

繊維シートによる
RC部材の補強における
定着方法に関する研究

指導教員 皆川 勝

学生氏名 古谷 嘉康

背景

兵庫県南部地震以降、RC構造物への耐震補強の重要性が明確なものとなった。

単に耐力を向上させるだけでなくじん性の向上とのバランスの良い補強工法が望ましい。

バランスの良い補強工法には
RC巻き立て補強
鋼板巻き立て補強



自重の増加が懸念されている

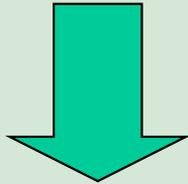


新しい補強工法の
提案が待たれている

一方

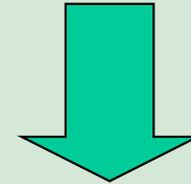
橋脚への繊維シートを用いた補強は

せん断補強



研究も多く
実施例も少なくない

曲げ補強



鉄筋断落し部
への補強が主

なぜなら

角部への適当な補強工法が
提案されていないから

目的

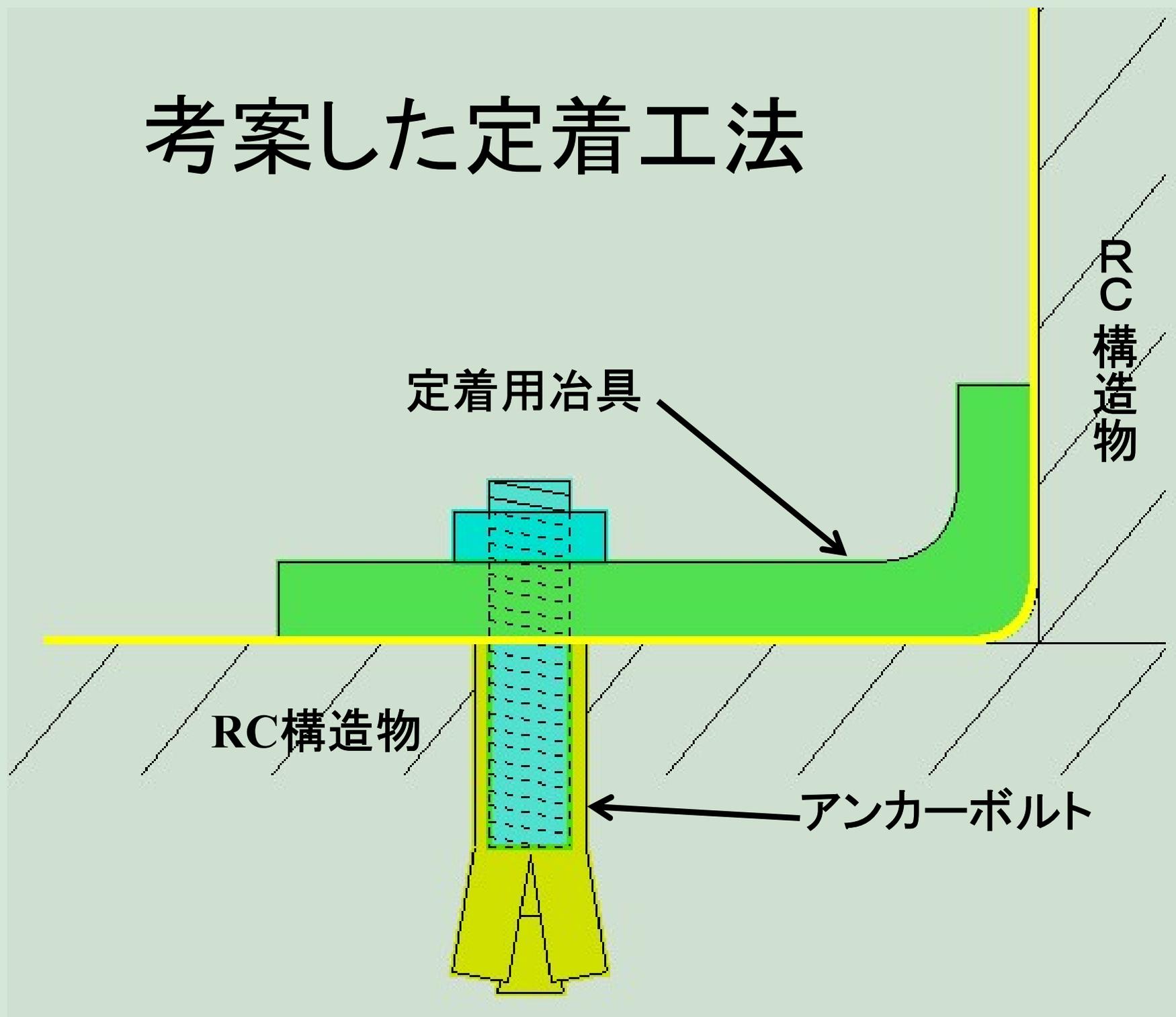
炭素繊維シート, アラミド繊維シート

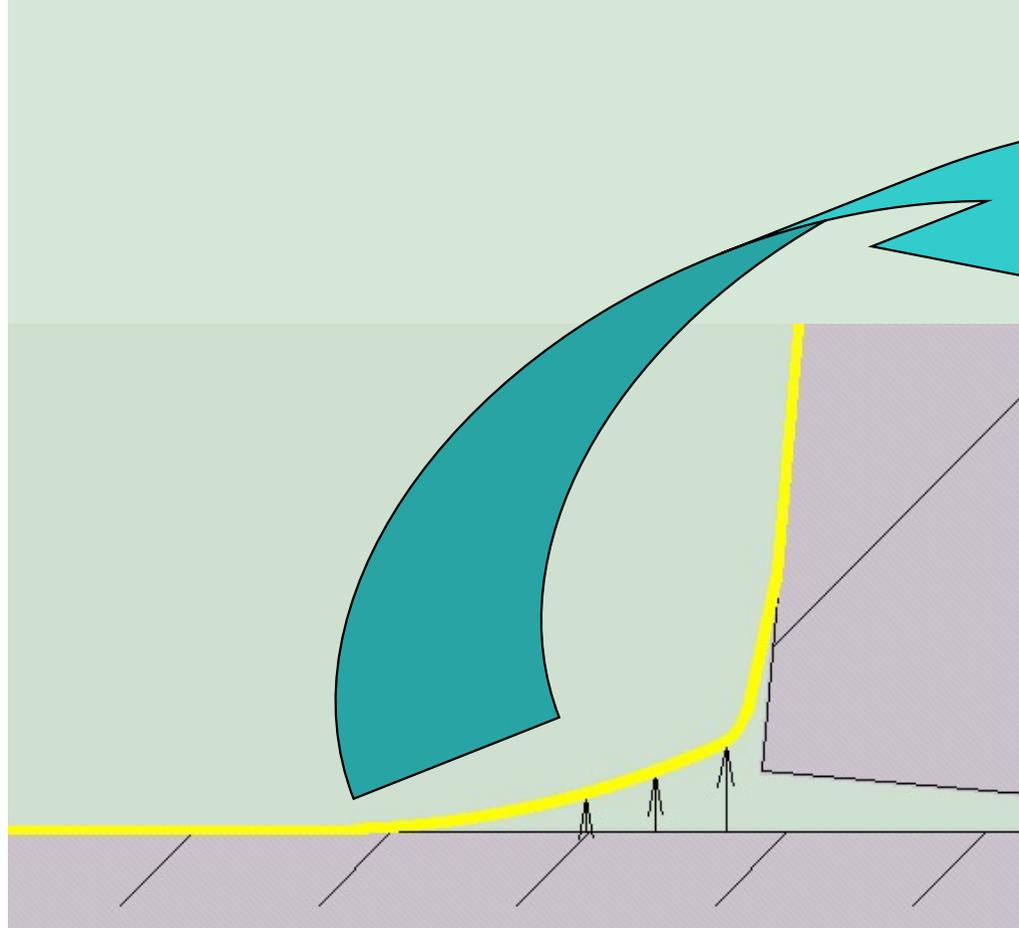
を用いた鉄筋コンクリート構造物の角部への

定着方法を考案し,

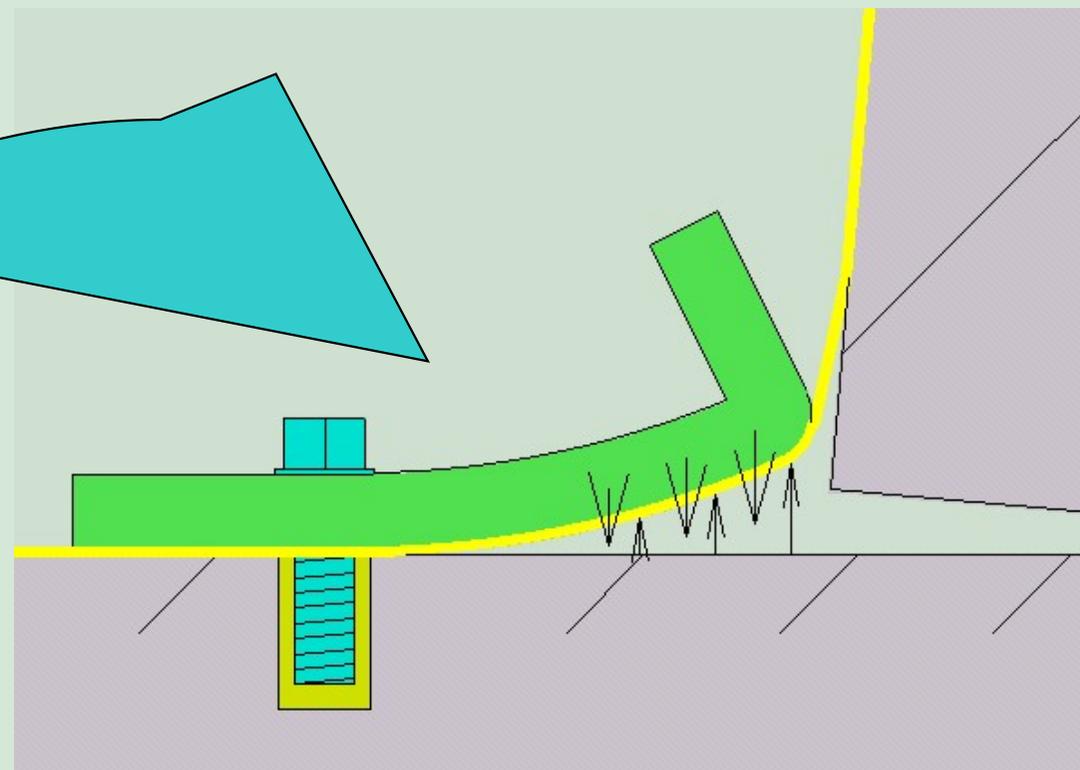
その有効性を実験的, 解析的に検討するものである

考案した定着工法





シートのみ
の接着力



シートのみ
の接着力
