

# 第 1 回 定 期 研 究 会



## 平成18年度SGST総会および第1回定期研究会 議事録

日時 : 平成18年4月19日(水) 16:00~18:00

場所 : 愛知工業大学 本山キャンパス 3階 大学院講義室

出席者: 青木(愛工大), 安藤(富士エンジ), 山根(石原工業), 加藤(長大), 加藤(中日本C), 北河(創建) 葛, 山田(名大), 櫛田, 坂井田(帝国建設C), 後藤, 永田(名工大), 佐光, 古市(第一技研C), 柴田(大日C) 園部(JIP), 上田, 中川, 松村(瀧上), 鷺見(八千代E), 高橋(日車), 忠(豊田高専), 播金, 山田, 長屋, 江間, 古田土(トピー), 藤澤, 吉田(川田), 渡辺(名城大)  
30名(敬称略)

### 1. 総会

平成17年度関連議事(司会 播金幹事長)

(1) 代表挨拶 青木代表

(2) 平成17年度活動報告

1) SGST総会、定期研究会6回、現場見学会の開催について報告を行った。

2) 研究委員会の報告が行われた。この中で、「橋梁の改良設計検討WG」は活動中止の要望に対して承認された。また、他のWGについては本年度末までの活動延長について承認された。

「撤去をとまわらない橋梁の改良設計にかかわる検討WG」(山田委員長)

「バリアフリー化に対応した市街地小規模施設の構造提案WG」(安藤委員長)

「諸外国の設計基準・解説書等の翻訳WG」(江間委員)

3) 研究奨励の報告が行われ、工期延長・追加請求の要望について承認された。

「複合構造物の研究奨励」(吉田代表)

4) 規約の一部改正報告が行われ、承認された。

5) 平成17年度活動報告集の配布が行われた。

6) 平成17年度会計報告がなされ、承認された。(播金幹事長)

平成18年度関連議事(司会 播金幹事長)

(1) 平成18年度の活動方針について報告され、承認された。

(2) 平成18年度定期研究会の予定が報告され、承認された。

### 2. 定期研究会(永田研究会担当幹事)

講演題目 「拘束効果を考慮したコンクリート構造部材のポストピーク挙動に関する解析的研究」

講演者 瀧上工業 松村寿男

講演内容

性能規定型設計法への移行が進む中で、拘束効果まで考慮したコンクリート構造物のポストピーク挙動を解析的に詳細に検討した事例は少なく、これらを解明することはこれまでの設計法の照査、今後の技術開発に大きな影響を与えることとなる。

鋼、コンクリートの構成則、ヤング係数比を厳密に与えることで、ポストピーク時のコンクリートの拘束効果、鋼材の座屈挙動、境界要素の挙動を解析的に捕らえることができ、また、コンクリートと鋼の付着により拘束効果が高まることが解析的に検証された。

限られた時間内ではあったが、学術的にも高度な内容の講演であり、参加者の関心も高く、解析の詳細や実構造物への適用など活発な質疑が行われた。

以上//

# 平成 18 年度 S G S T 総会議事

日時：平成 18 年 4 月 19 日 16:00～17:00

場所：愛知工業大学 本山キャンパス

## 議事内容：

### 1. 平成 17 年度関連議事：(司会) 播金幹事長

- ① 代表挨拶 (青木代表)
- ② 平成 17 年度の活動報告 (青木代表)  
総会、定期研究会 6 回、現場見学会の活動が行われた。  
**研究委員会の報告**
  - ・撤去を伴わない橋梁の改良設計にかかわる検討WG (山田委員長)
  - ・バリアフリー化に対応した市街地小規模施設の構造提案WG (安藤委員長)
  - ・諸外国の設計基準・解説書等の翻訳WG (清水委員長)**研究奨励の報告**
  - ・複合構造の研究奨励 (吉田代表)**規約の一部改正報告 (青木代表)**
  - ・特別会員の年会費変更**平成 17 年度活動報告集の配布 (事務局)**
- ③ 平成 17 年度会計報告 (会計監査)

### 2. 平成 18 年度関連議事：(司会) 播金幹事長

- ① 平成 18 年度 S G S T 活動方針について
- ② 平成 18 年度 定期研究会の開催予定について
- ③ その他

### 3. 定期研究会 時間：17：00～18：00【土木学会 継続教育 (CPD) プログラム】に認定】

講演： 瀧上工業(株) 松村 氏  
講演題目：『拘束効果を考慮したコンクリート構造部材の  
ポストピーク挙動に関する解析的研究』  
講演内容：パワーポイント等で質疑応答を含めて 1 時間  
キーワード： 拘束効果、ポストピーク挙動、材料構成モデル、複合構造

### 4. 懇親会 (企画担当幹事) 時間：18：30～

場所：居酒屋 飛驒 (愛知工大から徒歩 3 分)

## 【平成 18 年度 S G S T 幹事名簿】

S G S T 代表 : 青木 徹彦 (愛知工業大学)  
幹事長 : 播金 昭浩 (トピー工業)  
事務局担当 : 長屋 五郎 (トピー工業)  
会計担当 : 江間 康人 (トピー工業)  
会計監査 : 片山 淑広 (JIPテクノサイエンス) (← 大岩 (JIPテクノサイエンス) 様から変更)  
議事録担当 : 高橋 昌利 (日本車輛), 古田土 功 (トピー工業)  
企画担当 : 鷺見 英吾 (八千代エン지니어リング), 田中 信治 (中部復建)  
研究会担当 : 永田 和寿 (名古屋工業大学), 葛 漢彬 (名古屋大学)  
: 渡辺 孝一 (名城大学), 忠 和男 (豊田高専)  
: 深田 宰史 (金沢大学), 鈴木 森晶 (愛知工業大学)  
HP 担当 : 小澤 優二 (建設技術研究所) 以上//

## 平成17年度SGST会計報告

平成18年4月19日

平成17年4月1日～平成18年3月31日現在

### 【収入】

会費収入	1,469,000円
------	------------

---

合計	1,469,000円
----	------------

### 【支出】

研究会費（ユエハ <sup>o</sup> ナルWG, 設計基準翻訳WG）	1,000,000円
---------------------------------------	------------

研究会講演謝礼および交通費	315,000円
---------------	----------

現場見学会費	222,426円
--------	----------

日韓鋼橋ジョイントセミナー共催費	200,000円
------------------	----------

ホームページ使用費	87,360円
-----------	---------

郵送費	21,000円
-----	---------

会議費および雑費	30,706円
----------	---------

懇親会費	97,360円
------	---------

印刷費（H16 活動報告集）	313,950円
----------------	----------

---

合計	2,287,802円
----	------------

### 【次年度繰越金】

昨年度繰越金	6,519,253円
--------	------------

収入合計	1,469,000円
------	------------

支出合計	(－) 2,287,802円
------	----------------

---

次年度繰越金	5,700,451円
--------	------------

以上の報告に相違ありません

会計監事

大岩 義典



## ■会の運営

会の運営は主として会員の納める会費があげられています。会費は会員の区分に応じて次のように決められています。

正会員 年額 2,000 円

賛助会員 年額 1,000 円

特別会員

~~第1種 年額 30,000 円 研究委員会分担経費：70,000 円~~

第2種 免除

**特別会員 年会費の変更**

名誉会員 免除

特別会員の第1種と第2種については、研究会などへの行事参加への区別は全くありません。特別な事情により会費納入が無理な団体に対して、第2種は設けられていますが、現在ではできるだけ第1種へ入会していただくようお願いしています。

## ■東海構造研究グループの活動

### 研究調査

研究会活動の中心となるもので、構造に関する種々の分野について、研究および調査を行います。隔月で開催される定期研究会で、その報告が行われます。この定期研究会は、立場を異にする者の間での情報交換の場となっています。また、重要度の高いテーマについては、研究委員会による重点的な研究、討論が行われています。本年度より、定期研究会は(社)土木学会継続教育プログラム(CPD)の認定を受けております。

### 現場見学会

会員全体が参加する行事として、不定期に開催されています。本年度は国道1号線の揖斐・長良川に架かる『伊勢大橋』と県道佐屋多度線の木曾川に架かる『立田大橋』を巡る見学会を行いました。

### 構造物研究および指導の委託

構造物に関する研究の委託および指導を受け入れています。委託の内容によっては委員会を作り、検討を行っています。

### 出版

本会の成果として、「鋼構造部材の抵抗強度の評価と信頼設計への適用」(1980)および「骨組構造物の座屈設計に関するフォーラム」(1994)を「橋梁と基礎」にそれぞれ2回に分けて発表しています。また、研究会での資料をまとめて「活動報告資料集」を毎年発行しています。

### 講演会、講習会

構造に関する講演会および講習会の主催、共催または協賛を行っています。

協賛例：平成2年度 土木学会中部支部技術講座「構造物の設計にかかわる最近の話題」

平成4年度 土木学会中部支部技術講座「構造物設計における最近の話題

—景観設計とライフライン構造物の設計および管理—

平成6年度 土木学会中部支部技術講座「土木構造物の維持・管理・耐久性」

平成7年度 土木学会中部支部技術講座「阪神大震災から得た教訓と今後の耐

震設計

—橋梁構造物—

共催例：平成17年度 橋梁技術発表会 「—橋梁技術の最前線—」

(主催：(社)日本橋梁建設協会)

## 組織と運営

### ■会員

東海構造研究グループは、以下に示す会員によって構成されています。会員には正会員、賛助会員、特別会員および名誉会員の4種があります。

会員区分	資 格
正 会 員	本会の各種事業の主体となって活動する次の各号に該当する者 (1) 構造物に関する業務に従事する者 (2) 構造物に関する学職経験者 (3) 前号に準ずる者
賛助会員	正会員の研究活動に参加しまたは支援する正会員の経験者およびこれに準ずる者
特別会員	本会の目的および事業に賛同し、本会を援助する会社および団体、特別会員は第1種と第2種に分かれ、第2種の会員は会費納入の義務を負わない。
名誉会員	本会および構造物に関する功績が特に顕著であって、本会の総会において推挙された者

### ■総会および全体研究会

重要な議決事項は総会で審議されます。総会は年1回開かれることになっています。全体研究会は、隔月で開催されています。

### ■役員その他

本研究グループでは代表、幹事長、幹事および会計幹事の役員をおき、会の運営にあたっています。現在の役員は次の通りです。

代表	青木 徹彦	愛知工業大学 工学部都市環境学科
幹事長	播金 昭浩	トピー工業株式会社 鉄構事業部 技術部
事務局担当	長屋 五郎	トピー工業株式会社 技術研究所
会計担当	江間 康人	トピー工業株式会社 鉄構事業部 技術部
会計監査	片山 淑広	JIPテクノサイエンス 名古屋テクノセンタ
議事録担当	古田土 功	トピー工業株式会社 鉄構事業部 技術部
	高橋 昌利	日本車輛製造株式会社 鉄構本部 設計部
企画担当	田中 信治	中部復建株式会社 設計第一部
	鷺見 英吾	八千代エンジニアリング 名古屋支店技術第1部
研究会担当	永田 和寿	名古屋工業大学 工学部 都市社会工学科
	葛 漢彬	名古屋大学 大学院 工学研究科
	渡辺 孝一	名城大学 理工学部 建設システム工学科
	忠 和男	豊田工業高等専門学校 環境都市工学科
	深田 宰史	金沢大学 工学部 土木建設工学科
	鈴木 森晶	愛知工業大学 工学部 都市環境学科
HP 担当	小澤 優二	建設技術研究所 東京本社 構造部

幹事の変更

SGST-ユニバーサルデザイン構造小委員会  
(ユニバーサルデザインに対応した市街地小規模施設の構造提案)

本小委員会は、近年各方面で盛んに取り組まれているユニバーサルデザインを市街地小規模施設に取り入れ、誰もが公平に利用でき、誰もが満足できる構造を提案することをアウトライン目標として活動を行っています。

1. 研究テーマ

立体横断施設の中でも取り分け市街地における立体横断歩道橋をイメージし、ユニバーサルデザインを取り入れた横断歩道橋の構造提案を具体的なテーマとして活動しています。

なお、本小委員会ではユニバーサルデザインの基本原則を踏まえて、以下に示す項目を立体横断歩道橋の標準構造に取り入れることを基本スタンスとしています。

- 1) 交通弱者の利用を考慮したバリアフリー化
- 2) LCC、サステナビリティを踏まえた3R思想（リデュース、リユース、リサイクル）
- 3) 環境を考えた材料、施工方法の採用
- 4) 景観、やさしさを具現化したデザイン
- 5) 小型エレベーターの設置、スペースの有効利用

2. 活動メンバー

全9名（学1名、産8名）

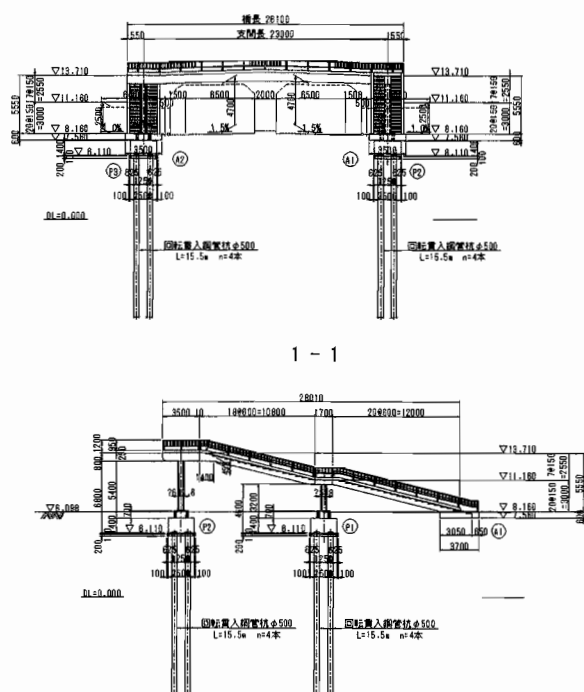
3. 活動期間

平成17年11月～平成19年1月

4. 進捗状況

上述したユニバーサルデザインを踏まえた立体横断歩道橋の全体一般図、設計条件が確定し、骨組構造解析を実施しています。今後、設計計算、設計図面を作成し、実用化のための具体的な施工要領、スペース有効利用の検討・提案を予定しています。

