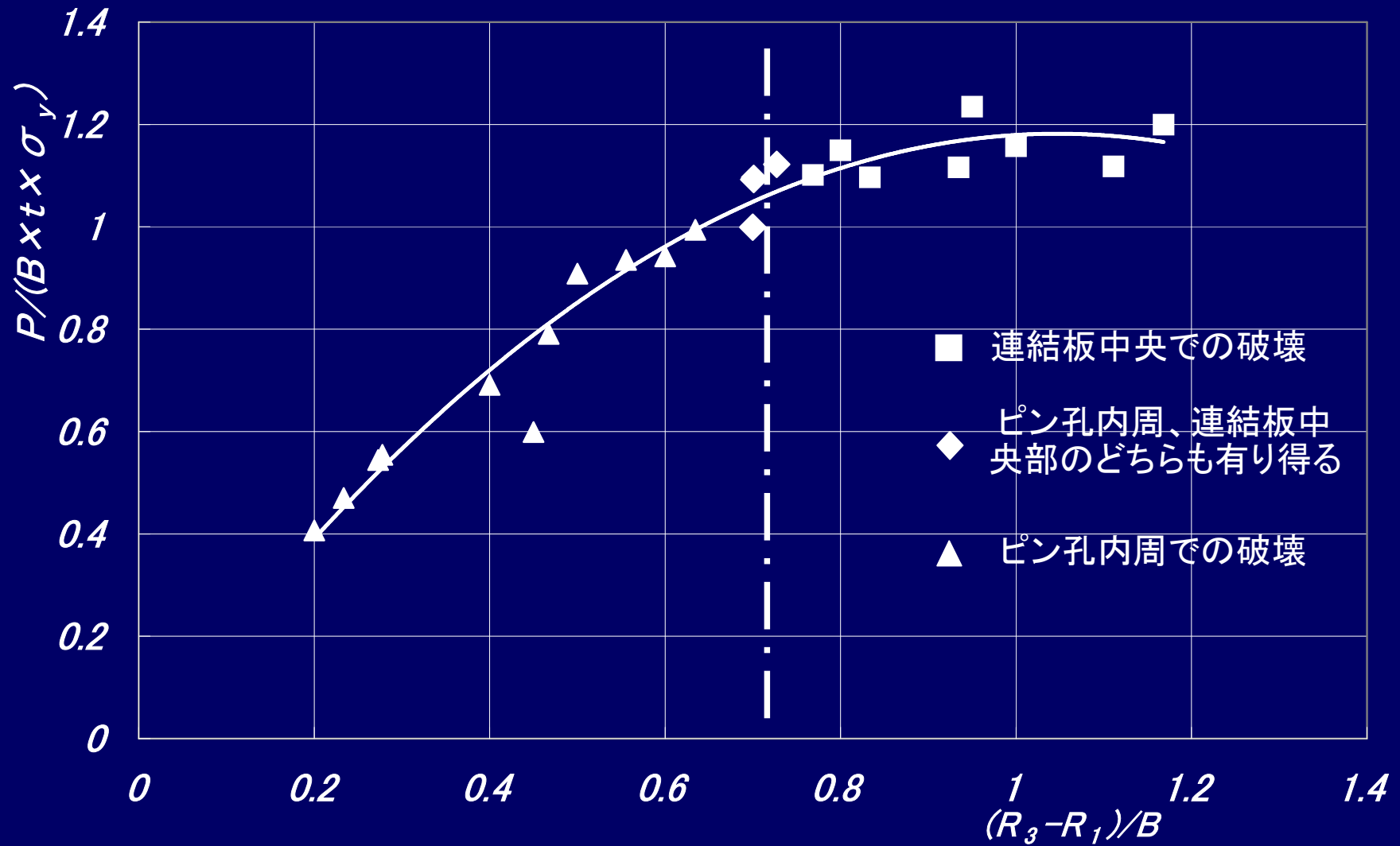
解析結果と考察(エネルギー吸収量)