+
治具の曲げ剛性

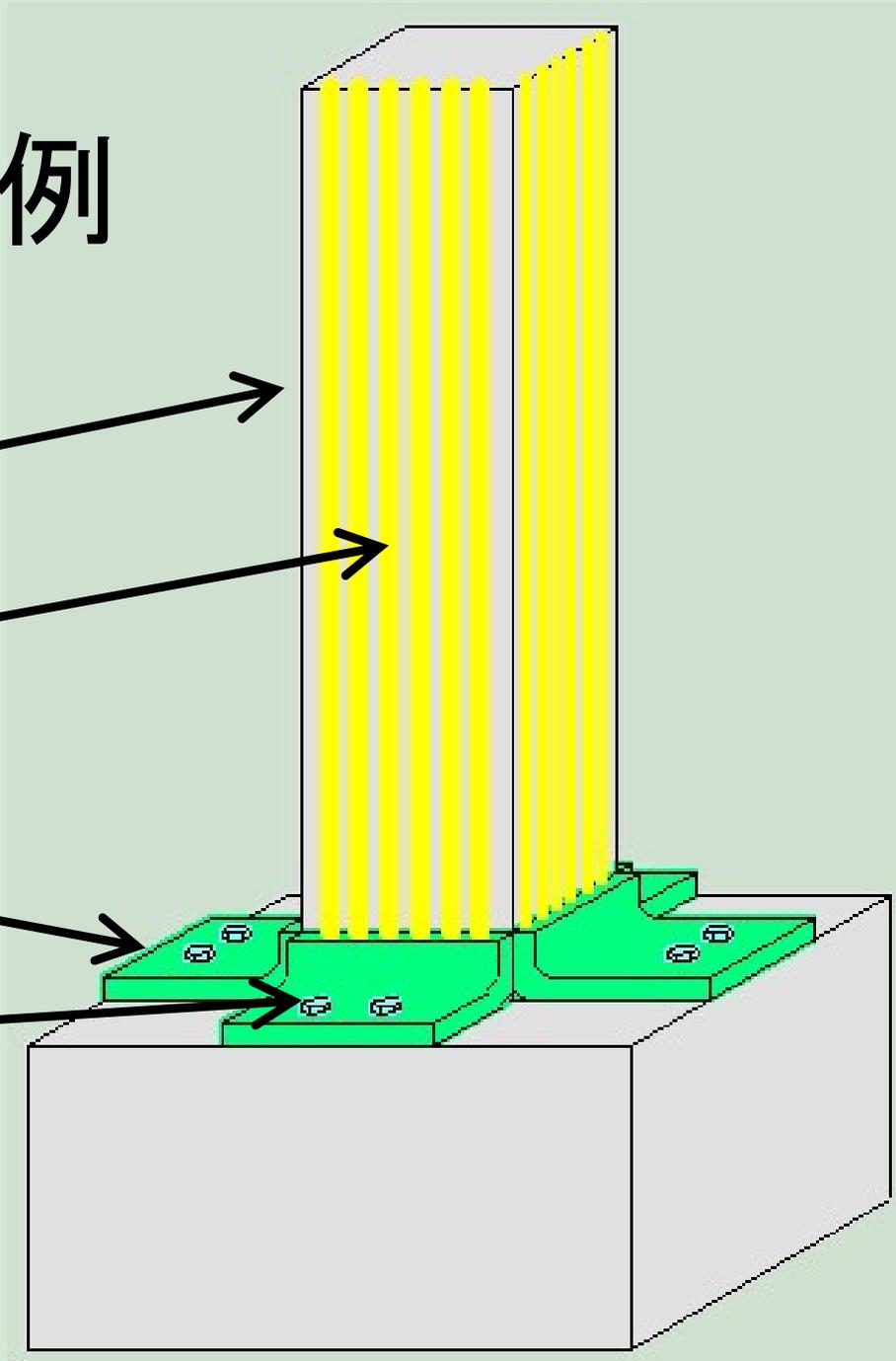
橋脚への適用例

橋脚本体

繊維シート

定着用治具

アンカーボルト



橋脚モデルの載荷実験

**RC橋脚モデル試験体を
CFSまたはAFSで
曲げ補強する場合について
提案した定着工法の
有効性を検討した。**

供試体名	FS種類	補強枚数	治具形状	鉄筋比	
				補強前	補強後
N-Type				0.95	
CP-type	CFS	1枚	P-Type	0.95	1.97
CL-type	CFS	1枚	L-Type	0.95	1.97
AP-type	AFS	1枚	P-Type	0.95	1.53
AL-type	AFS	1枚	L-Type	0.95	1.53

RC柱

スパン 1000mm

断面 300mm × 300mm

シートの種類

炭素繊維シート

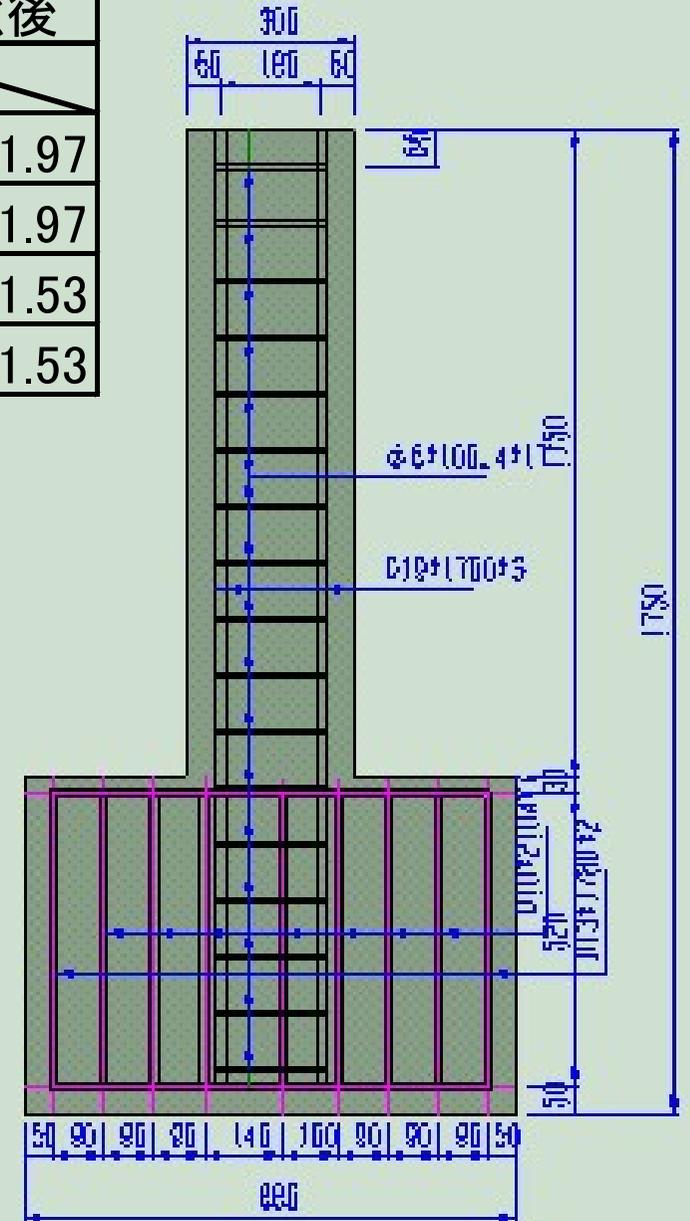
アラミド繊維シート

治具の形状

平板を加工した P-Type

山形鋼を加工したL-Type

これらを組み合わせた
4種類の実験を試みた

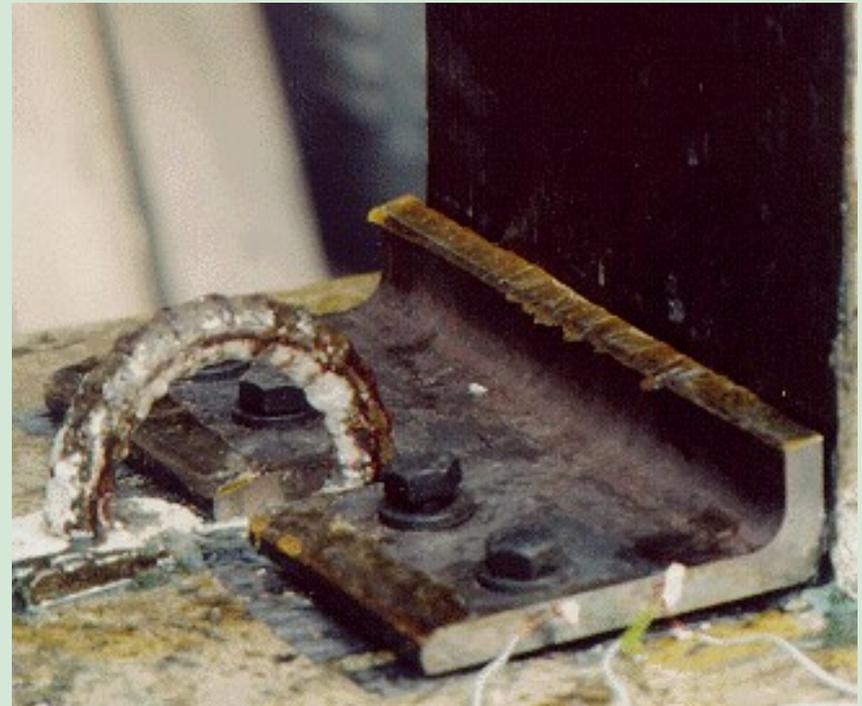


配筋図

定着用治具

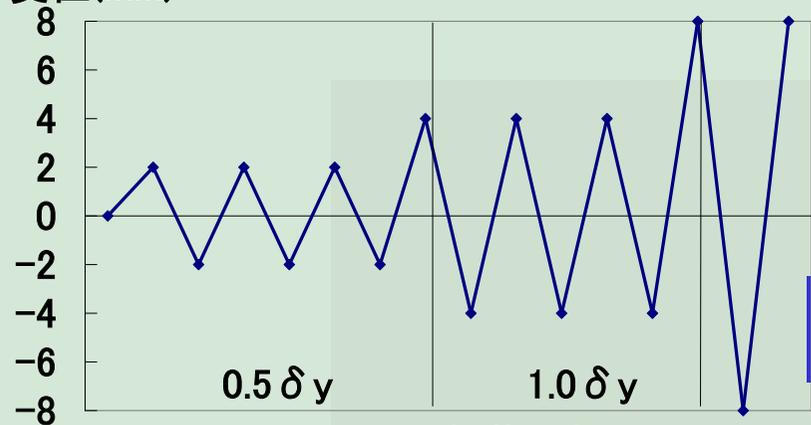


P-Type



L-Type

変位(mm)