側面図



設計条件

重要度区分	B種の橋		
活荷重	上部工	主桁: 3.5kN/m <sup>2</sup> 床組: 5.0kN/m <sup>2</sup>	
	下部工	常時: 3.5kN/m <sup>2</sup> 地震時: 1.0kN/m <sup>2</sup>	
地域区分	A地域		
地盤種別	II種地盤		
橋長	L=26.100m		
支間長	L=23.000m		
幅員構成	跨道部: 0.25m+3.00m+0.25m		
	階段部: 0.25m+2.60m+0.25m		
斜角	90°		
適用示方書	立体横断施設技術基準・同解説		
設計震度	横軸方向	震度法	保耐法(97I)
		0.25	保耐法(97II)
直角方向	0.25		
	形式	跨道部: 鋼床版箱桁構 階段部:	
上部工	材料	鋼材 中詰コンクリート	
	支承	線支承	
下部工	形式	躯体 基礎: 杭基礎(回転貫入鋼管杭φ500) 橋台: 直接基礎	
	材料	コンクリート	7-7 杭 δ <sub>ck</sub> =24N/mm <sup>2</sup>
	鉄筋	SD345	
支持地盤	砂れき層 (N <sub>60</sub> ≧30)		



## SGST研究奨励「複合構造の研究」工程延期および追加請求に関する理由書

H18.04.05 奨励研究代表者：川田工業(株)・吉田順一郎

## 1. 研究活動状況と工程延期および追加請求に至った経緯

- ① 研究テーマとして別紙申請書(資料-1)に示す、3テーマを計上したが、奨励研究であり、人員や費用に制限があるため、「既設の複合構造事例における耐荷力の分析」を活動テーマに選定した。
- ② 具体的な研究対象として、「合成桁の耐荷力」を取り上げた。これは、従来一般的に用いられた非合成桁に対し、社会的ニーズである建設費低減が可能な形式であること、SGST研究会の中でも報告された「橋梁の過載荷」の問題から、実載荷を反映した終局的な耐荷力を調べるのが重要と考えられたからである。
- ③ 実際の耐荷力の算定は、クレーン等の過載荷に対する合成桁の挙動と耐荷力を、非線形FEM解析にて求めるものとした。途中経過をH17.4のSGST定期研究会で報告し、その後、結果を土木学会年次講演会原稿としてまとめた。今後、投稿予定(資料-2)。
- ④ さらに、合成桁の優位性があるか確認するため、従来一般的に用いられた非合成桁についても非線形FEM解析を行い、非合成桁の結果と比較する必要性があると判断した。このため、工程延長と解析費の追加が必要となった。
- ⑤ これに対し、H17.4の幹事会にて、当時幹事であり奨励研究の共同研究者であった田中幹事より継続研究が必要な旨報告した。(幹事会で、工程延長と追加請求が認められたものと考え、事務手続きを、明確に行わないまま研究を進めた。今回この手続きをお願いするものである。)
- ⑥ 非合成桁の非線形FEM解析は、鋼桁と床版の接合条件の適切な反映に試行錯誤を要し、多少時間がかかったものの、ほぼ収束に向かい、今後報告書をまとめる予定である。

## 2. 研究開始から研究終了までの工程

合成桁の耐荷力解析：平成16年7月～平成17年6月

非合成桁の耐荷力解析：平成17年7月～平成17年8月

(詳細は資料-3参照)

18

## 3. これまでの会計内訳と今後の支出予定内訳

SGST研究奨励「複合構造の研究」収支報告(案)

H18.04.05現在

年度	収支	内訳	項目	金額(円)	支払い	備考
平成16年度	収入	収入内訳	SGST奨励金	400,000		
		収入計		400,000		
	支出	支出内訳	合成桁非線形FEM解析	-400,000	済み	JIPテクノサイエンス(株)
		支出計		-400,000		
	収支計			0		
平成17年度 以降(予定)	収入	収入内訳				
		収入計				
	支出	支出内訳	非合成桁非線形FEM解析	-300,000	未	JIPテクノサイエンス(株)
			土木学会等投稿費(2件)	-20,000	未	
			報告書マトメコピー代等	-75,000	未	
			諸雑費	-5,000	未	
	支出計		-400,000			
収支計			-400,000			

資料-4  
-1/2資料-4  
-2/2

東海構造研究グループ 調査・研究奨励申請用紙

申請日	平成 16 年 6 月 25 日
研究題目	<p><b>複合構造の研究</b></p> <p>提案の趣旨と概要                  (1) 東海地区での複合構造の活用状況と課題                  ①東海地区では、JHの本曹川・揖斐川橋、富士川橋等で、最新の複合構造が採用されている。また、JHでは、連続合成桁や合成床版についてもニーズに応じて適用している。これらからの採用により、コストダウンの効果と高い耐久性が得られている。                  ②しかしながら、東海地区の国交省や自治体の管理態勢において、複合構造の活用はまだ少ない。これは、下記のような課題が背景にあると推測される。                  ・新設構造の採用に当たって耐久性や安全性の検証に手間を要する。                  ・一部の部材が複合的に作用力を受け持つことに対して部材の信頼性に確信が得られない。                  (例えば、合成桁の床版が桁作用と桁作用を受け持つが、選構制により床版が先に壊れる。                  ・施工の管理に手間を要する。                  これらの課題に対し、SGSTでの活発な研究が、今後の採用を促すと考えられる。</p> <p>(2) SGST研究会での最近の複合構造の研究状況と課題                  ①平成13年の研究会テーマとして「合成構造」が採択されたが、採用に至っていない。代替的に定期研究会では、H13年度、第2回、第3回、H14年度、第2回、第3回、第4回の開催で多数の複合構造の事例が紹介され、活発な議論がなされて、一定の成果を得ている。                  ②しかしながら、事例紹介だけでは抽出されるものが少ないため、後はテーマを固定して、集中的な研究・分析が必要と考えられる。</p>
趣旨・概要	<p>(3) 新規研究会でのテーマ → 選定</p> <p>①既設の複合構造事例における耐荷力の分析                  既に施工された事例から特徴的なものを抽出し、採用に当たって確認された耐荷力・耐久性を分析する。合成桁についても、許容応力度設計法を適用していることから、総局的な耐荷力が把握されず、個別に部材の耐久性を議論されることが多いため、例えば、選構制ごとの程度制えられ、検証する等の検討を行う。</p> <p>②施工に配慮した複合構造の研究                  複合構造のメリットの一つとして、施工の合理化が上げられる。例えば、鋼部材を型枠として使う、鋼部材を支保工として使う、コンクリートを鋼部材の壁面防止に使う、コンクリートを施工後の補修材として使うといった事例がある。                  研究会では、これらの実施事例を収集分析し、新しい適用法の提案を行う。</p> <p>③複合構造における維持管理                  複合構造における維持管理の課題点と対策について、事例を調査するとともに、具体的な手法について提案する。                  例えば、合成桁における床版打替に係わる工法について、交通確保等を考慮した施工方法の提案等。</p>
研究予定期間	<p>趣旨・概要のほか、手法等を記載のこと</p> <p>工程表添付のこと</p>

氏名	吉田 順一郎
所属	川田工業(株)名古屋営業所技術課
SGST会員種別	正会員
氏名	小澤 優二 (代理: 中林 秀夫)
所属	(株)建設技術研究所 中部支社技術第二部
SGST会員種別	正会員
氏名	椎葉 英敏
所属	三井共同建設コンサルタンツ(株) 中部支社 技術一部
SGST会員種別	正会員
氏名	眞原 英吾
所属	八千代エンジニアリング(株) 名古屋支店 技術第一部
SGST会員種別	特別会員
氏名	田中 健一
所属	JIPテクノサイエンス(株) 名古屋テクナセンタ
SGST会員種別	特別会員
氏名	水谷 圭司
所属	三井共同建設コンサルタンツ(株) 中部支社 技術一部
SGST会員種別	正会員
氏名	
所属	
SGST会員種別	
氏名	
所属	
SGST会員種別	
氏名	吉田 順一郎
所属	川田工業(株)名古屋営業所技術課

誓約書

東海構造研究グループ(SGST)  
 専口代表 殿

私どもは、下記の条件に基づき、研究を行います。  
 つきましてはSGST(東海構造研究グループ)より40万円の研究奨励金の給付をお願い致します。  
 下記条件が遵守出来なかつた場合および研究を中止する場合は、  
 理由の如何に關わらず、研究奨励金を返金致します。

- 研究奨励金給付条件
- 1)定期研究会におけるSGSTでの成果報告
  - 2)研究成果報告書の作成
  - 3)学会発表、論文投稿を推奨(SGSTの助成を明記する)
  - 4)査計報告

平成 16 年 6 月 25 日  
 代表者 所屬 川田工業株式会社 名古屋営業所 技術課  
 氏名 (吉田順一郎) 印

## 資料-2

## 合成鋼桁橋と非合成鋼桁橋の終局耐荷力の比較 (その1)

東海構造研究グループ 正会員 ○

東海構造研究グループ

東海構造研究グループ

## 1. 目的

近年コスト縮減・構造の合理化を目的とした合成桁構造の採用が見直されている。合成桁構造を採用する上で、現在の道路交通上の問題として過積載車両がある。いままでの歴史的背景から、非合成桁構造は合成桁構造と比べてより耐荷力があると言われているが、実験や研究等の明確な根拠もない。過積載車両に対して合成桁構造と非合成桁構造の耐荷力を解析により明らかにすると共に、終局耐荷力の比較も行った。当報告(その1)では概要及び合成鋼桁橋の終局耐荷力を、(その2)では非合成鋼桁橋の終局耐荷力及びまとめと2回に分けて行う。なお、本研究は、東海構造研究グループの平成16年度研究奨励の助成を受けて行ったものである。

## 2. 解析の条件

解析は、図-1に示すフローに従い行った。解析するモデルの作成は、一般国道自動車専用道として道路規格第3種第1級を想定し、幅員を決定した。径間数は、解析が簡易にできる単純桁とした。使用した解析ソフトは、JIPテクノサイエンス(株)のEPASS/USSP(弾塑性有限変位解析プログラム)である。格子解析により解析する橋梁の基本形状を決定し、3次元FEMモデルを作成した。過積載車両の荷重は、参考文献1)等から実際のトラックレーン荷重を調査し推定した。過積載車両荷重を漸増させ終局耐荷力を算出した。終局耐荷力は使用限界状態とした。

## 2. 解析モデル

図-2に示す単純合成鋼桁橋を格子解析により、各部材断面を決定し、立体FEM解析(弾性解析)により、荷重載荷位置の決定・着目部位の確認・解析モデルの妥当性を確認し、最終解析モデルを確定した。

各部材の要素は表-1のように設定した。

合成鋼桁橋のコンクリート床版と主桁の接合条件は、剛結合として解析を行った。

床版要素分割は、荷重の載荷位置を考慮した分割とした。

対象部材	使用要素
コンクリート床版	ソリッド要素
主桁	フランジ
	ウェブ
	水平補剛材
	垂直補剛材
横桁	シェル要素
対傾構	はり要素
下横構	はり要素

表-1 要素

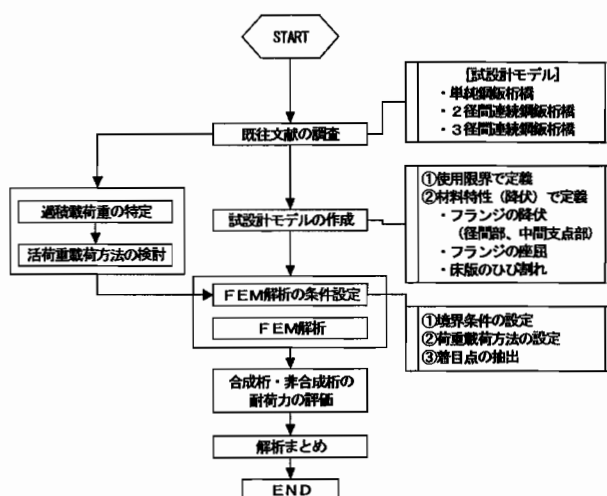


図-1 解析フロー

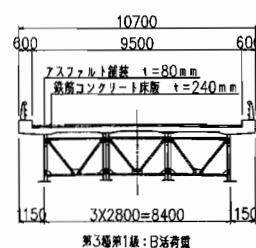


図-2 解析モデル

キーワード 合成桁, 過積載車両, 終局耐荷力, 弾塑性有限変位解析

連絡先 〒460-0003 名古屋市中区錦2-14-21 川田工業株式会社 名古屋営業所 TEL052-222-6166

### 3. 荷重

載荷荷重は、山田らの研究から、その実体に近い車両を調査した。図-3にその概要を示す。過積載車両の最大軸重は約21tであり、衝撃を付加すると約26t荷重となる。その荷重を載荷した。