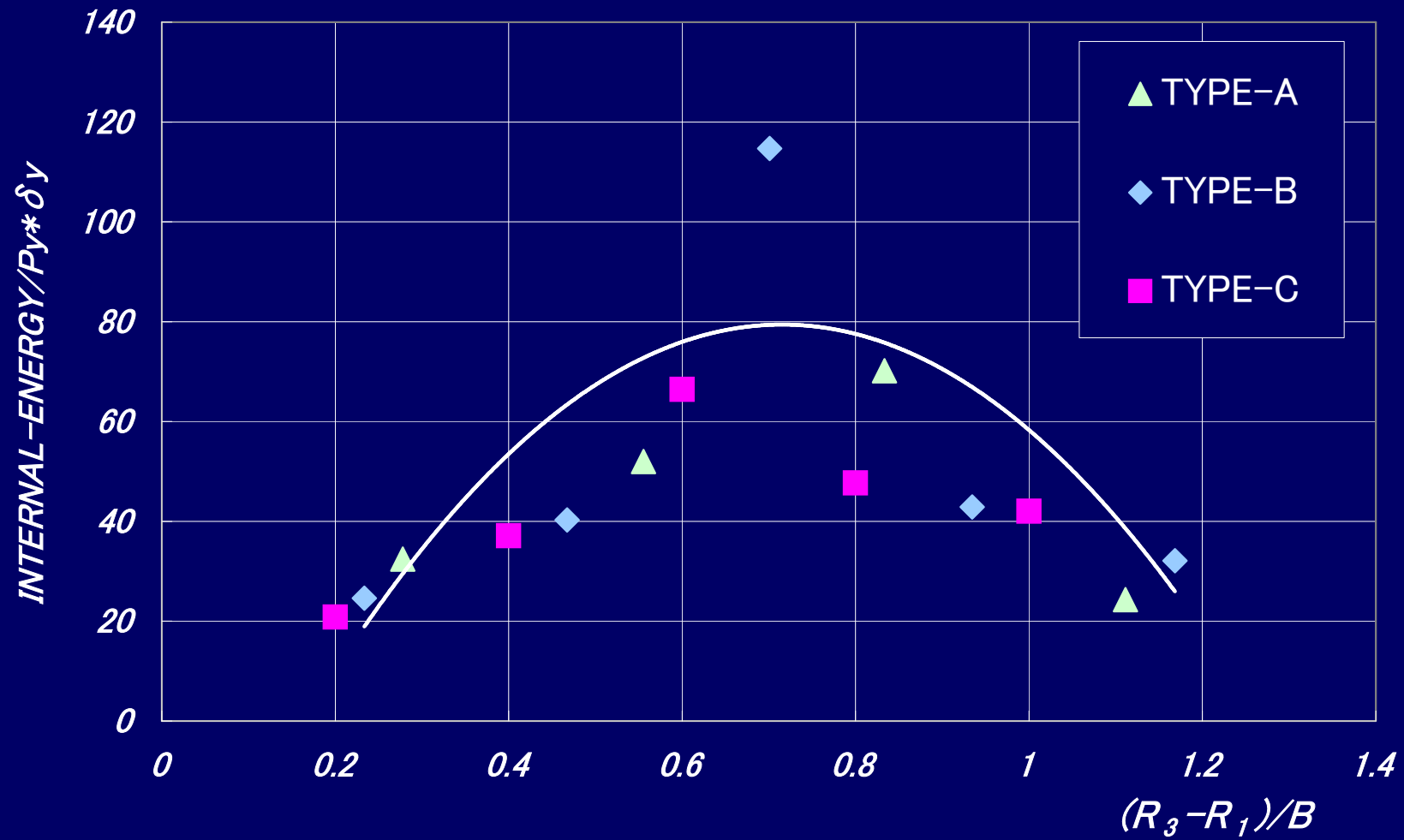
解析結果と考察(応力集中係数)



解析結果と考察(耐荷力)



解析結果と考察(エネルギー吸収量)



結 論

一般的に用いられている連結板と アイバー型耐震連結板との比較

- 衝撃破壊実験における破壊様式を再現できた
- 最大引張応力の発生位置は、従来各機関の設計基準に見られる応力照査位置とは異なる
- 従来型の耐震連結板よりも、アイバー型耐震連結板の方が、エネルギー吸収性能に優れ、同等の耐荷力特性が得られる

結 論

アイバー型耐震連結板

○ピン孔内周、連結板中央部の双方での破壊の可能性があるような形状が望ましい。

○ $(R_3-R_1)/B$ をパラメータにすることにより、その破壊様式をほぼ正確に予測することが出来る。また、最も望ましい $(R_3-R_1)/B$ は、多少の幅を持ち $(R_3-R_1)/B=0.7$ 前後であり、道示に規定されたアイバー頭部の最小断面が、耐震連結板としてはほぼ最適な形状を与えることを、この結果は裏付けている。