$0.5 \delta_y$

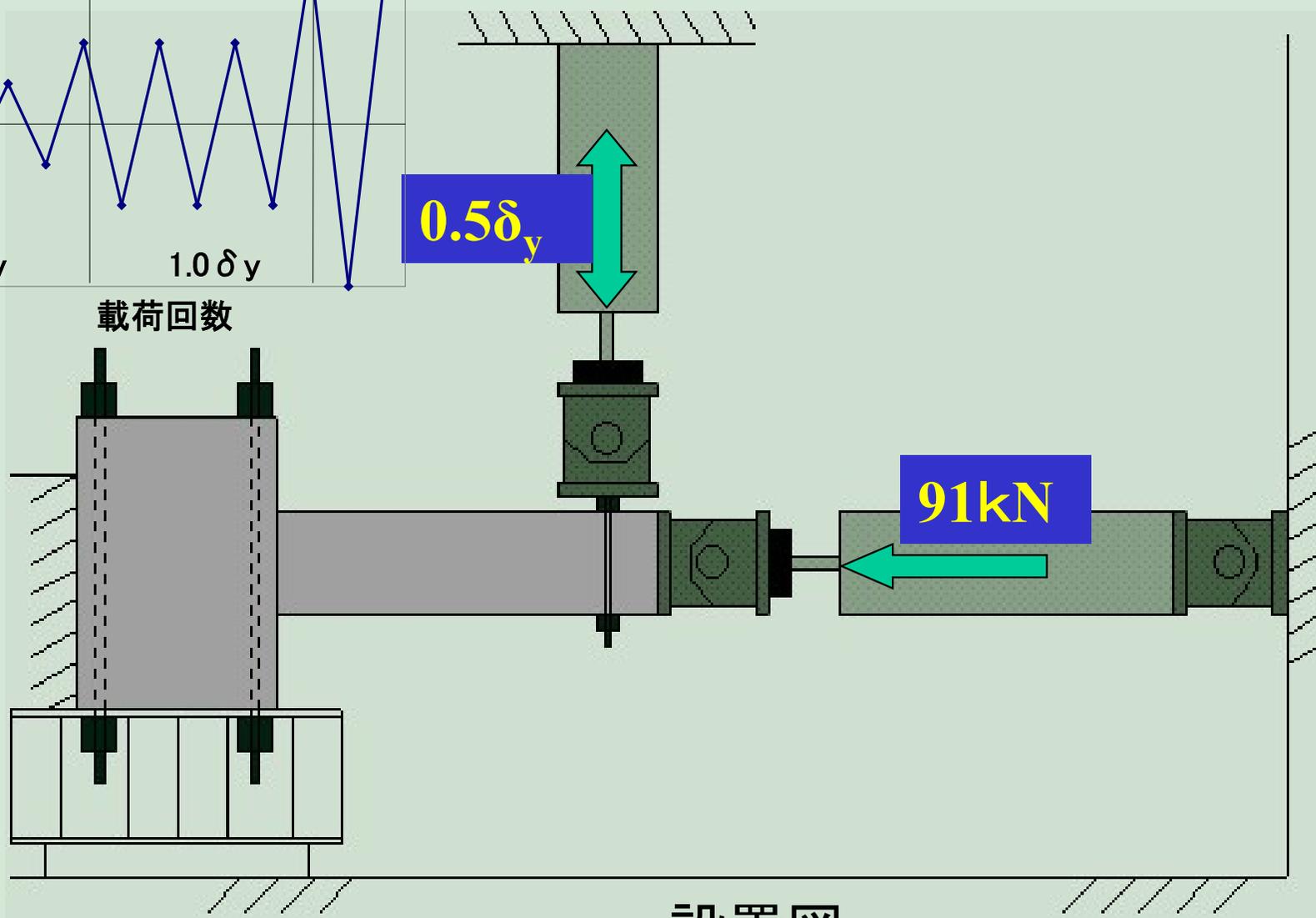
$1.0 \delta_y$

载荷回数

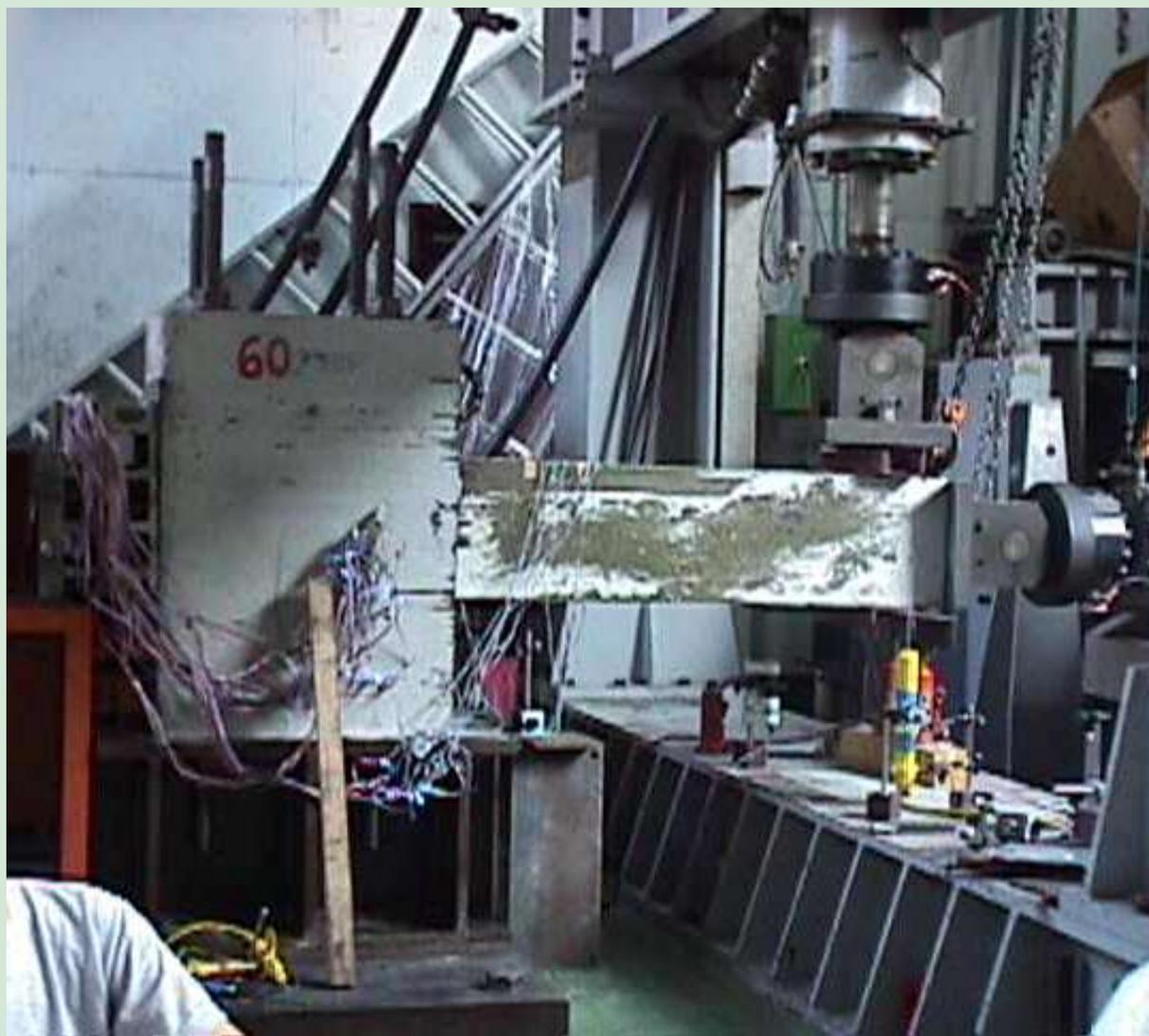
$0.5\delta_y$

91kN

設置図



供試体設置状況



荷重振幅

荷重-変位関係の上下最大変位時の荷重の絶対値を平均した値

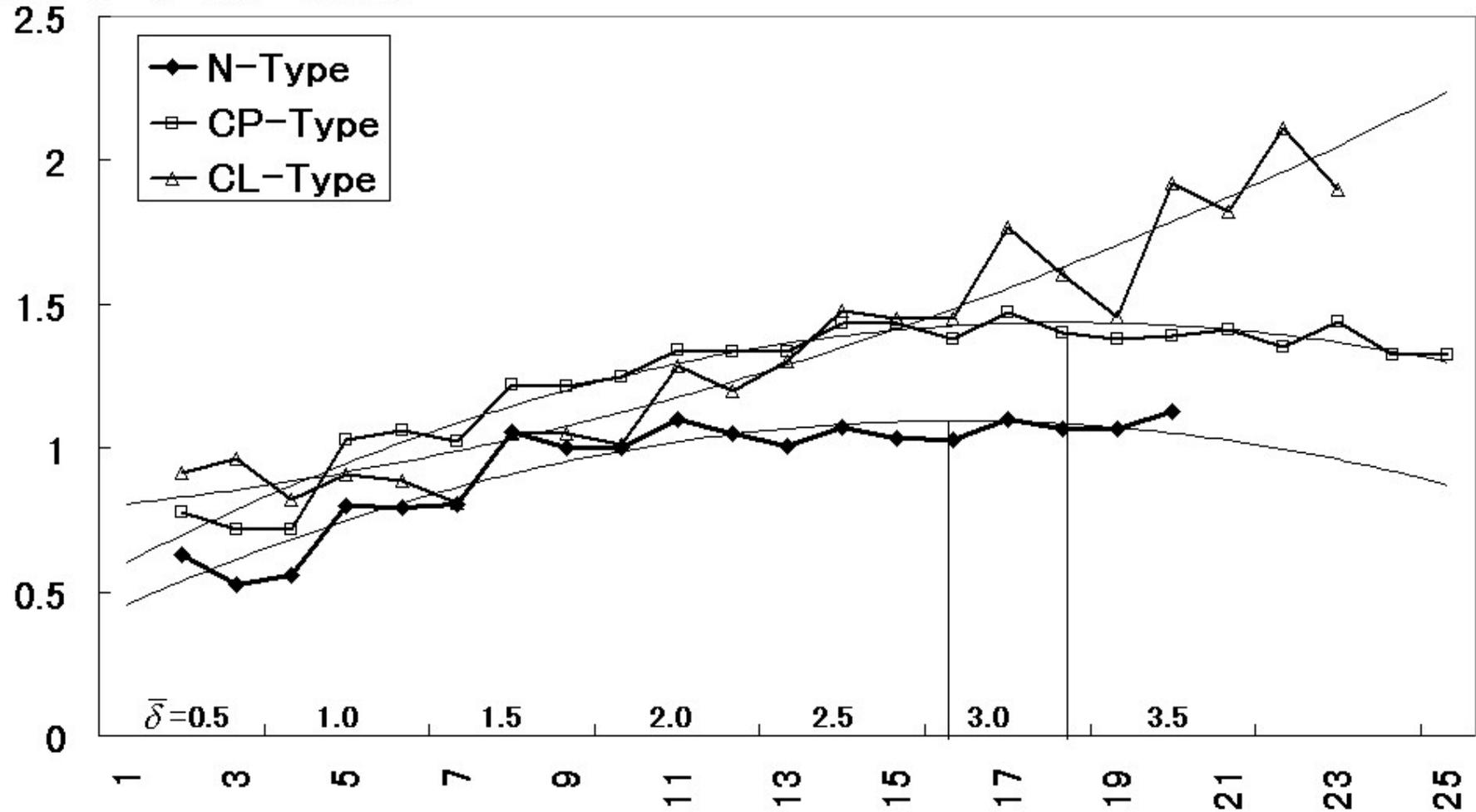
無次元化荷重振幅

荷重振幅を無補強供試体の降伏荷重で除した値

橋脚モデルの実験結果