過積載車両の載荷位置は、前記解析モデルに弾性解析により最大応力が発生する位置を検討し、車輪ごとの分布荷重として載荷した。

過積載車両以外の範囲には、普通自動車程度の通行があるため、分布荷重としてL-20荷重を載荷した。

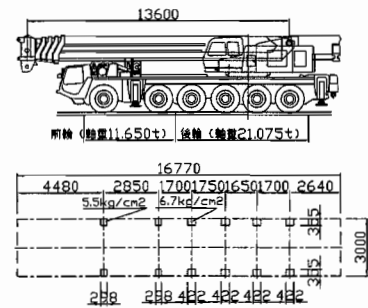


図-3 過積載車両荷重

### 4. 解析方法

使用した解析用ソフトの特徴は、①部材の降伏や座屈現象をシミュレーションできる。②部材の降伏・ひずみ硬化や有限変位挙動が考慮できる。③荷重増分が自動に計算できる。であり、今回のコンクリート鋼合成構造の荷重増分による終局耐荷力を解析するの

のに最適と判断した。

### 5. 解析結果

解析結果を図-5、図-6に示す。

図-5では過積載車両の荷重値を増加させた結果である。約3倍の荷重で載荷位置直下の主桁下フランジが終局に至っている。

図-6では、過積載車両荷重値の約3倍の荷重を境にして、端支点部で、ウェブ、横桁がせん断座屈のような変形が生じている。

### 6. まとめ

合成鋼鉄橋は、過積載車両の荷重の約3倍まで耐荷力を有している。終局状態は、支間中央の過積載車両載荷位置の破壊だけではなく、支点位置でのせん断座屈でも現れている。

### 7. 次回への課題等

・床版耐荷力の問題：合成構造は床版の耐久性に大きく影響されることから、その結果によっては耐荷力への影響が懸念される。コンクリートの健全性の評価が重要である。合わせて、床版とスタッドジベルの取り扱いについても、実験結果等により、具体的な境界条件を入力するようにする。

・連続桁への適応：今後連続桁の挙動についても明確にしていく必要がある。

### 参考文献

- 1) 小塩、山田、若尾、因田(2003)：支点反力によるBWIMを用いた自動車軸重調査と荷重特性の分析、構造工学論文集、Vol.49A、pp743-753
- 2) 山田、小塩、因田、八木、実測された軸重データと疲労耐久性評価のための軸重分布、土木学会中部支部研究会発表会 2004.3.6
- 3) 松井、福本、亀田、岡田、三本主桁合成桁橋の終局耐荷力に関する研究、土木学会第47回年次学術講演会、1992.9月

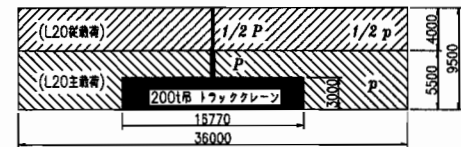
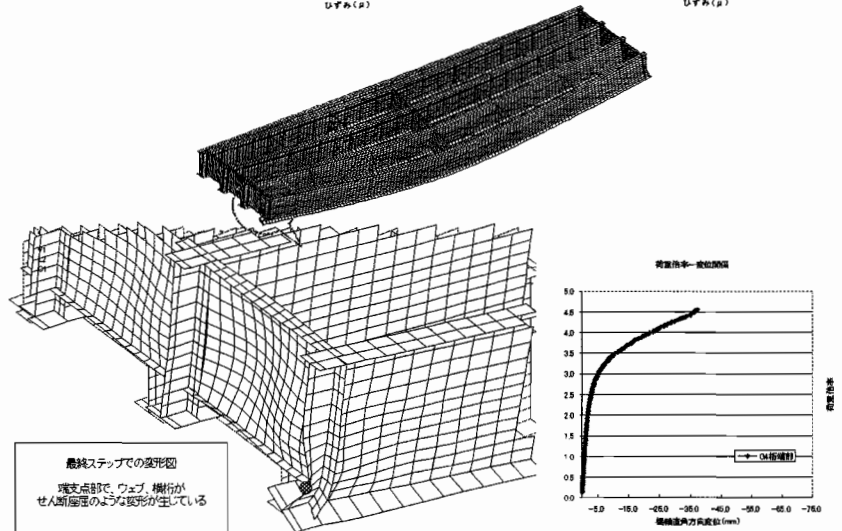
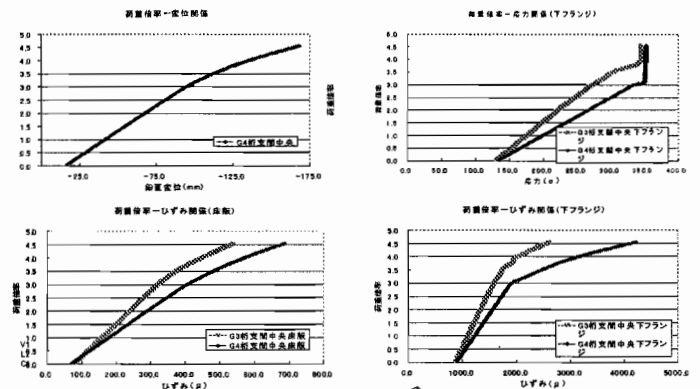


図-4 荷重図



複合構造の研究 工程表

平成16年6月25日調べ 平成17年6月25日追加 平成18年4月4日追加

▼ 計画工程  
 ▼ 実施工程 \*\*\*\*\* 実施予定工程

年度	検討内容	月												備考		
		H16/4	5	6	7	8	9	10	11	12	H17/1	2	3			
H 16年度	① 既存資料調査				■	■	■	■	■	■						
	② 検討モデル作成 荷重検討							■	■	■	■	■				
	③ 解析									■	■	■	■	■		
	④ 結果検証										■	■	■	■	■	
	⑤ 報告書作成												■	■	■	
H 17年度	検討内容	H17/4	5	6	7	8	9	10	11	12	H18/1	2	3		備考	
	① 既存資料調査															
	② 検討モデル作成 荷重検討															
	③ 解析															
	④ 結果検証															
⑤ 報告書作成																
H 18年度	検討内容	H18/4	5	6	7	8	9	10	11	12	H19/1	2	3		備考	
	① 既存資料調査															
	② 検討モデル作成 荷重検討															
	③ 解析															
	④ 結果検証															
⑤ 報告書作成																

年度	検討内容	月												備考		
		H17/4	5	6	7	8	9	10	11	12	H18/1	2	3			
H 17年度	① 既存資料調査															
	② 検討モデル作成 荷重検討				■	■	■	■	■	■						
	③ 解析										■	■	■	■	■	
	④ 結果検証										■	■	■	■	■	
	⑤ 報告書作成												■	■	■	
H 18年度	検討内容	H18/4	5	6	7	8	9	10	11	12	H19/1	2	3		備考	
	① 既存資料調査															
	② 検討モデル作成 荷重検討															
	③ 解析															
	④ 結果検証															
⑤ 報告書作成																

※土木学会年講締め切りが4/14のため、解析結果が収束しない場合は、学会発表は中部支部等へ先送り。

## 平成16年度 見積書

見積年月日 平成16年12月 日  
見積書番号 3751

複合構造委員会 (SGST) 御中

JIP JIPテクノサイエンス株式会社

名古屋テクノセンタ  
〒464-0854 名古屋市千種区大八手町7-26-1  
Tel : 052-735-6261 Fax : 052-735-6269

以下の通りお見積申し上げます。

件名	鋼桁単純桁モデルの耐荷力解析
----	----------------

見積金額	¥380,953
消費税額	¥19,047
見積金額計	¥400,000

見積内訳

項目	数量		単価	金額
・鋼桁橋の応力解析 (節点15000点、2モデル×2荷重ケース)				
1. データ作成・チェック	5	人工	38,000	190,000
2. 非線形FEM解析	1	式		900,000
3. 出力値の整理	2	人工	38,000	76,000
4. 値引き				-785,047
注1 : 値引きについて 東海構造研究グループ (複合構造の研究) のテーマにより 値引きを行い、実費程度とする				
注2 : 使用ソフト EPASS/USSP (橋梁構造物の弾塑性有限変位解析プログラム)				
注3 : 載荷位置について 静荷重で数ケースの応力算出を行った結果から選定をし、 非線形解析を実施する				


見積有効期限	3ヶ月
納期	貴ご指定期日
納品場所	貴ご指定場所
支払条件	現金振込

営業担当者


## 平成17年度 見 積 書

見積年月日 平成17年9月 日  
見積書番号 KY20050011

複合構造委員会 (SGST) 御中


**JIPテクノサイエンス株式会社**

 システム技術研究所  
〒600-8815 京都市下京区中堂寺栗田町93-KRP4号館  
Tel : 075-312-1012 Fax : 075-312-1022

以下の通りお見積申し上げます。


件名	非合成鋳桁の複合非線形FEM解析
----	------------------

見積金額	¥285,715
消費税額	¥14,285
見積金額計	¥300,000

## 見積内訳

項 目	数 量		単 価	金 額
非合成鋳桁(単純桁モデル)のFEM解析				
1. データ作成・チェック	2	人工	38,000	76,000
2. 複合非線形FEM解析	1	式	900,000	900,000
3. 出力結果のまとめ	2	人工	38,000	76,000
4. 値引き				-766,285
合計				285,715
注1: 値引きについて 東海構造研究グループ(複合構造の研究)の研究テーマであることから値引きを行い、実費程度とする				
注2: 使用ソフト EPASS/USSP(橋梁構造物の弾塑性有限変位解析プログラム)				
注3: 非線形解析の載荷位置について 線形解析で数ケースの応力算出を行った結果から、載荷位置を選定し、非線形解析を実施する				

見積有効期限	3ヶ月
納期	別途打合せ
納品場所	別途打合せ
支払条件	現金

営業担当者


講演題目：「拘束効果を考慮したコンクリート構造部材の  
ポストピーク挙動に関する解析的研究」

瀧上工業株式会社 技術設計 G 松村寿男

キーワード：拘束効果，ポストピーク挙動，材料構成モデル，複合構造

講演概要：

兵庫県南部地震以後，鉄筋コンクリート（RC）ならびに鋼製橋脚，さらには合成柱（CFT）のような複合構造の耐荷力に関する研究は，実験ならびに解析技術が発達し，現在では，このような構造物のポストピーク挙動ならびに変形能を評価しようとする試みが行われ始めている．特に解析技術が発達することにより，従来の耐荷力のみによる評価から変形を考慮した設計への移行，さらには構造物の荷重－変形挙動を踏まえた設計から，ポストピーク領域に関する局所的な挙動への把握が可能になる．このように，構造物の全体挙動から局所的な挙動までの要求性能を満たすような，性能規定型設計法への移行を目指して，その評価方法についても進歩が期待されている．


近年，材料ならびに幾何学的な非線形問題を鋼・コンクリート材料に用いる解析技術は急速に進歩し，RCやCFT部材をはじめとした，複合構造物における曲げを考慮した非線形解析や境界要素を用いたファイバー解析ならびに三次元解析は成果を挙げつつある．今後，これらのポストピーク挙動を詳細に評価する上で，非線形解析技術はますます不可欠になっている．

RC部材の非線形解析について，特に，高変形域に至るまでのRC部材の単調載荷解析ならびに繰り返し載荷解析においては，拘束効果および，ひずみの局所化や分岐現象も含めたポストピーク挙動の解明が重要な課題となる．

さらに，CFT部材について，鋼管が降伏，座屈等により劣化する挙動と，コンクリートの曲げ圧縮がポストピーク挙動に影響すると予測されるが，鋼材の応力－ひずみ関係ならびに内部コンクリートの三軸応力状態を解析的に詳細に検討したものは少ない．鋼管の降伏ならびに座屈と拘束効果によるメカニズムを解析的に検討することは，これまで実験等で予測されていた要因を解析的に明らかにするとともに，これまでの設計法の照査や今後の技術開発ならびに維持管理における新しい評価に有用な基礎データとなり得る．

以上のような視点から，本研究では，コンクリート構造部材として，RC部材ならびにCFT部材の拘束効果を考慮し，これらのポストピーク挙動に関する解析的検証を目的として検討を行っている．






# 拘束効果を考慮したコンクリート構造部材の ポストピーク挙動に関する解析的研究

平成18年2月10日

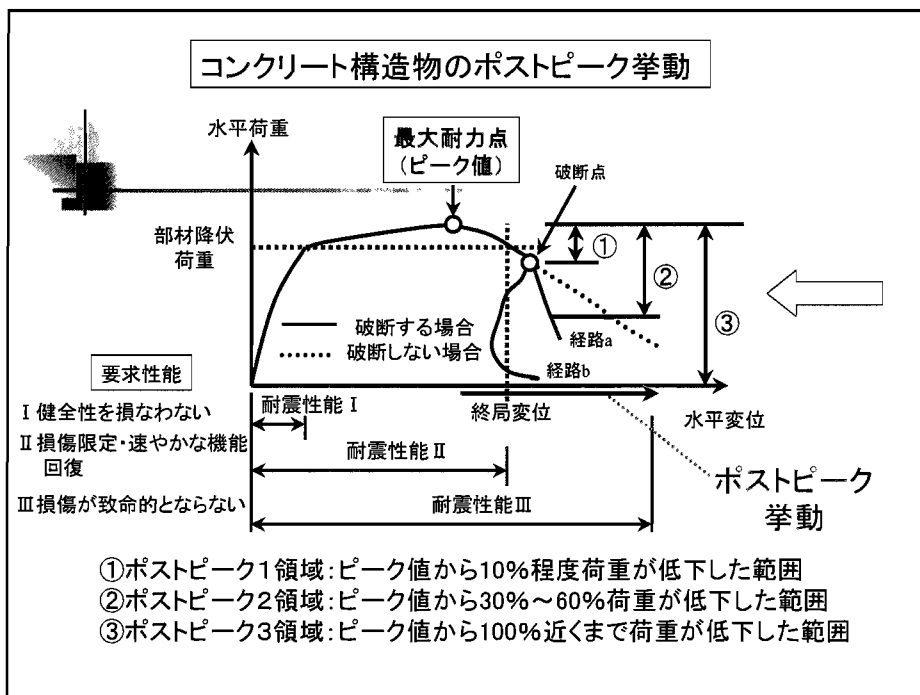
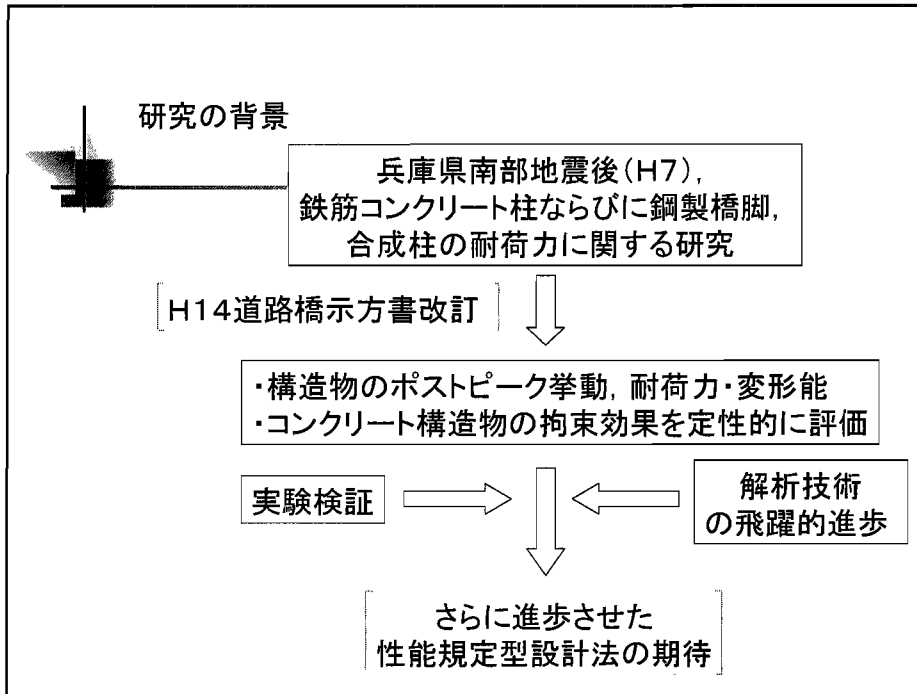
中部大学大学院 工学研究科 建設工学専攻

松村寿男



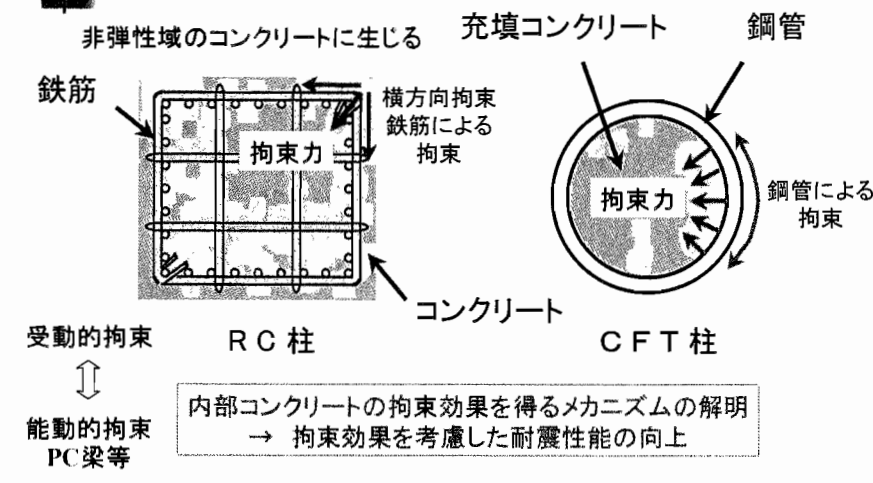
## 論文の構成

- 第1章 序論
- 第2章 コンクリートならびに鋼材の材料構成モデルと  
その応用
- 第3章 鉄筋コンクリート柱のポストピーク挙動解析
- 第4章 円形コンクリート充填鋼管柱の三次元ポストピーク  
挙動解析
- 第5章 径厚比・コンクリート強度に着目した円形コンクリ  
ート充填鋼管柱の三次元有限変形解析
- 第6章 合成作用に着目した円形コンクリート充填鋼管柱の  
三次元有限変形解析
- 第7章 複合構造物の拘束効果に着目した設計法に関する一考察
- 第8章 結論

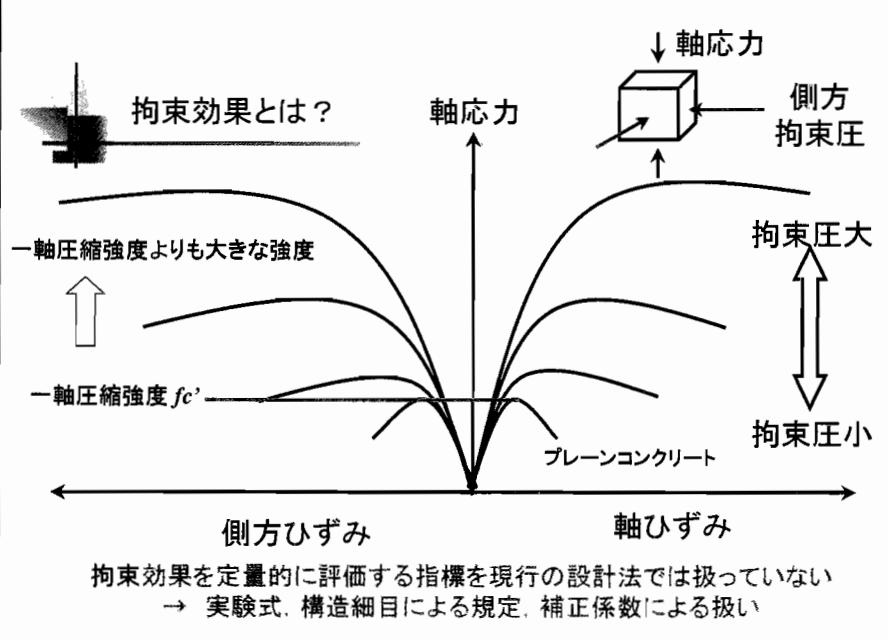


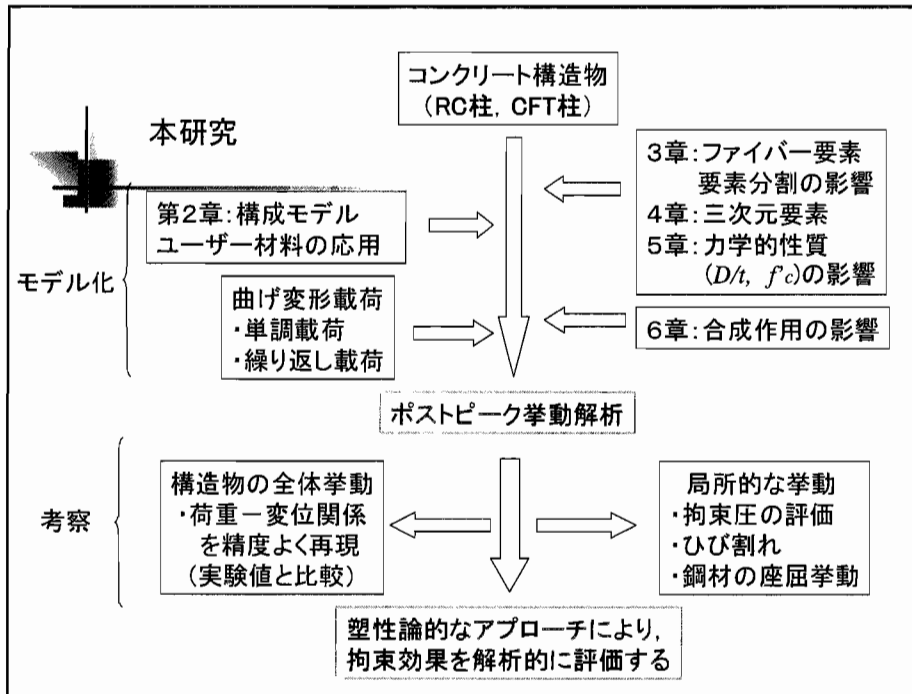
コンクリート構造物の事例


拘束効果とは？



拘束効果とは？







- 第1章 序論
- 第2章 コンクリートならびに鋼材の材料構成モデルとその応用
- 第3章 鉄筋コンクリート柱のポストピーク挙動解析
- 第4章 円形コンクリート充填鋼管柱の三次元ポストピーク挙動解析
- 第5章 径厚比・コンクリート強度に着目した円形コンクリート充填鋼管柱の三次元有限変形解析
- 第6章 合成作用に着目した円形コンクリート充填鋼管柱の三次元有限変形解析
- 第7章 複合構造物の拘束効果に着目した設計法に関する一考察
- 第8章 結論

## 材料構成モデル(応力-ひずみ関係)

非線形構造解析では、解析結果(荷重-変位関係)に影響



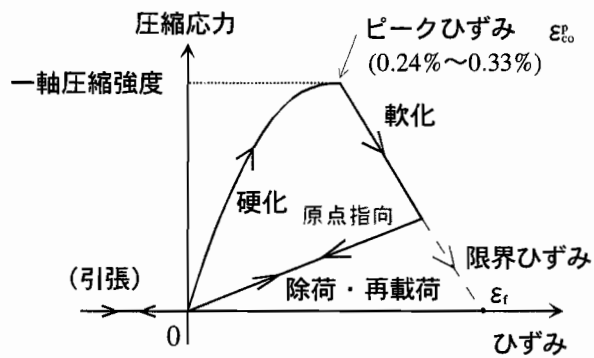
本研究で扱うコンクリート・鋼材の材料構成モデルおよび  
コンクリートの拘束効果に関する指標を説明



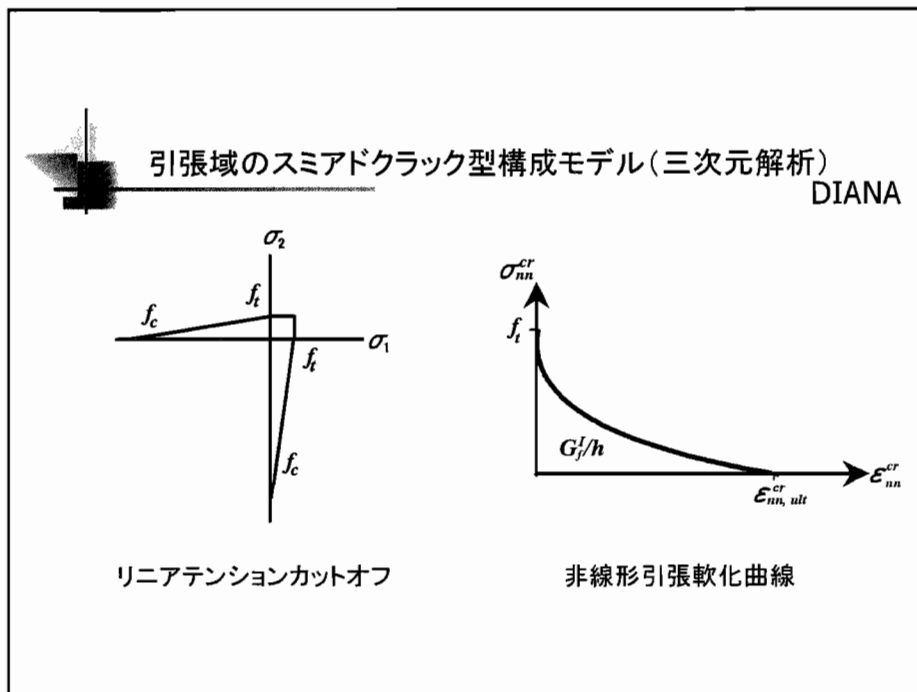
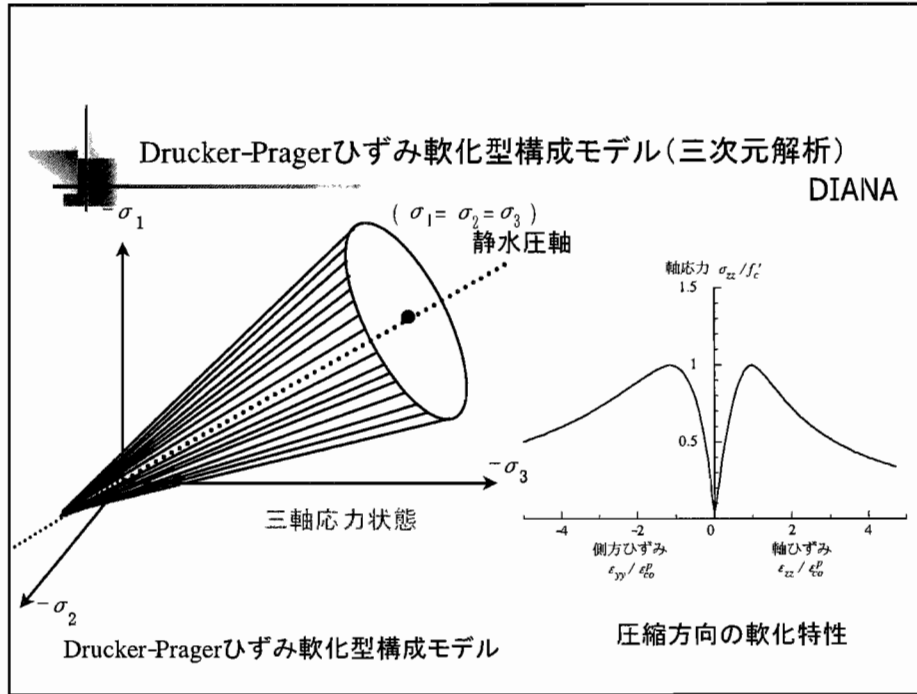
ユーザー定義の構成モデルを有限要素法コードに応用