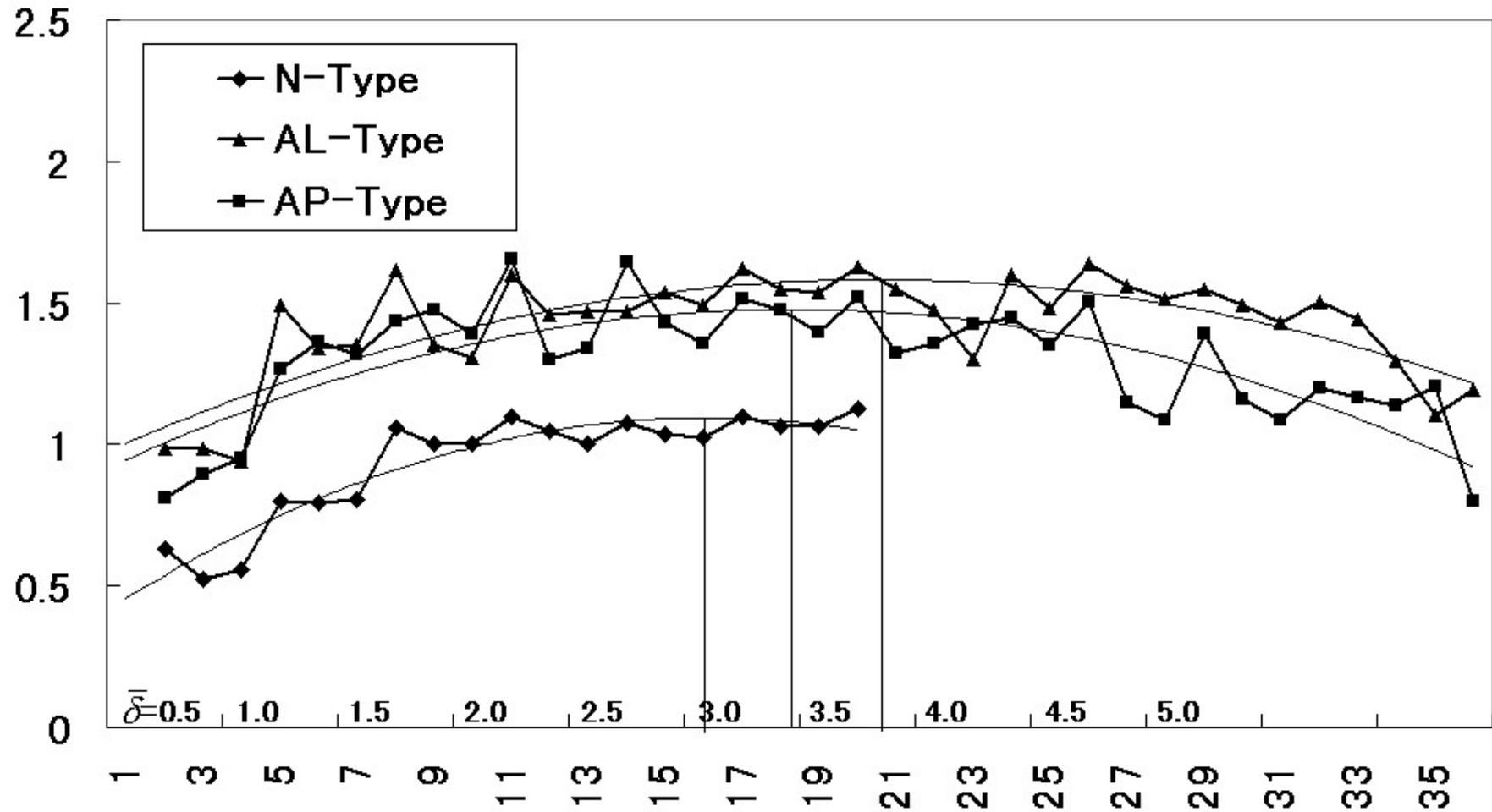
CFSにより定着された橋脚

無次元化荷重振幅



AFSにより定着された橋脚

無次元化荷重振幅



橋脚モデルの解析

要素

橋脚→降伏応力の減少を考慮した弾塑性材料

CFS→等方弾塑性破壊材料

治具→移動硬化を考慮した等方弾塑性材料

接着要素

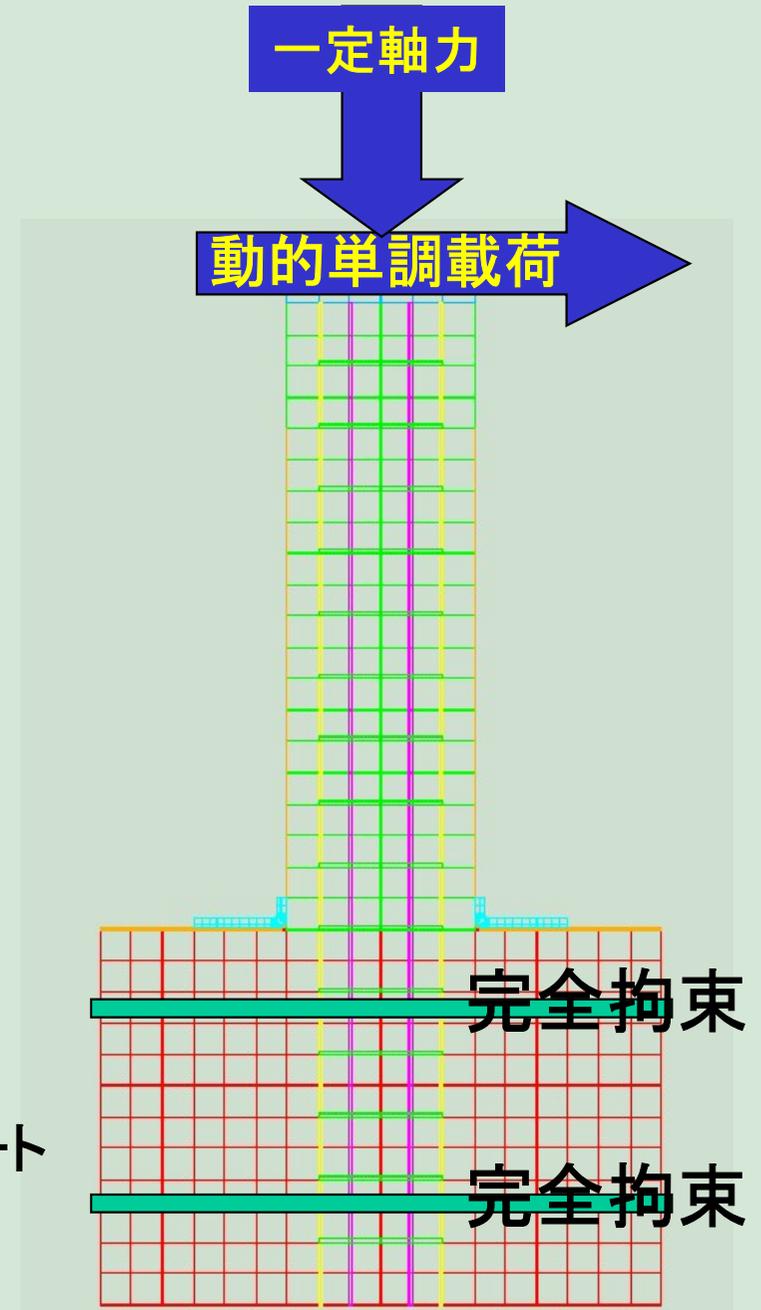
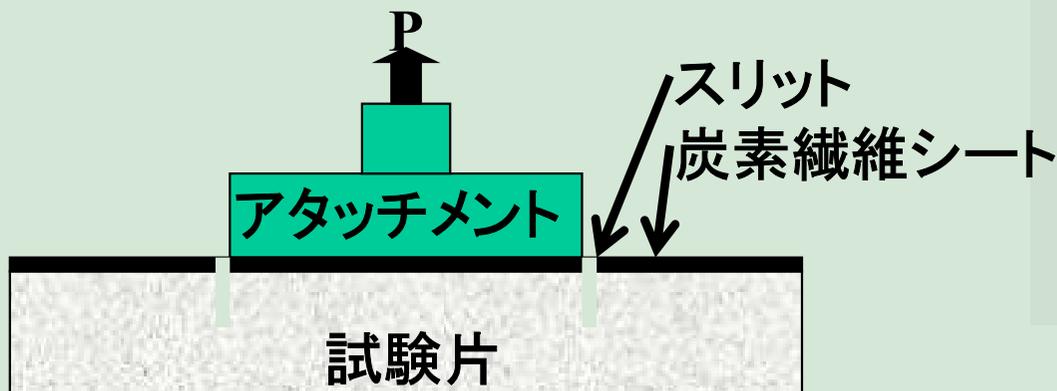
CFSと橋脚→垂直破壊応力 3.43N/mm²