## コンクリートの構成モデル

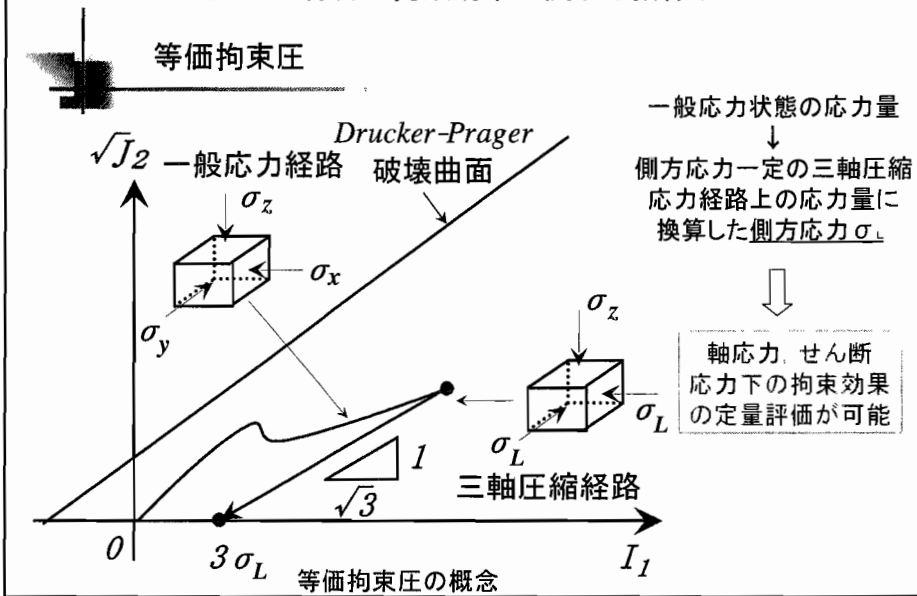
### 圧縮域の軟化型構成モデル(ファイバー解析) FEAP



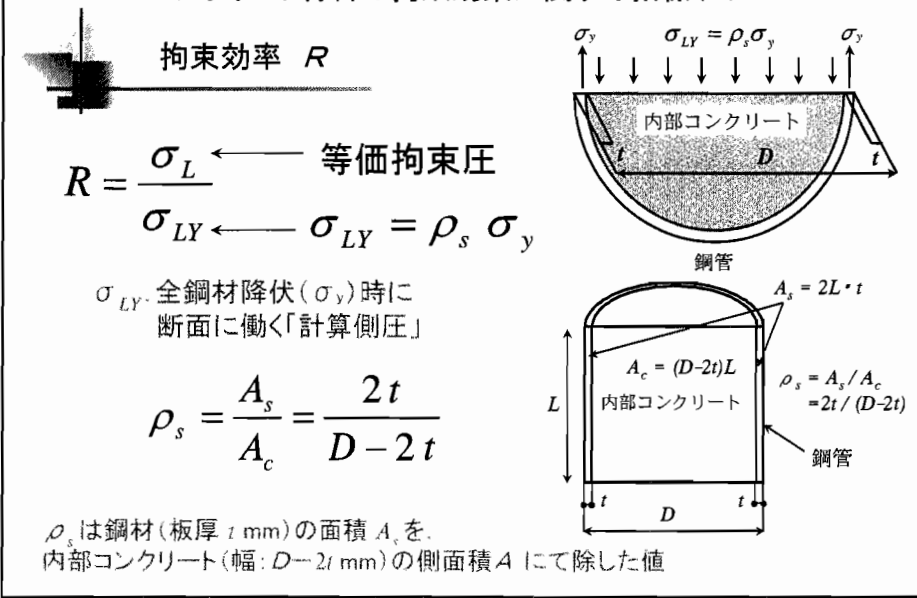
ひずみ軟化型の一軸応力-ひずみ関係



### コンクリート材料の拘束効果に関する指標(1)

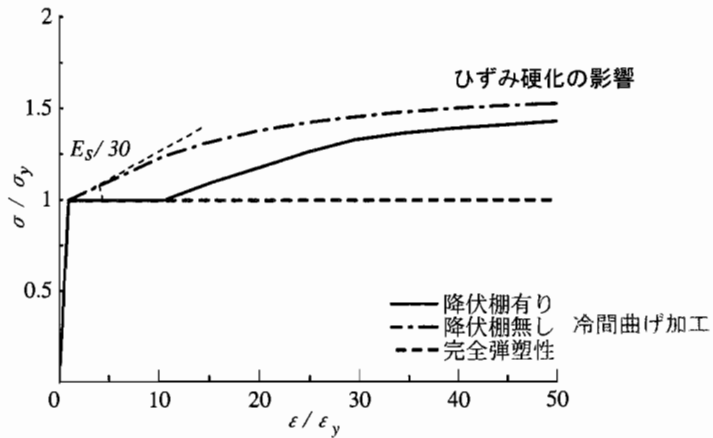


### コンクリート材料の拘束効果に関する指標(2)

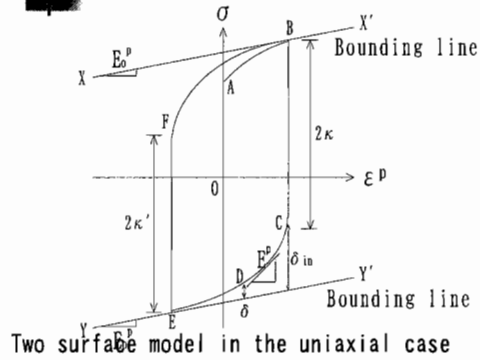


## 鋼材の構成モデル

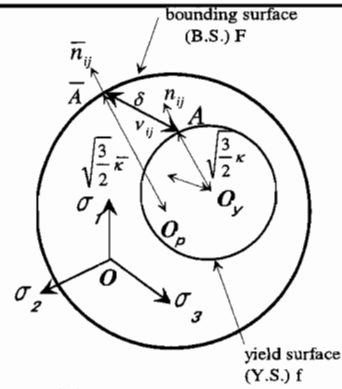
### マルチリニア型構成モデル(鋼材)



### 修正二曲面モデル (鋼材の繰返し弾塑性挙動を表現するための構成モデル)



Two surface model in the uniaxial case

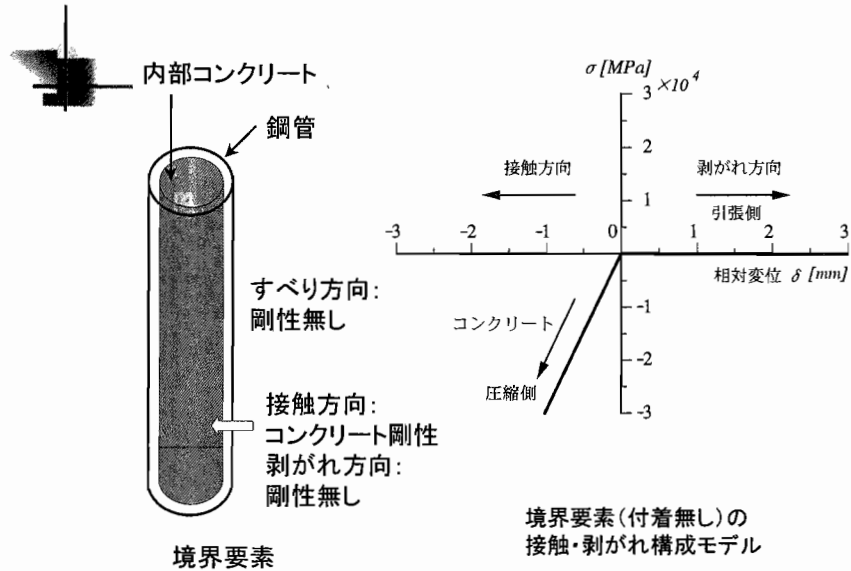


- $A(S_{ij})$ : loading point on Y.S.
- $\bar{A}(S_{ij})$ : conjugate point on B.S.
- $O_y(\alpha_{ij})$ : center of Y.S.
- $O_b(\beta_{ij})$ : center of B.S.
- $O_y \bar{A}$  is parallel to  $O_y A$
- $d\alpha_{ij}$  is parallel to  $A \bar{A}$
- $n_y = \bar{n}_{ij}$

Definition of yield and bounding surface and the Mroz type hardening rule



### 鋼・コンクリート境界部要素の構成モデル



### 材料構成モデルの汎用有限要素法コードへの応用

修正二曲面モデルの汎用有限要素法コードDIANAへの導入による構造解析への拡張

ユーザー定義の構成モデルを汎用有限要素コードに導入する

メリット:  
・評価の拡張  
・独自の精細な解析

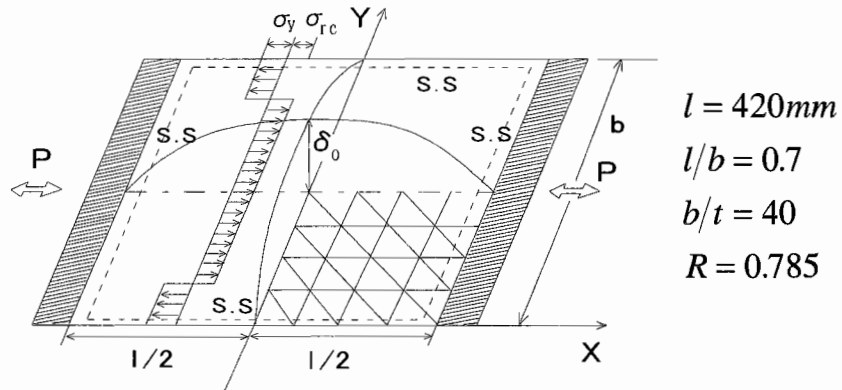
1) 正しく機能するののか? ↓ 過去の信頼性ある例題のシミュレーション解析

汎用性を拡大した解析が可能

2) 有効なモデルなのか? ↓ 新しい例題への適用 実験値との比較

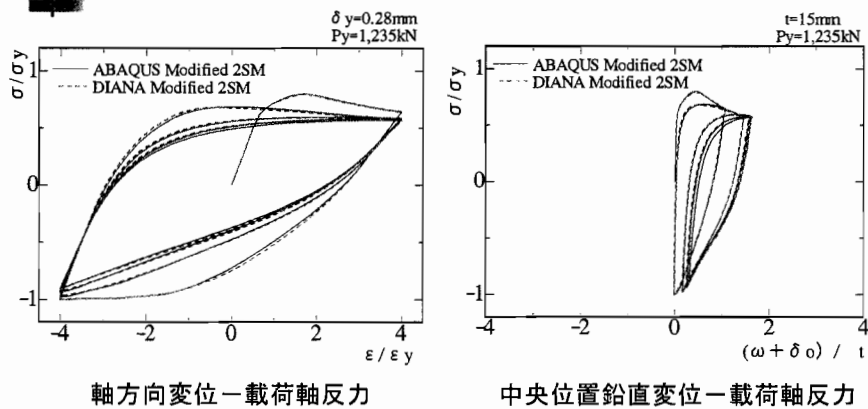
実構造レベルで解析を可能にする

繰返し荷重を受ける初期たわみと残留応力を考慮した  
4辺単純支持の板要素モデルの解析



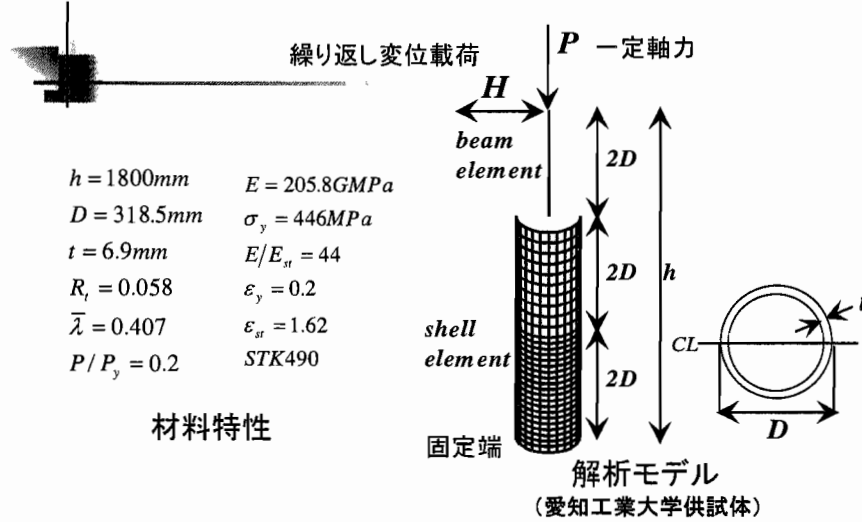
過去の信頼性ある例題(ABAQUS)再現→正しく機能するのか？

解析結果(荷重-変位曲線)の比較



修正二曲面モデルが正しく機能することを確認

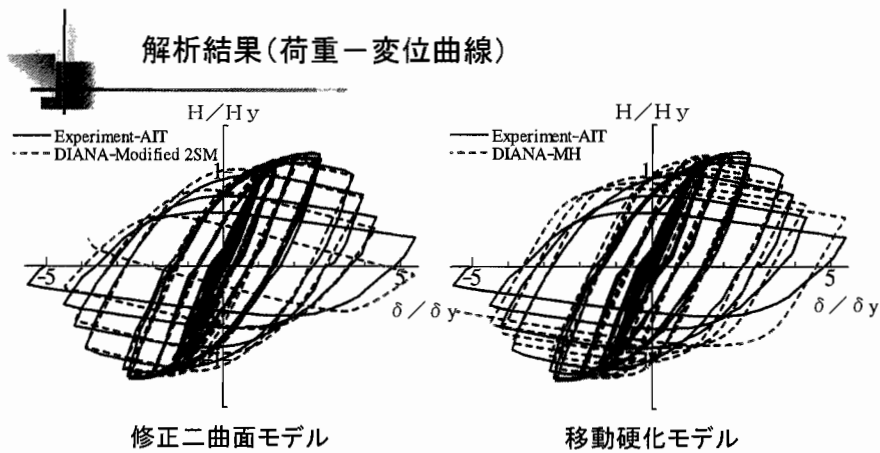
### 円形鋼管柱の耐震性能実験の解析



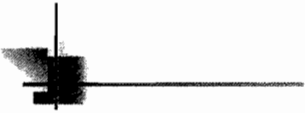
材料特性

新しい例題への適用, 実験値との比較 → 優位なモデルなのか?

### 解析結果(荷重-変位曲線)

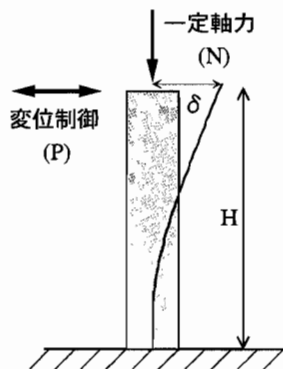


修正二曲面モデルの有効性を移動硬化モデルとの比較により確認. 実構造物への適用を可能にした.



- 第1章 序論
- 第2章 コンクリートならびに鋼材の材料構成モデルと  
その応用
- 第3章 鉄筋コンクリート柱のポストピーク挙動解析
- 第4章 円形コンクリート充填鋼管柱の三次元ポストピーク  
挙動解析
- 第5章 径厚比・コンクリート強度に着目した円形コンクリ  
ート充填鋼管柱の三次元有限変形解析
- 第6章 合成作用に着目した円形コンクリート充填鋼管柱の  
三次元有限変形解析
- 第7章 複合構造物の拘束効果に着目した設計法に関する一考察
- 第8章 結論

一定軸圧縮荷重下でのRC柱の水平方向  
繰り返しポストピーク挙動解析



はり要素によるファイバー解析

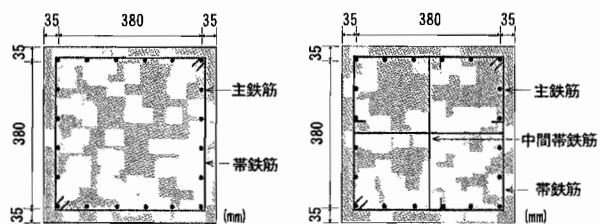


実験値を再現する材料構成モデルの特定



要素分割の影響の検証

## はり要素によるファイバー解析

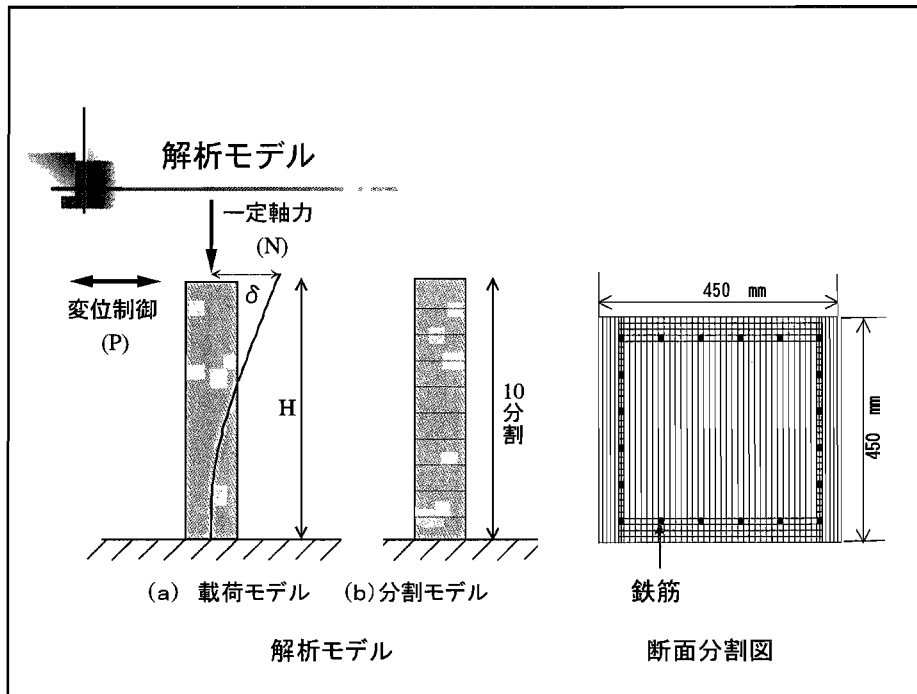


(a) (N・H・HB) 供試体 (b) HA供試体

## 実験供試体断面形状および寸法

## 対象とした供試体の材料諸元

	N 供試体	H 供試体	HA 供試体	HB 供試体
コンクリート強度 (MPa)	37.1	65.7	66.8	64.3
主鉄筋	SD345 D13	USD685 D13	USD685 D13	USD685 D13
主鉄筋比	1.25 %	1.25 %	1.25 %	1.25 %
主鉄筋降伏強度 (MPa)	399	795	795	795
主鉄筋引張強度 (MPa)	587	998	998	998
帯鉄筋	SD295A D6 @40mm	SD490 D6 @40mm	SD490 D6 @40mm	SD490 D6 @80mm
帯鉄筋降伏強度 (MPa)	335	571	571	571
面積帯鉄筋比	0.352 %	0.352 %	0.523 %	0.176 %



**構成モデルの組み合わせ (H供試体)**

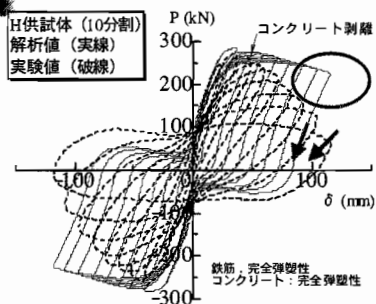
解析 ケース	鉄筋の構成 モデル	コンクリートの 構成モデル
1	完全弾塑性	完全弾塑性
2	修正二曲面	完全弾塑性
3	完全弾塑性	ひずみ軟化型
4	修正二曲面	ひずみ軟化型

実験値を再現するような構成モデルの検討

- 1) Bernoulli-Eulerのはり理論が成り立つ.
- 2) 応力は軸応力のみが断面に作用する.
- 3) 局部座屈は考慮しない.

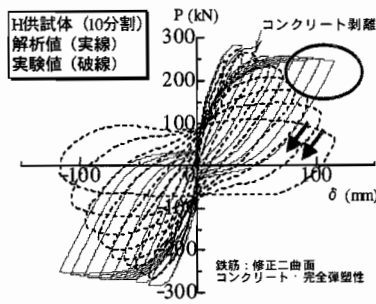
## 解析結果

### 解析ケース1



鉄筋: 完全弾塑性モデル  
 コンクリート: 完全弾塑性モデル

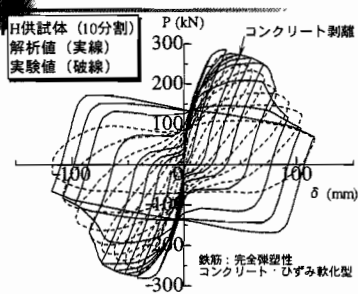
### 解析ケース2



鉄筋: 修正二曲面モデル  
 コンクリート: 完全弾塑性モデル

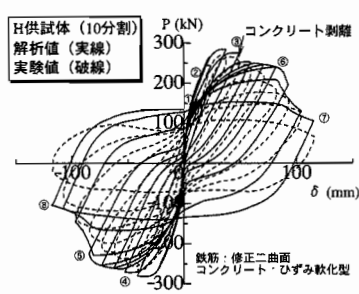
ポストピーク挙動 ⇒ コンクリート: 完全弾塑性モデルでは、繰り返し劣化挙動をうまく表現できない

### 解析ケース3



鉄筋: 完全弾塑性モデル  
 コンクリート: ひずみ軟化型モデル

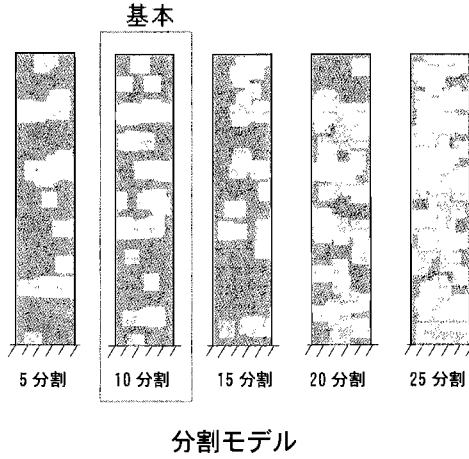
### 解析ケース4



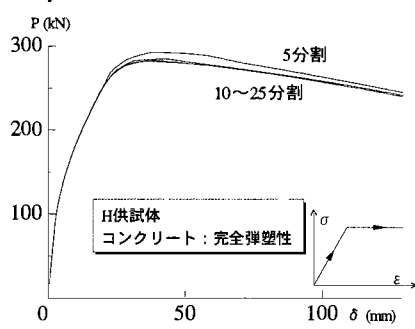
鉄筋: 修正二曲面モデル  
 コンクリート: ひずみ軟化型モデル

鉄筋: 修正二曲面モデル, コンクリート: ひずみ軟化型モデル  
 実験値を精度よく再現するのに有効

ひずみ軟化型モデルの限界ひずみと要素分割数  
(要素長さ)との関係の検証

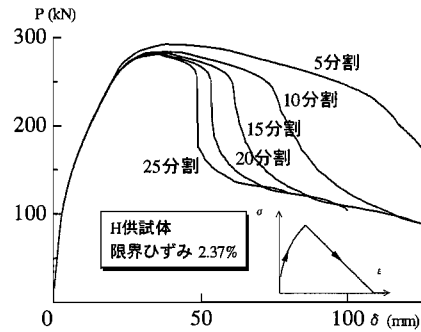


プッシュオーバー解析結果(分割数の影響)



コンクリート: 完全弾塑性モデル

大きな差は見られない

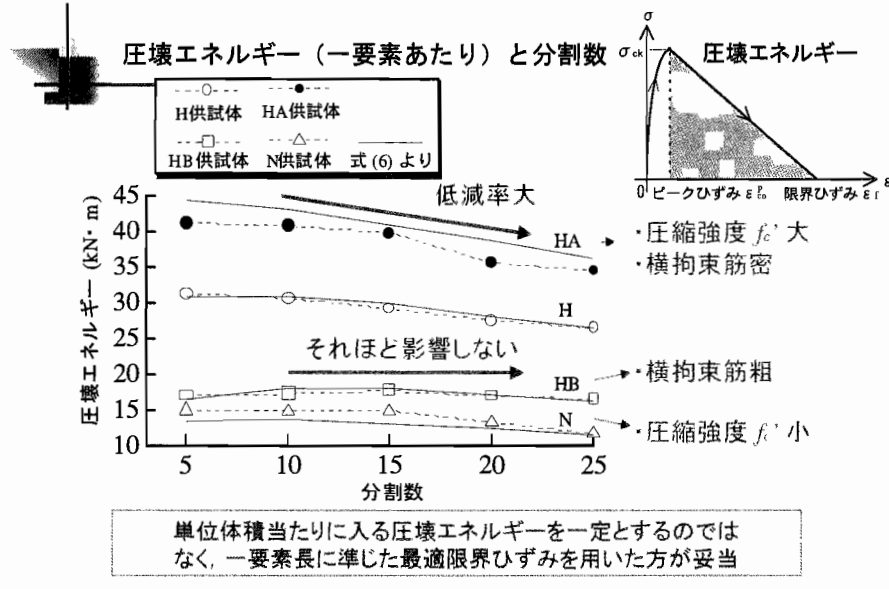


コンクリート: ひずみ軟化型モデル

分割数により  
ポストピーク挙動が異なる



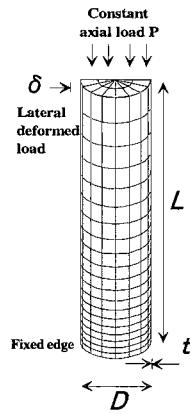
最適限界ひずみ式の提案  $\varepsilon_f = \varepsilon_{co}^p \left[ \alpha (\rho_a m)^\beta + 1 \right] \left( \frac{\gamma}{l_{elm}^2} + \frac{\delta}{l_{elm}} + \lambda \right)$  —(6)