せん断破壊応力 103N/mm²

CFSと治具→垂直破壊応力 2.00N/mm²

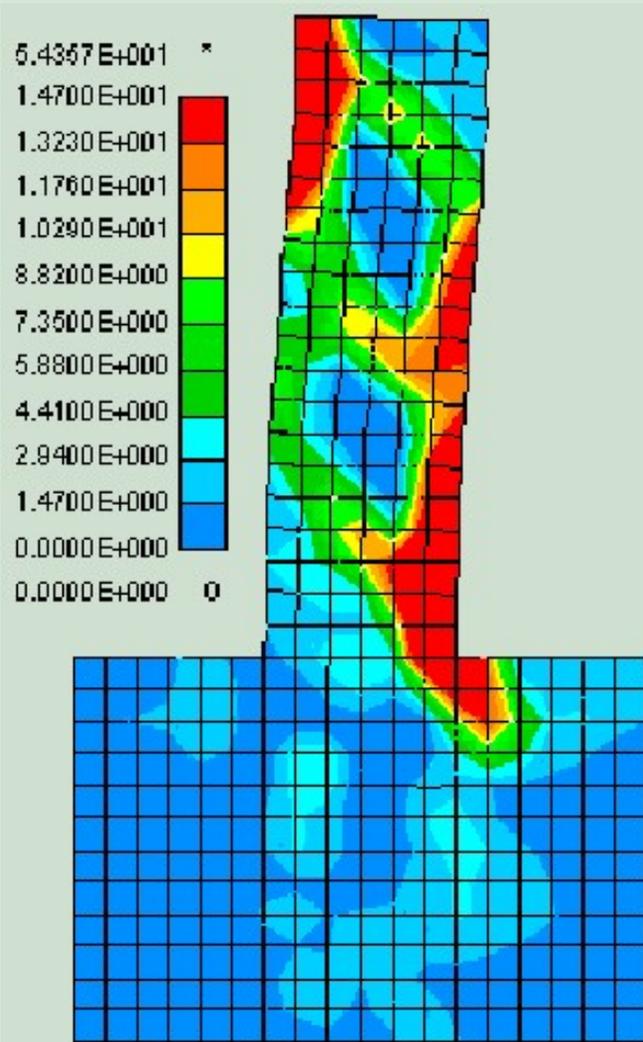
せん断破壊応力 60.0N/mm²

$$\text{剥離条件} \rightarrow \left(\frac{\sigma_n}{\sigma_{nf}} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_s}{\sigma_{sf}} \right)^2 \geq 1$$

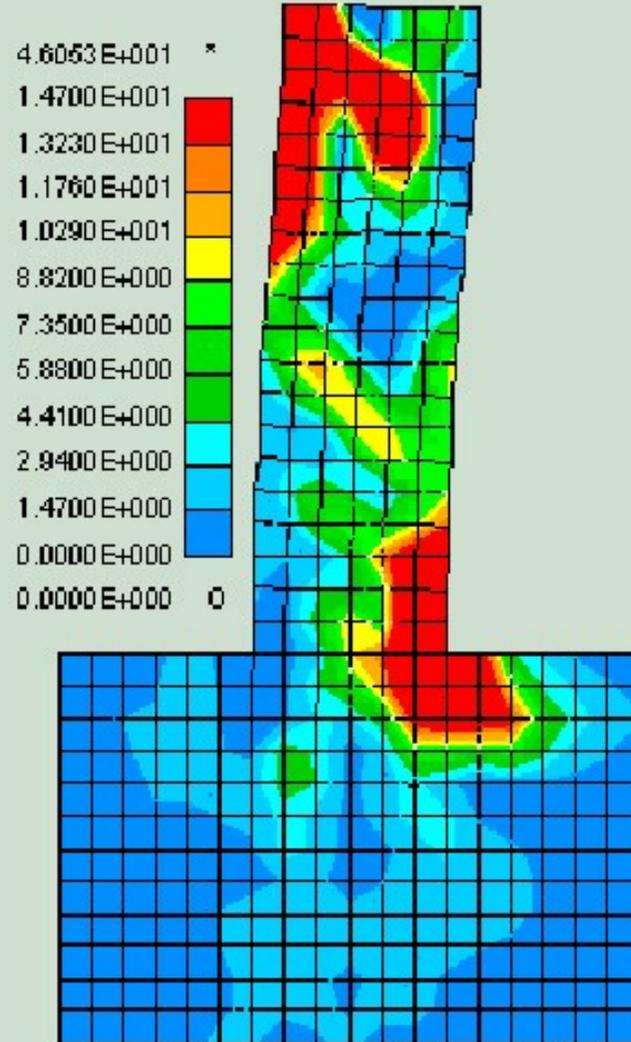


橋脚モデルの解析結果

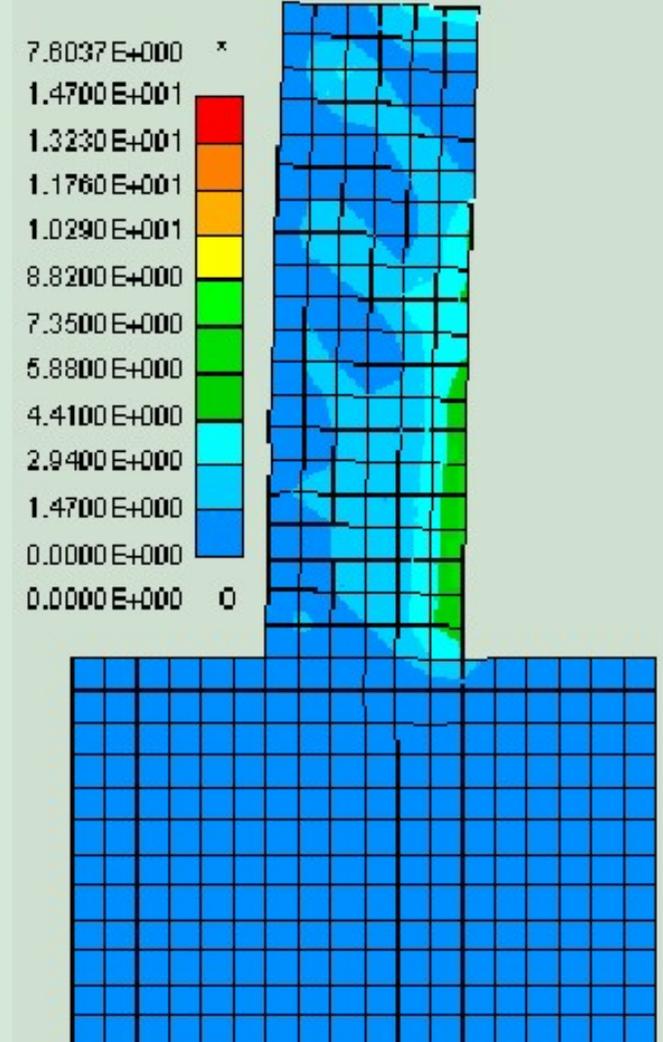
相当応力分布



無補強



CFSのみの補強

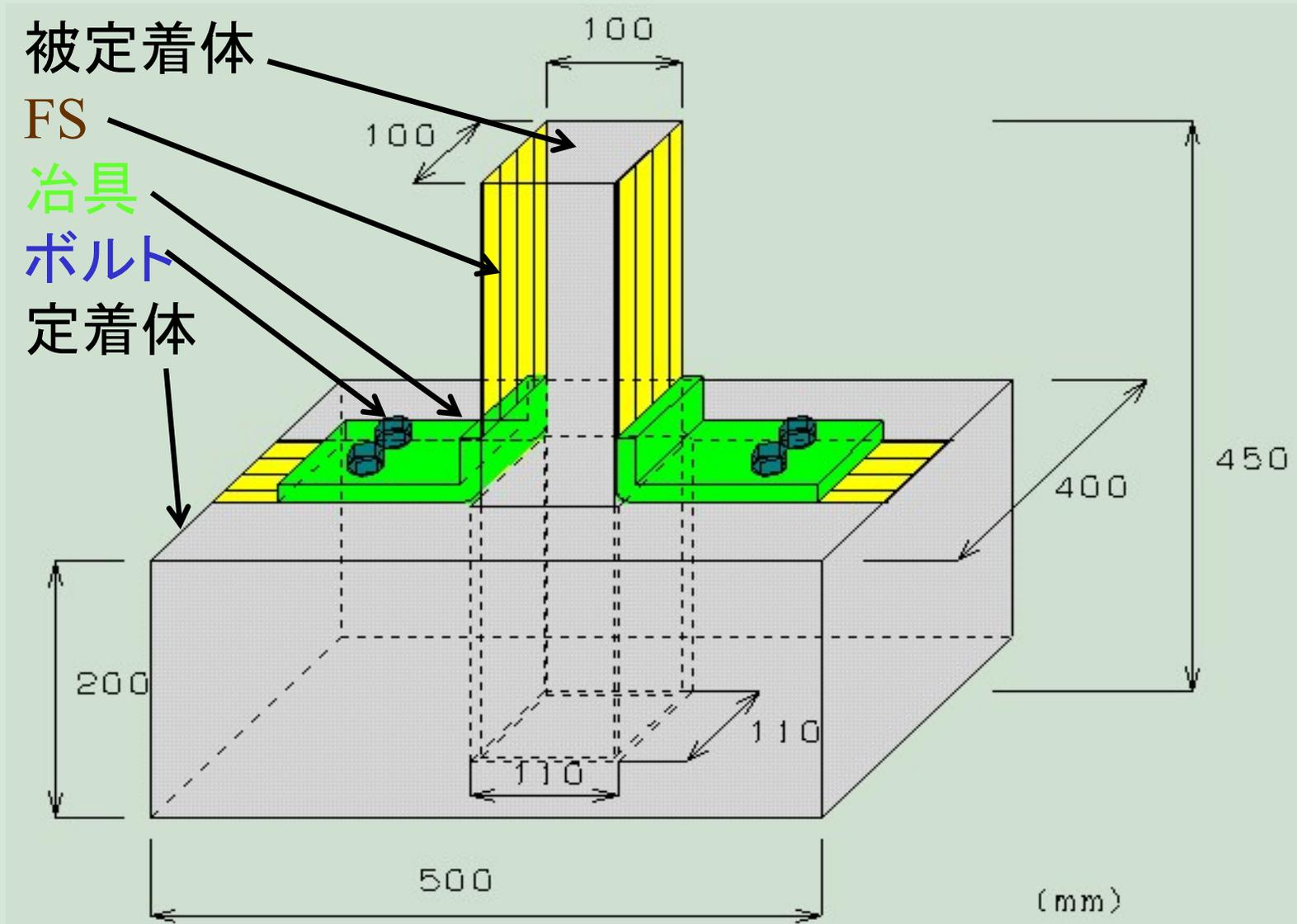


提案した定着工法
による補強

隅角部モデルの載荷実験の概要

**RC構造物の隅角部に
FSを定着する際
提案した補強工法の
有効性について検討した。**

供試体概要

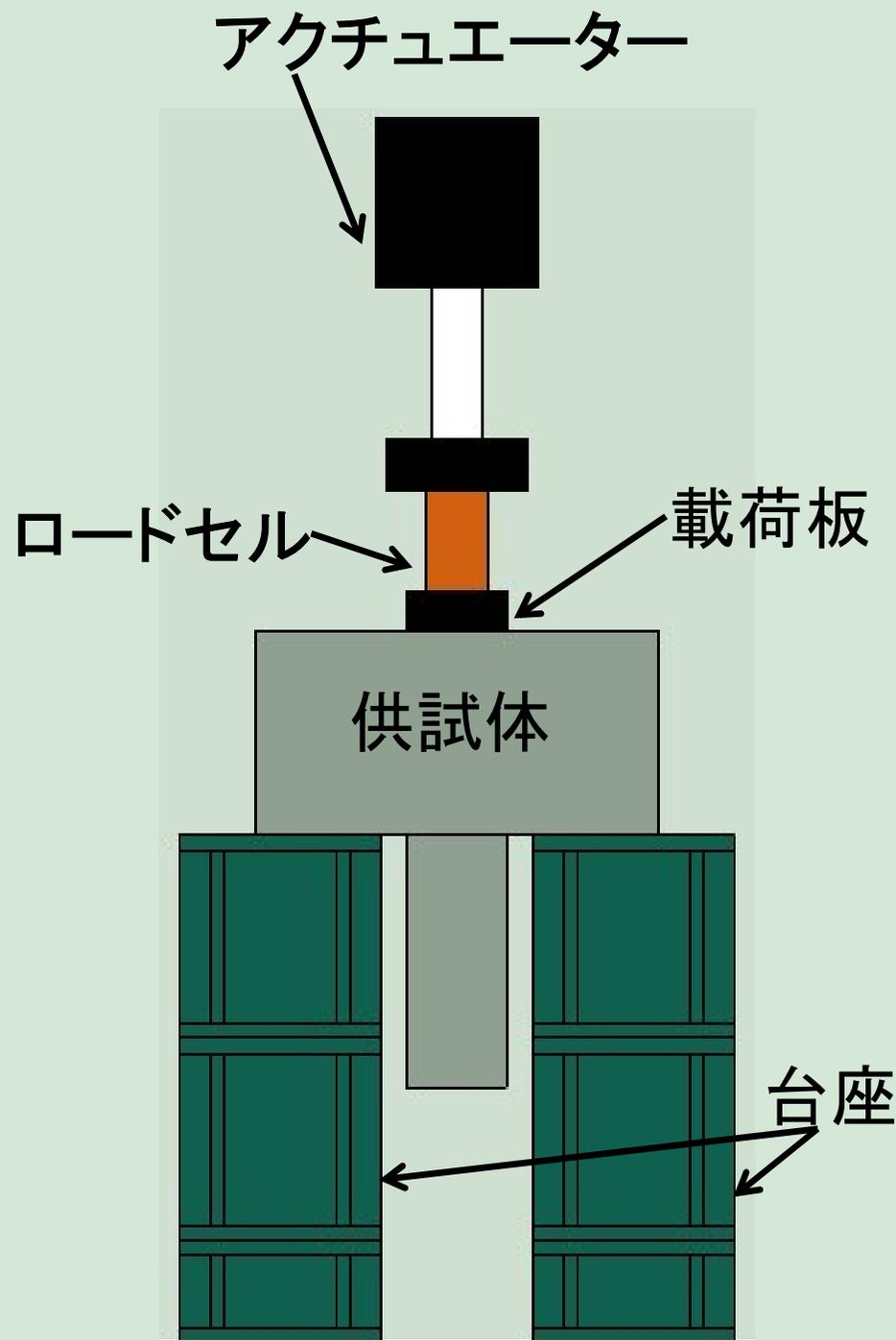


供試体名	FS種類	補強枚数	治具の厚さ
C1-12	CFS	1枚	12mm
C2-15	CFS	2枚	15mm
A1-12	AFS	1枚	12mm
A2-15	AFS	2枚	15mm

シートの種類
炭素繊維シート
アラミド繊維シート

治具の形状
山形鋼を加工したL-Type
厚さ 12mm
15mm

これらを組み合わせ
た4種類の
実験を試みた



設置図

無次元化の定義

$$\text{無次元化荷重} \rightarrow \bar{P} = \frac{P}{P_Y} = \frac{PL}{w\sigma_y}$$

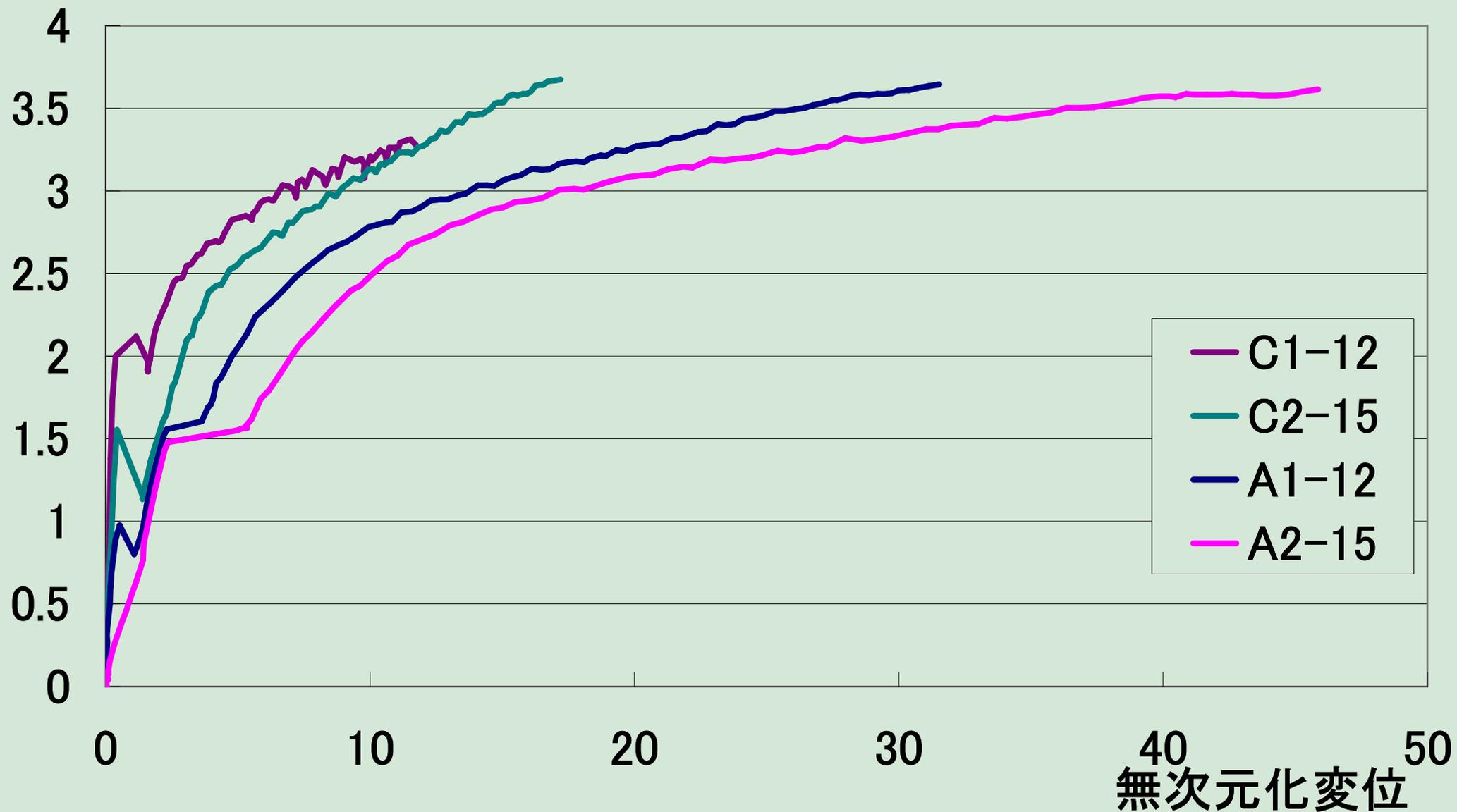
$$\text{無次元化ひずみ} \rightarrow \bar{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_Y}$$