- 第1章 序論
- 第2章 コンクリートならびに鋼材の材料構成モデルとその応用
- 第3章 鉄筋コンクリート柱のポストピーク挙動解析
- 第4章 円形コンクリート充填鋼管柱の三次元ポストピーク挙動解析
- 第5章 径厚比・コンクリート強度に着目した円形コンクリート充填鋼管柱の三次元有限変形解析
- 第6章 合成作用に着目した円形コンクリート充填鋼管柱の三次元有限変形解析
- 第7章 複合構造物の拘束効果に着目した設計法に関する一考察
- 第8章 結論

## 円形コンクリート充填鋼管柱の 三次元ポストピーク挙動解析

### 三次元解析のメリット



荷重-変位関係

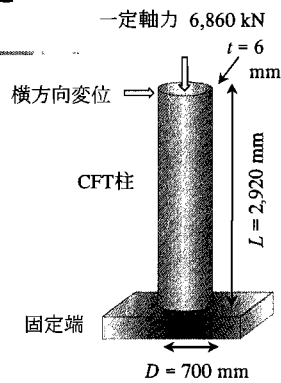


局所的な変形の評価  
ガウス点レベルの評価

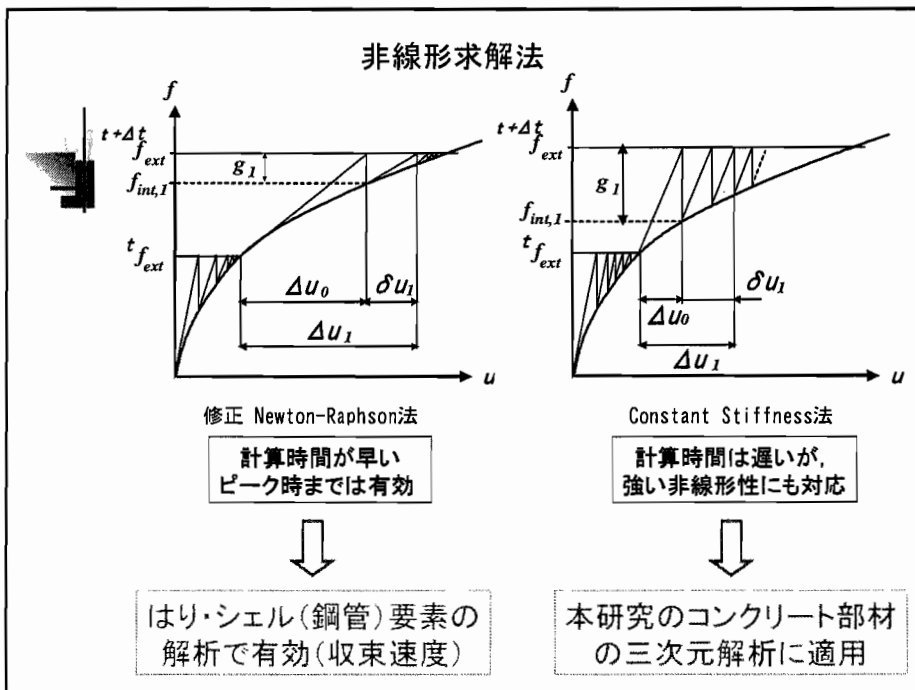
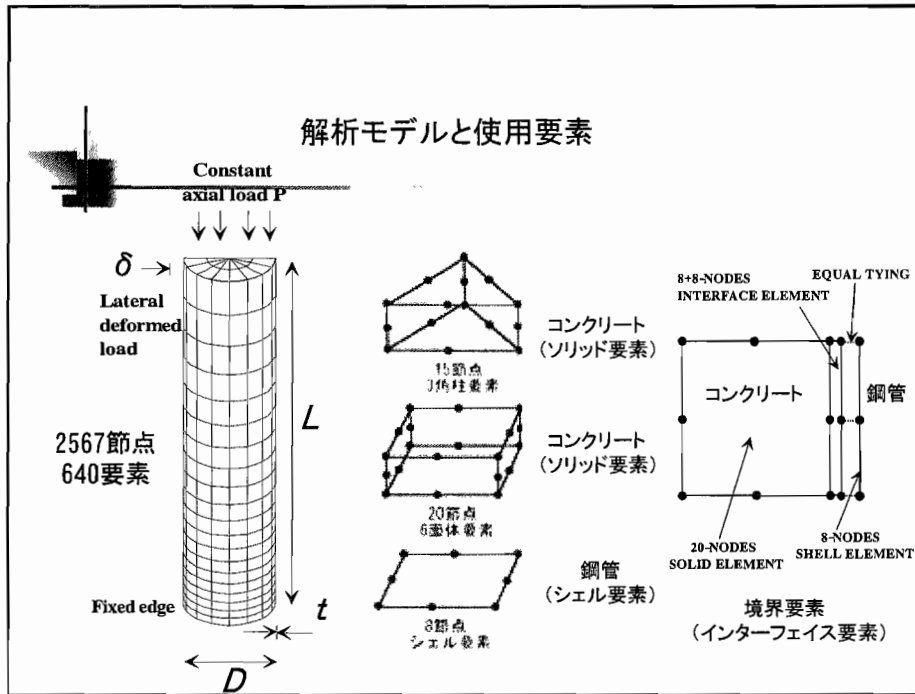


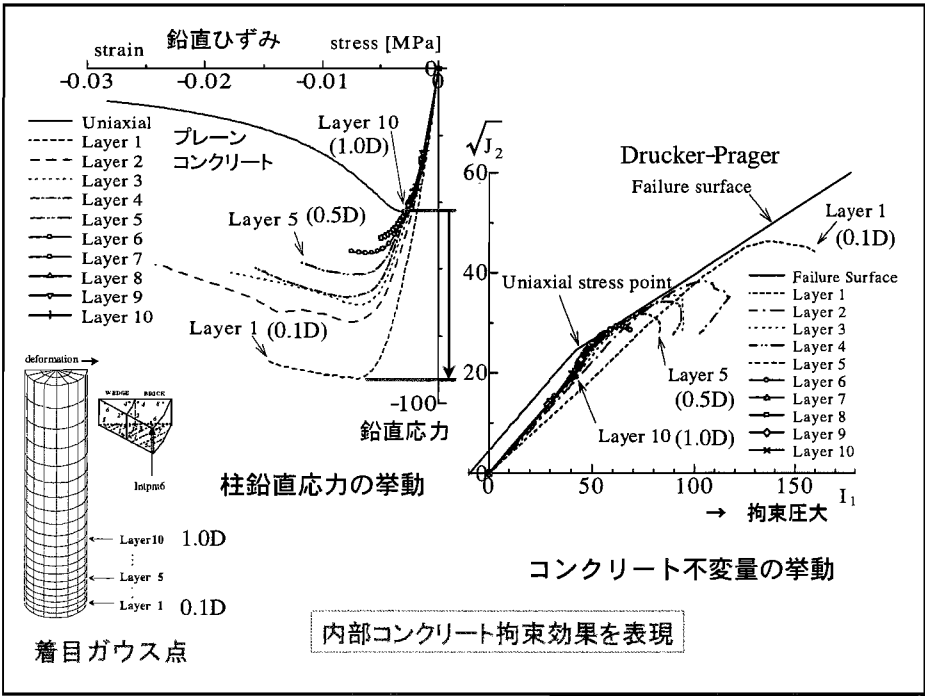
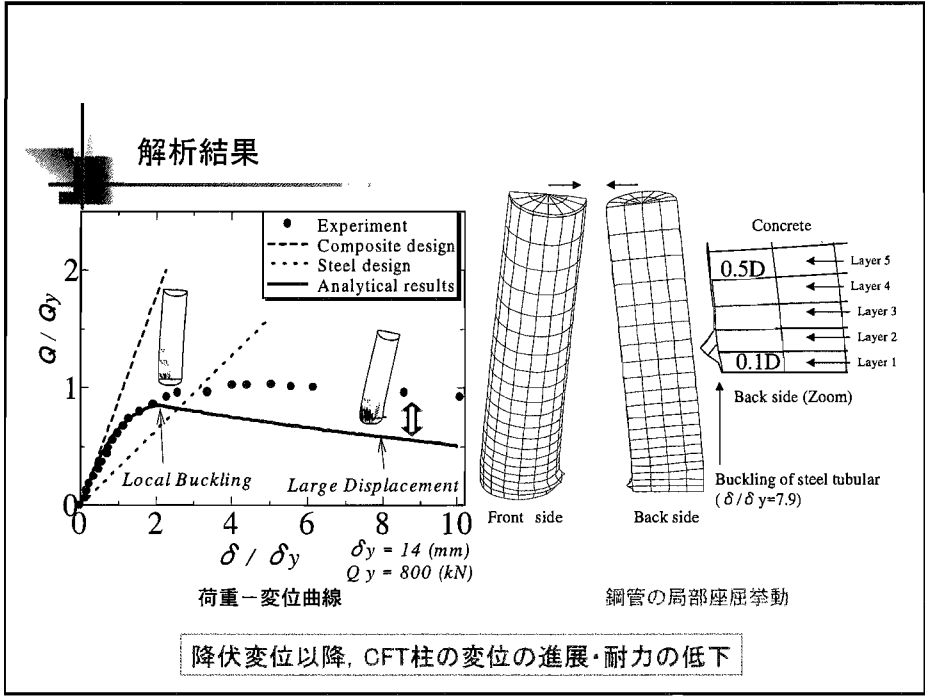
- ・ 内部コンクリートの挙動
- ・ 境界要素の挙動の把握

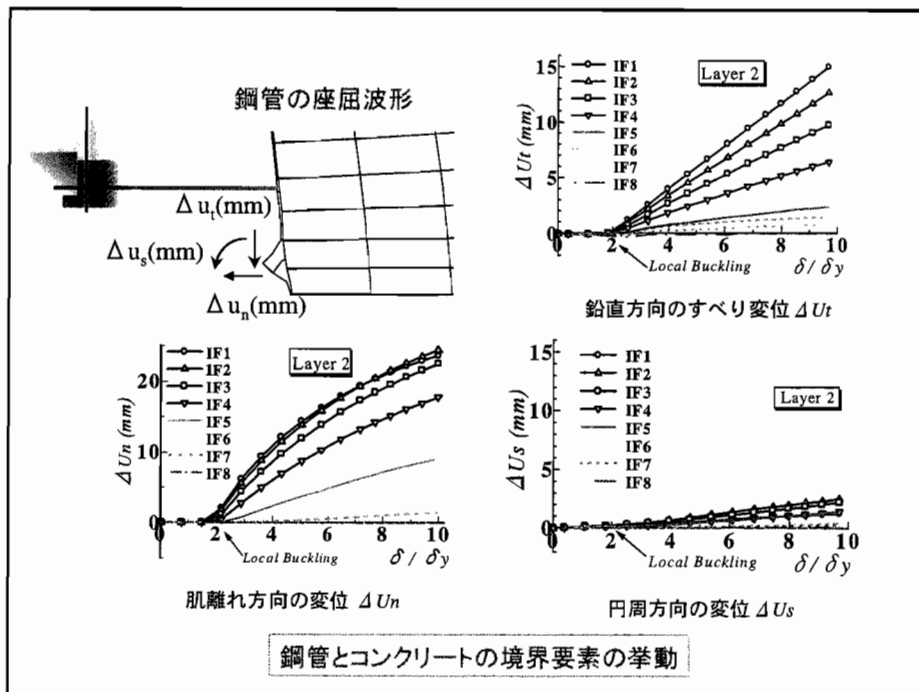
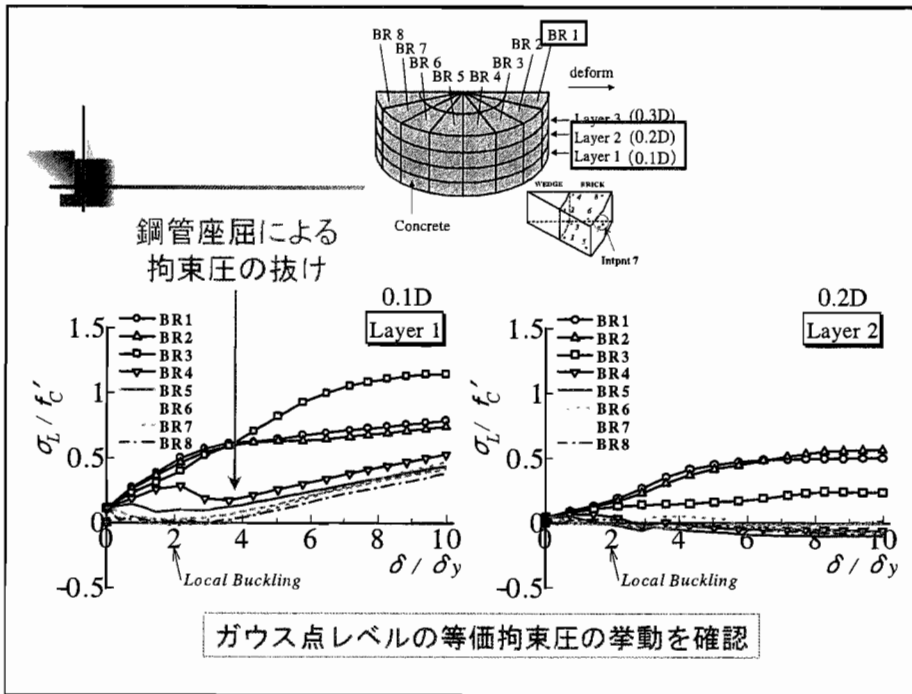
## 供試体概念図と 力学的特性