$$\text{無次元化変位} \rightarrow \bar{\delta} = \frac{\delta}{\delta_y}$$

$$\text{無次元化応力} \rightarrow \bar{\sigma} = \frac{\sigma}{\sigma_y}$$

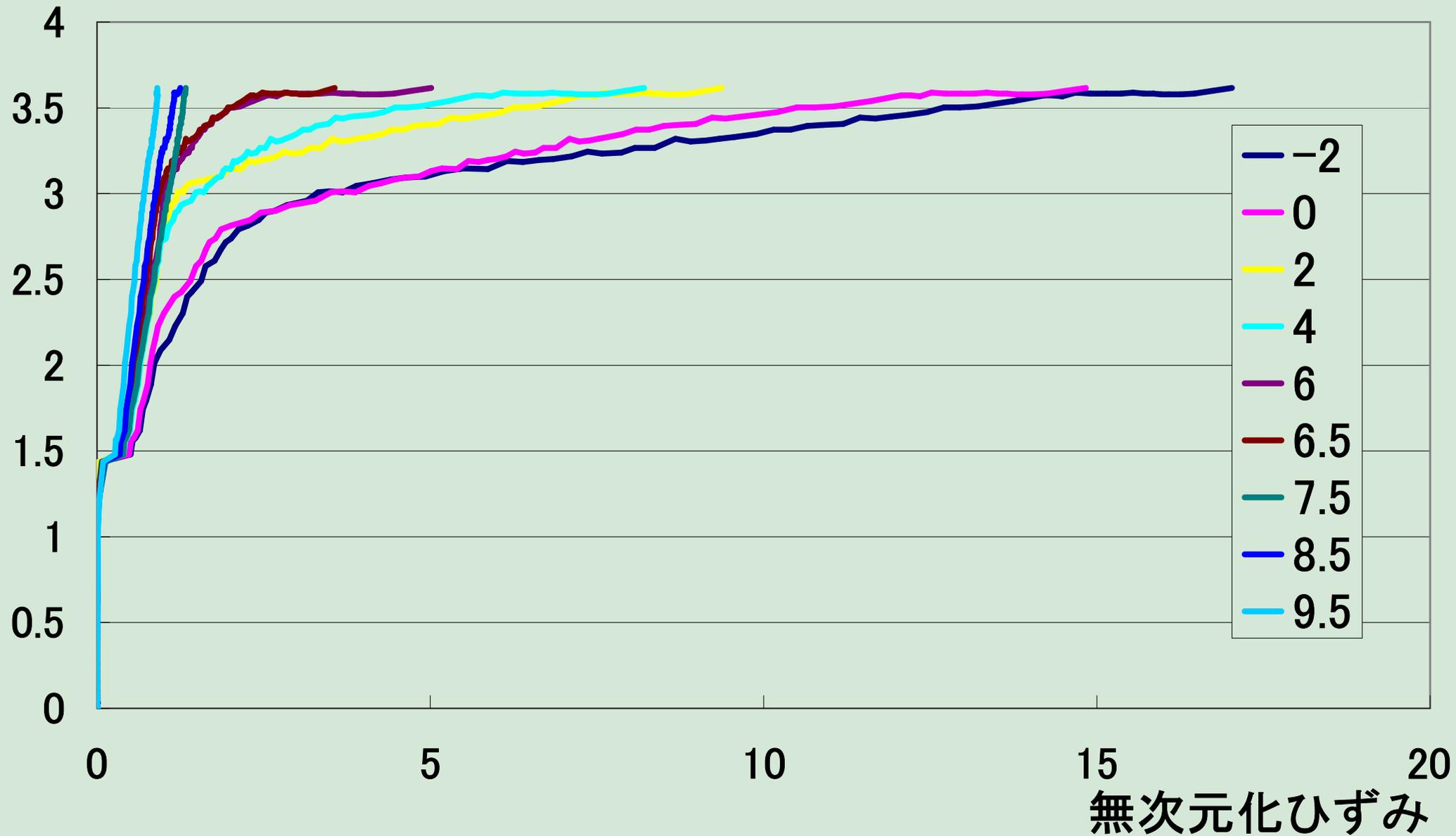
隅角部モデルの実験結果

無次元化荷重



被定着体の無次元化荷重-無次元化変位関係

無次元化荷重



治具の無次元化荷重-無次元化ひずみ関係

隅角部モデル解析

要素

定着体、被定着体→剛体

FS、治具→ひずみと応力による破壊を考慮した弾塑性体

接触要素

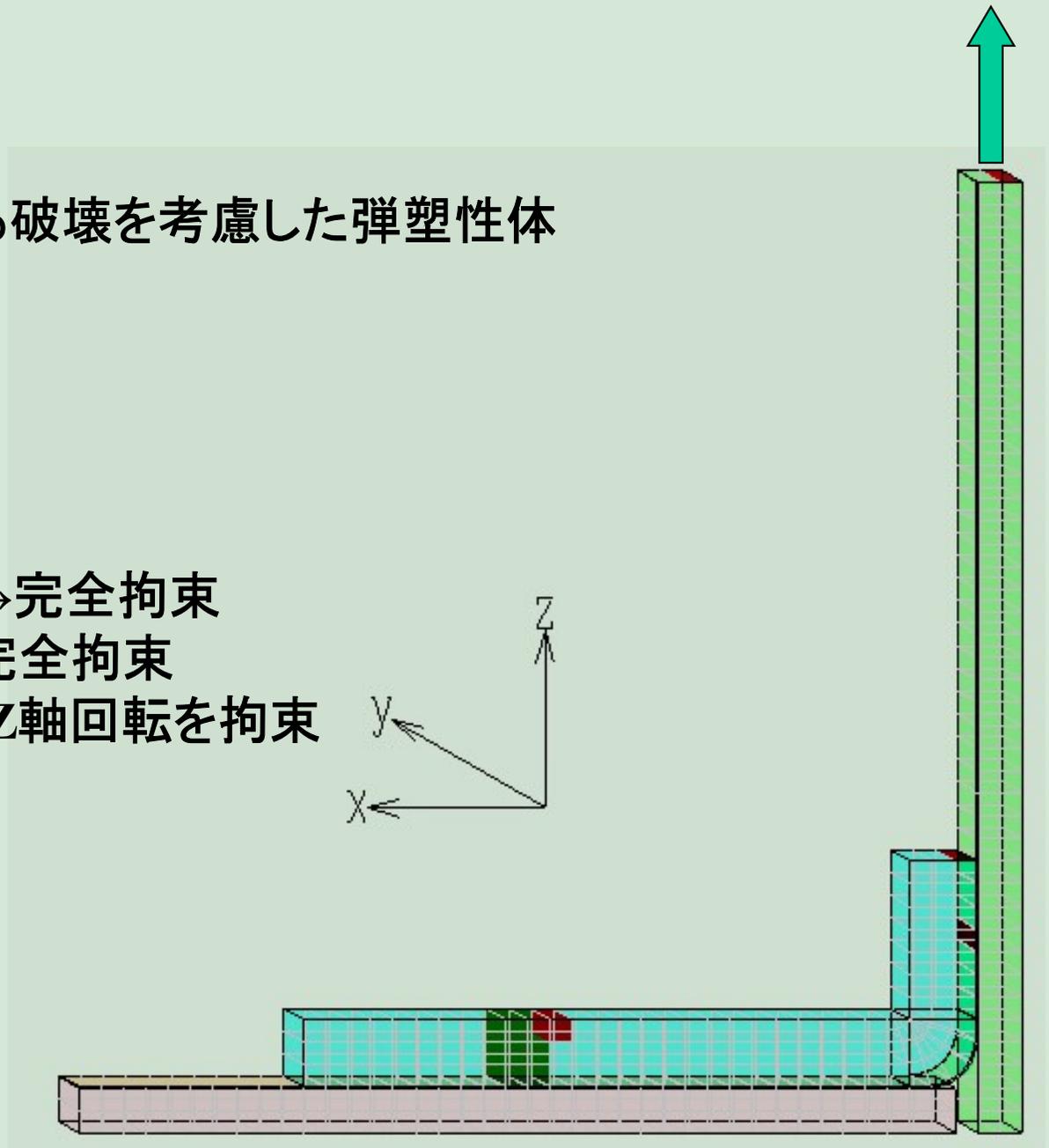
橋脚モデルと同様

拘束

治具のボルトによる固定部分→完全拘束

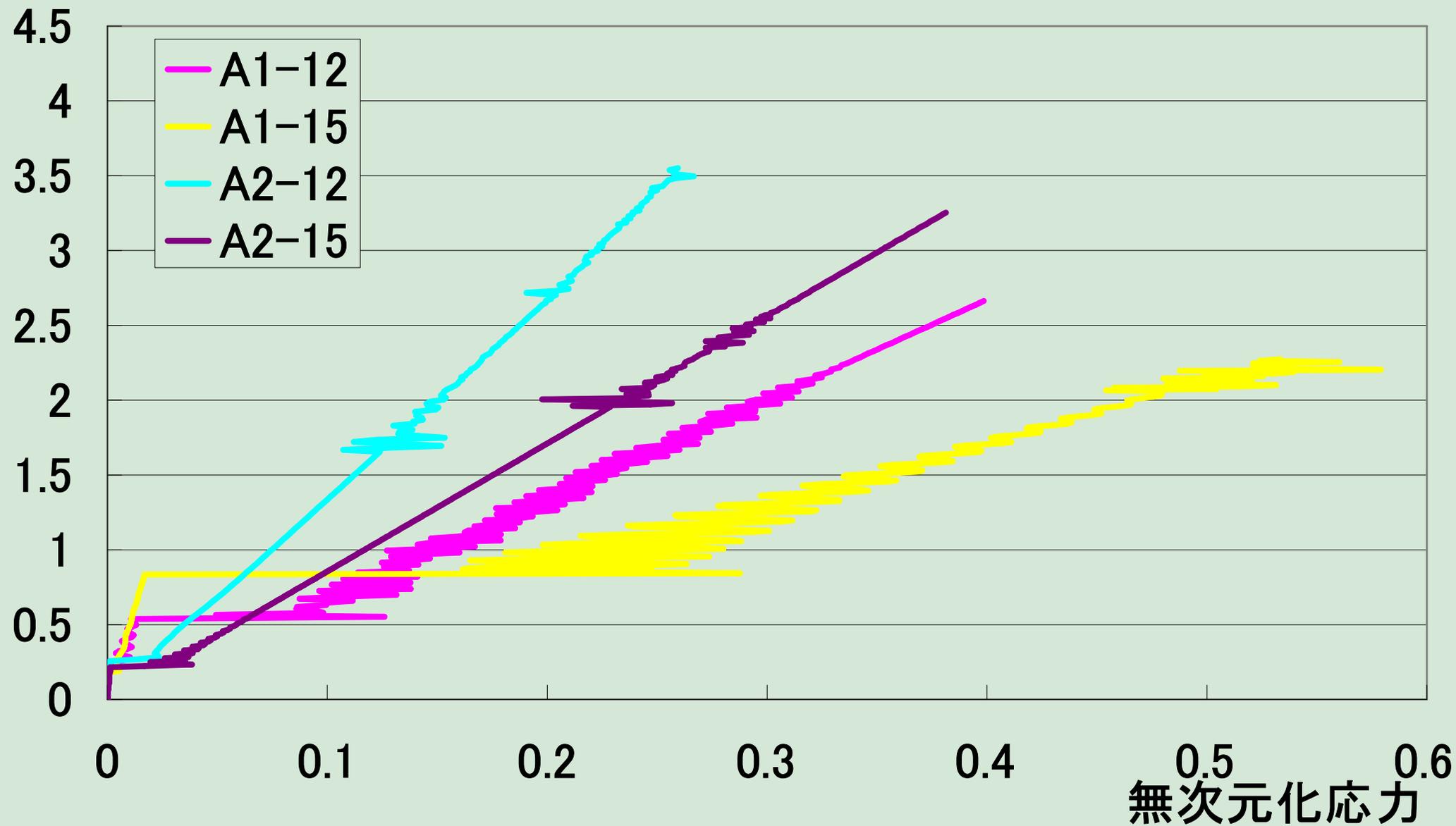
被定着体→Z軸方向を除いた完全拘束

その他→Y軸方向、X軸回転、Z軸回転を拘束



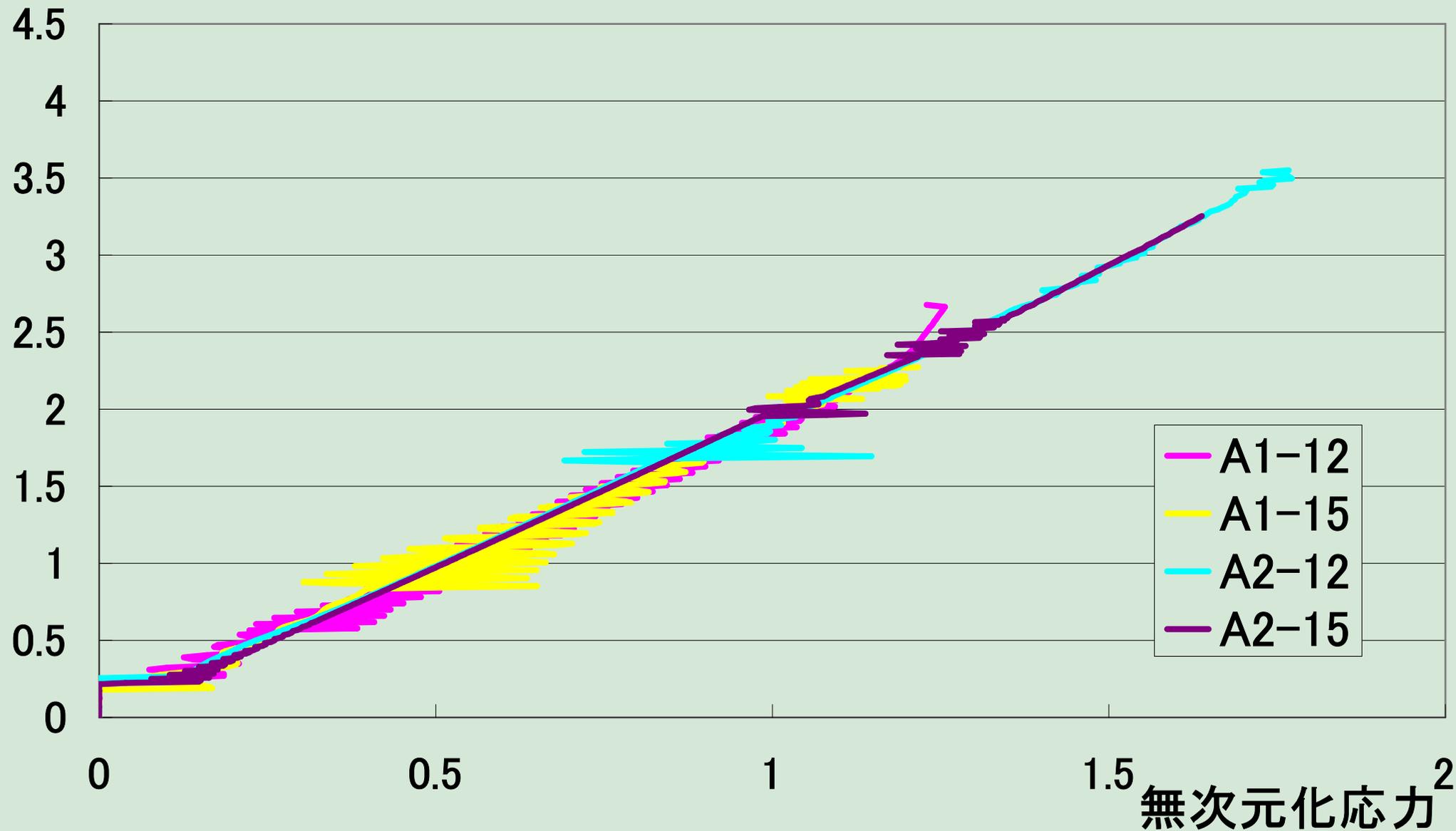
隅角部モデルの解析結果

無次元化荷重



AFSのR部の荷重-応力関係

無次元化荷重

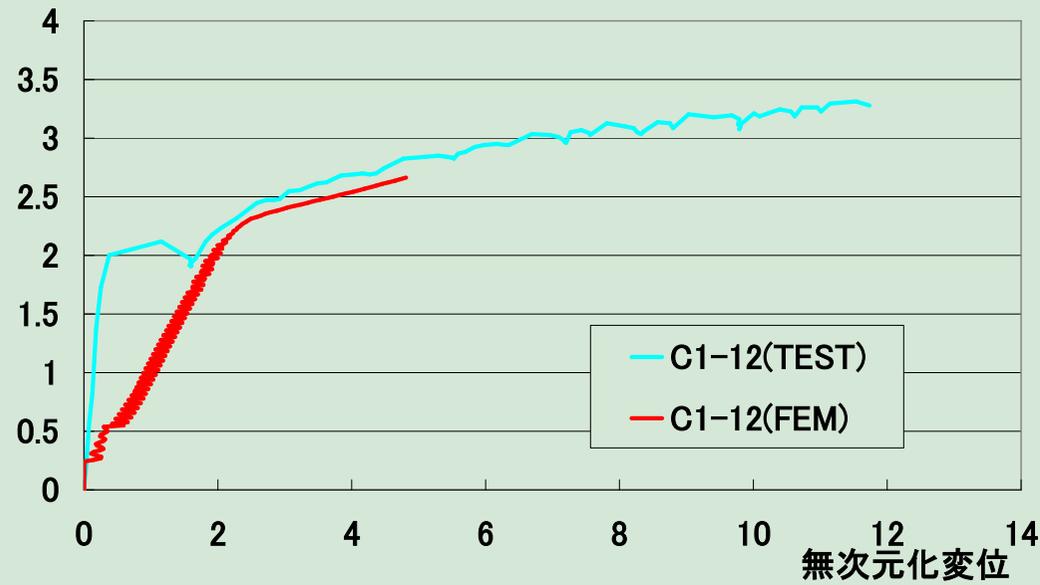


治具の荷重-応力関係

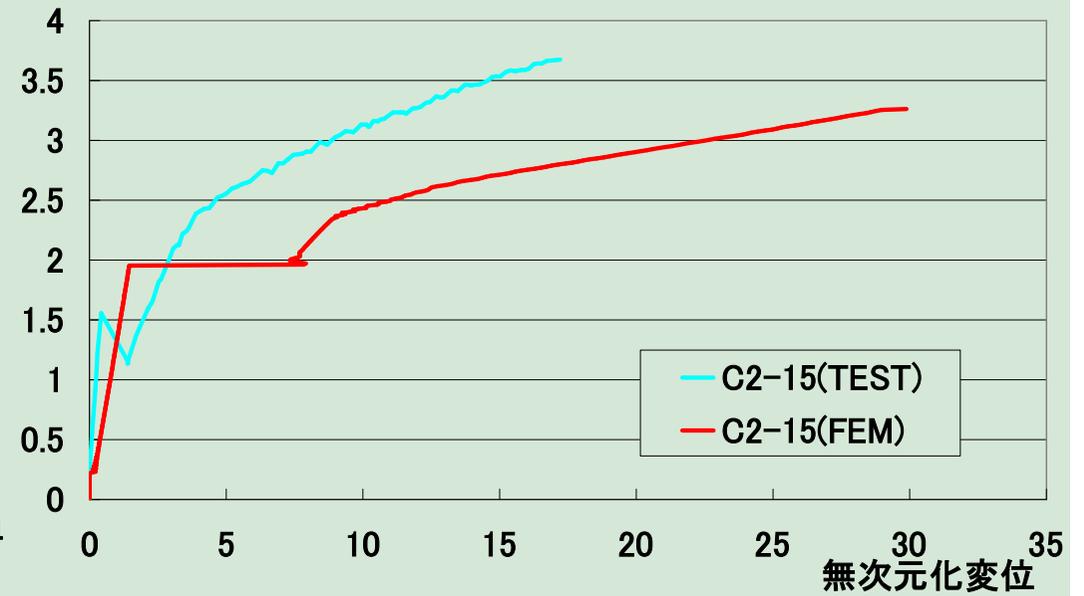
隅角部モデル実験と解析の比較

被定着体の荷重-変位関係

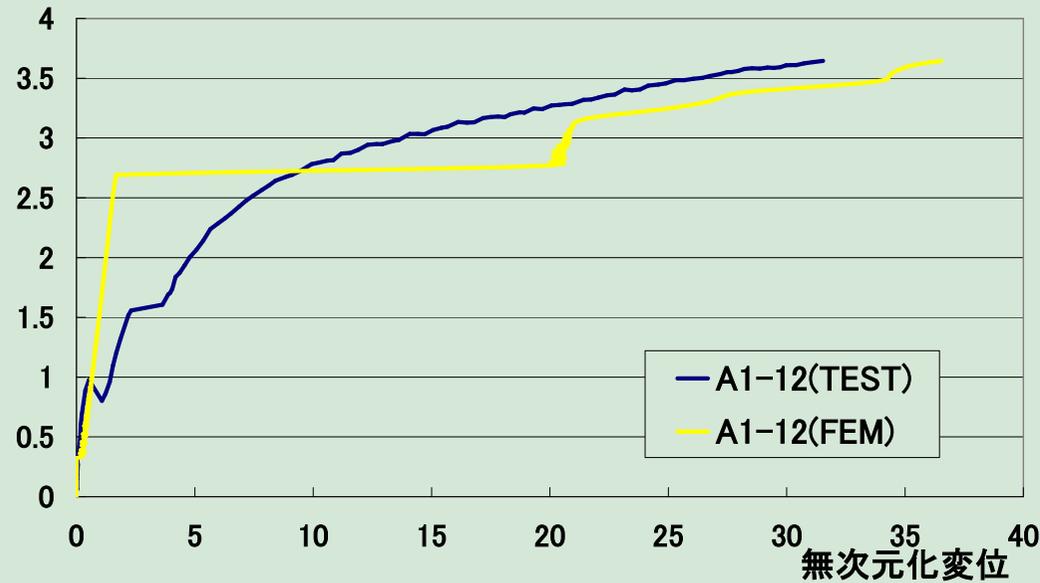
無次元化荷重



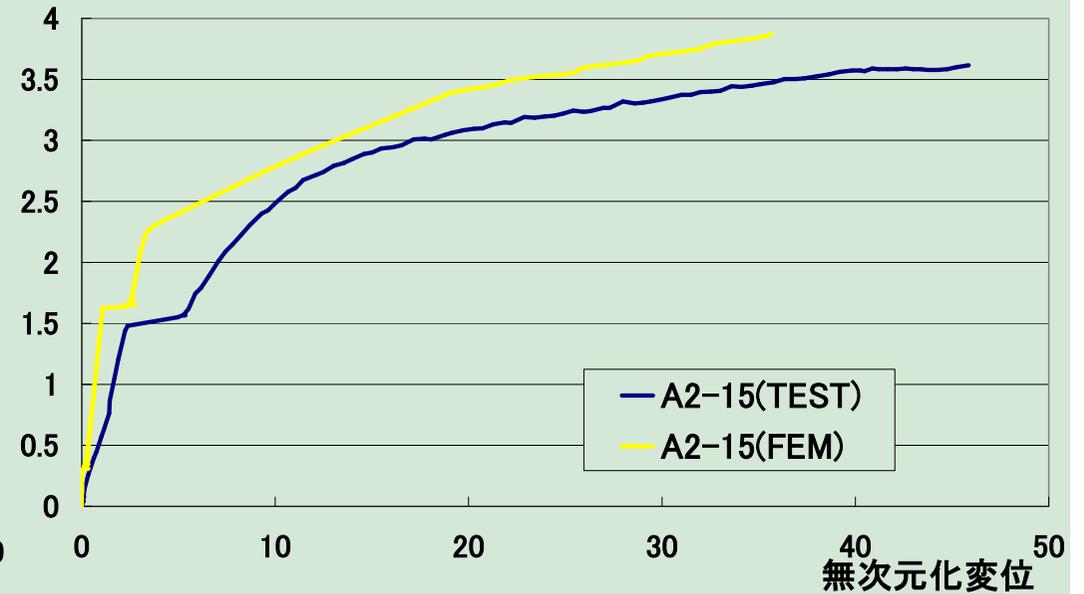
無次元化荷重



無次元化荷重



無次元化荷重



結論

1. CFS、AFSを有効な曲げ補強材として用いることが可能
2. 治具の形状は山形鋼を加工したL-Typeが優れている
3. 耐力及びじん性の確保
4. FSの枚数、治具の寸法により補強効果を制御できる
5. モデル及び力学特性は、隅角部定着工法の解析に有効
6. 接触要素には、検討の余地がある

Fin