外径 $D$ (mm)	鋼管厚 $t$ (mm)	高さ $L$ (mm)	材質 (steel)	降伏点 $\sigma_y$ (MPa)	鋼材の ヤング係数 $E_s$ (MPa)	一軸圧縮 強度 $f_c'$ (MPa)	コンクリートの ヤング係数 $E_c$ (MPa)
700	6.0	2,920	SM490Y	431.2	205,800	42.73	29,498







第1章	序論
第2章	コンクリートならびに鋼材の材料構成モデルと その応用
第3章	鉄筋コンクリート柱のポストピーク挙動解析
第4章	円形コンクリート充填鋼管柱の三次元ポストピーク 挙動解析
第5章	径厚比・コンクリート強度に着目した円形コンクリ ート充填鋼管柱の三次元有限変形解析
第6章	合成作用に着目した円形コンクリート充填鋼管柱の 三次元有限変形解析
第7章	複合構造物の拘束効果に着目した設計法に関する一考察
第8章	結論

#### 第4章の供試体モデルを再構築

実験値を再現する材料構成モデルの特定  
コンクリート材料, 鋼材, ヤング係数比



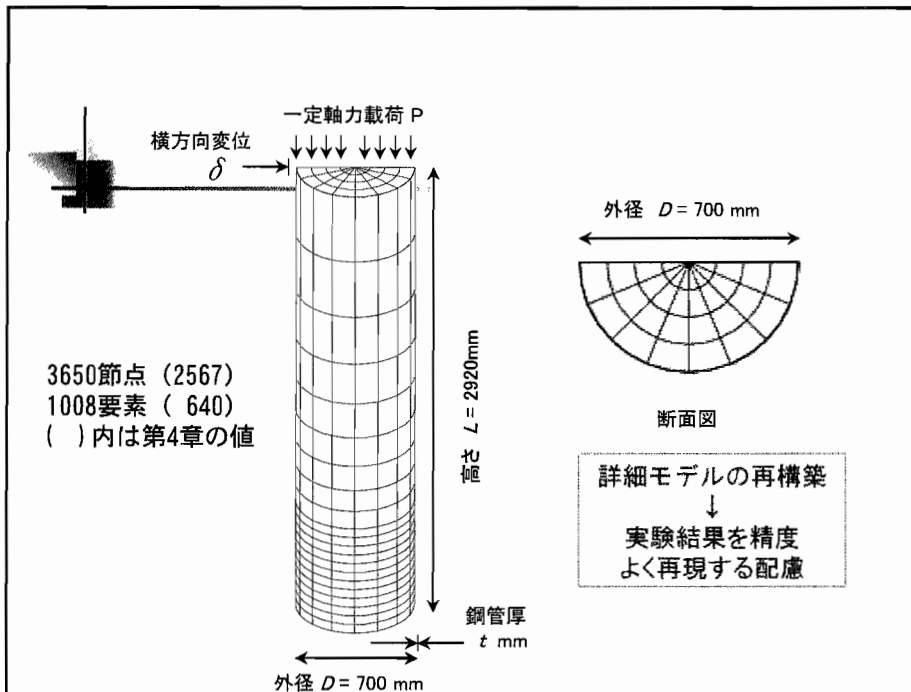
実験値のひずみ挙動との比較による解析の信頼性



解析値のガウス点挙動の把握



径厚比, コンクリート強度の影響による  
拘束効果をガウス点レベルで検証

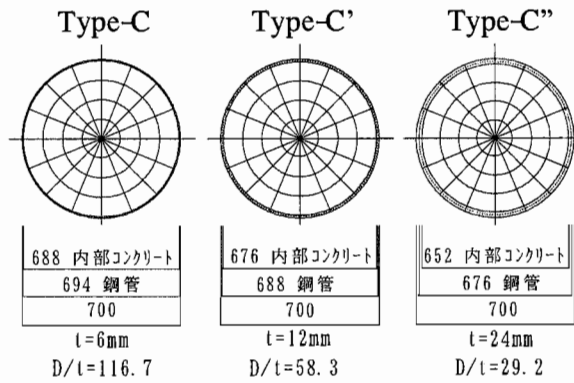


### 対象とした供試体の概要

供試体 Type	寸法			鋼管		コンクリート	
	外径 $D$ (mm)	板厚 $t$ (mm)	径厚比	降伏点 (MPa)	$E_s$ (MPa)	一軸圧縮 強度(MPa)	$E_c$ (MPa)
A	700	6	116.7	431	205800	26.56	25382
B		6	116.7	431		33.42	27146
C		6	116.7	431		42.73	29498
D		12	58.3	392		25.57	25186

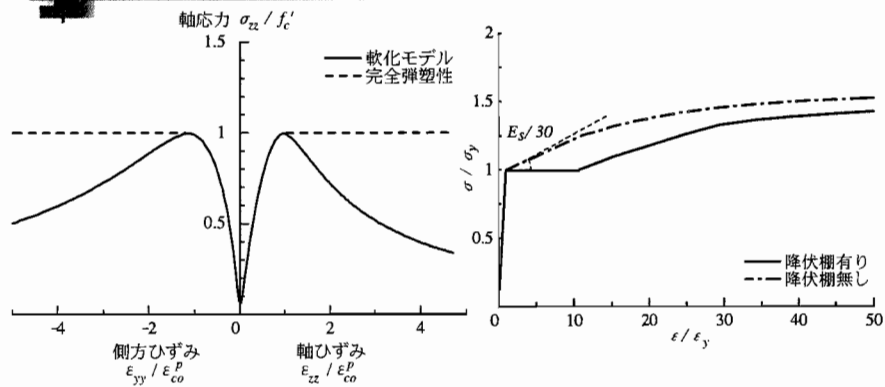
コンクリート強度  $f'_c$  を変化させた実験結果  
⇒ 供試体TypeA～Type-Dをモデル化

### 解析モデルにおける断面寸法



D/tの影響を考慮する

### 材料の構成モデル



圧縮域のコンクリート構成モデル

鋼材構成モデル

構成モデルの条件



## 鋼材とコンクリートのヤング係数比( $n=E_s/E_c$ )

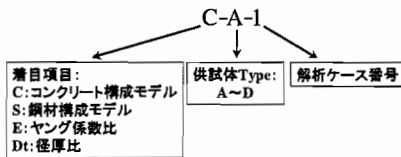
コンクリートのシリンダー試験から求めた割線ヤング係数と実際に鋼管に充填したコンクリートのヤング係数 $E_c$ の相違による影響が大きいことが指摘

- ・コンクリートのヤング係数 $E_c$ のばらつき
- ・鋼管・コンクリート境界部の肌剥き
- ・乾燥収縮の影響、等

見かけのヤング係数比 $n$ を変化させる

- ・ $n=7$  (構造部材の設計)
- ・ $n=15$  (版の設計)
- ・ $n=21$  (乾燥収縮の影響を考慮した設計)
- ・ $n=10$  (合成構造の実験値)

## 解析ケース



解析ケース名称

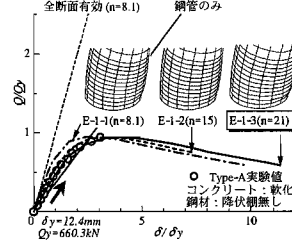
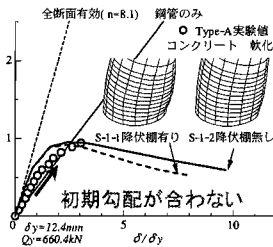
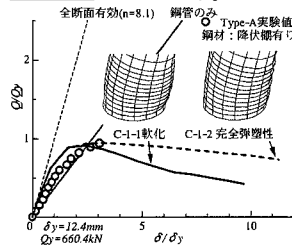
実験値の荷重-変位関係を精度よく再現するための構成モデルの検証を行う  
(解析ケース: 30 ケース)

解析ケース	ヤング係数比 $n = E_s/E_c$	鋼材モデル	コンクリートモデル	Type	
C-A-1	8.1	軟化モデル	降伏欄有	A	
C-A-2	8.1	完全弾塑性		A	
C-B-1	7.6	軟化モデル		B	
C-B-2	7.6	完全弾塑性		B	
C-C-1	7	軟化モデル		C	
C-C-2	7	完全弾塑性		C	
C-D-1	8.2	軟化モデル		D	
C-D-2	8.2	完全弾塑性		D	
S-A-1	8.1	軟化モデル		降伏欄有	A
S-A-2	8.1			降伏欄無	A
S-B-1	7.6		降伏欄有	B	
S-B-2	7.6		降伏欄無	B	
S-C-1	7		降伏欄有	C	
S-C-2	7		降伏欄無	C	
S-D-1	8.2		降伏欄有	D	
S-D-2	8.2		降伏欄無	D	
E-A-1	8.1		降伏欄無	A	A
E-A-2	15			A	
E-A-3	21	A			
E-B-1	7.6	B			
E-B-2	10	B			
E-B-3	15	B			
E-C-1	7	C			
E-C-2	10	C			
E-C-3	15	C			
E-D-1	8.2	D			
E-D-2	15	D			
E-D-3	21	D			
Dt-C-12	10	C'			
Dt-C-24	10	C''			

### 実験値の再現解析 (荷重-変位曲線)

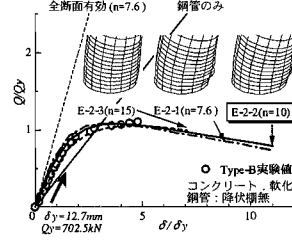
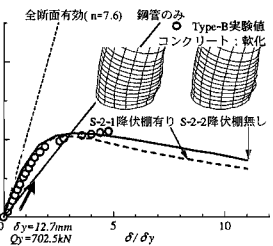
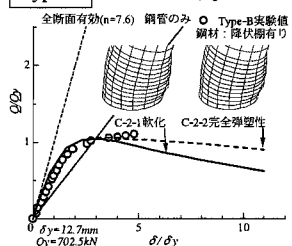
Type-A

$D/t=116.7, f_c'=26.56\text{MPa}$



Type-B

$D/t=116.7, f_c'=33.42\text{MPa}$



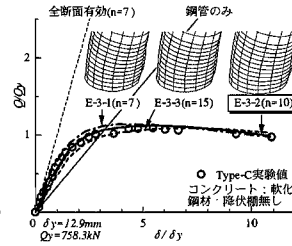
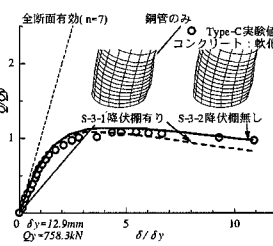
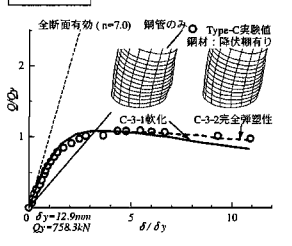
(a) コンクリート構成モデル着目  
降伏棚有り, 割線ヤング係数

(b) 鋼材構成モデル着目  
軟化型, 割線ヤング係数

(c) ヤング係数比着目  
降伏棚無し, コンクリート・軟化

Type-C

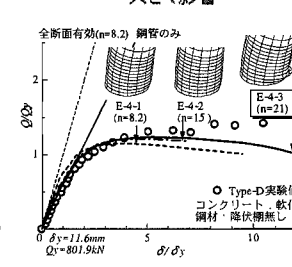
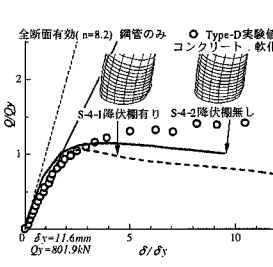
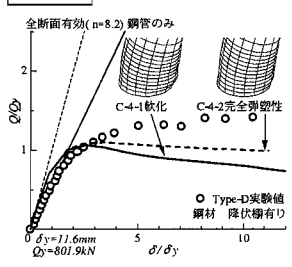
$D/t=116.7, f_c'=42.73\text{MPa}$  それほど影響しない



Type-D

$D/t=58.3, f_c'=25.57\text{MPa}$

大きく影響



(a) コンクリート構成モデル着目  
降伏棚有り, 割線ヤング係数

(b) 鋼材構成モデル着目  
軟化型, 割線ヤング係数

(c) ヤング係数比着目  
降伏棚無し, コンクリート・軟化

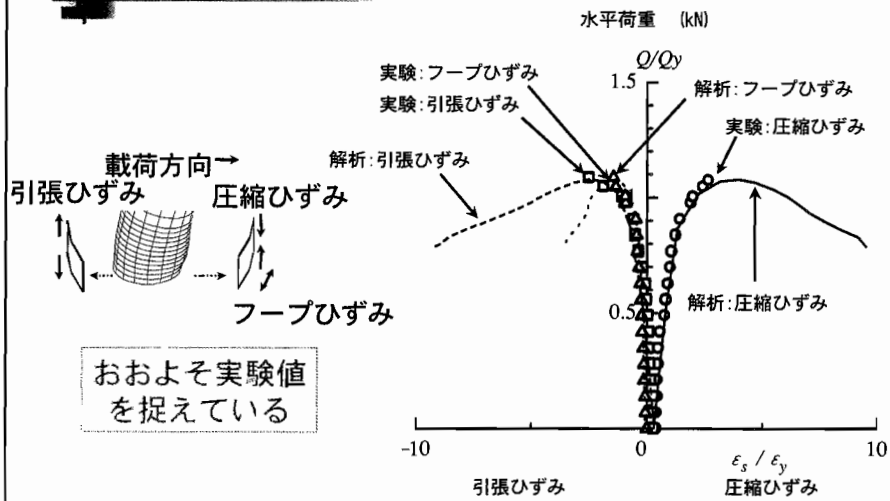
### 実験値の荷重－変位関係の再現する構成モデルの組合せ

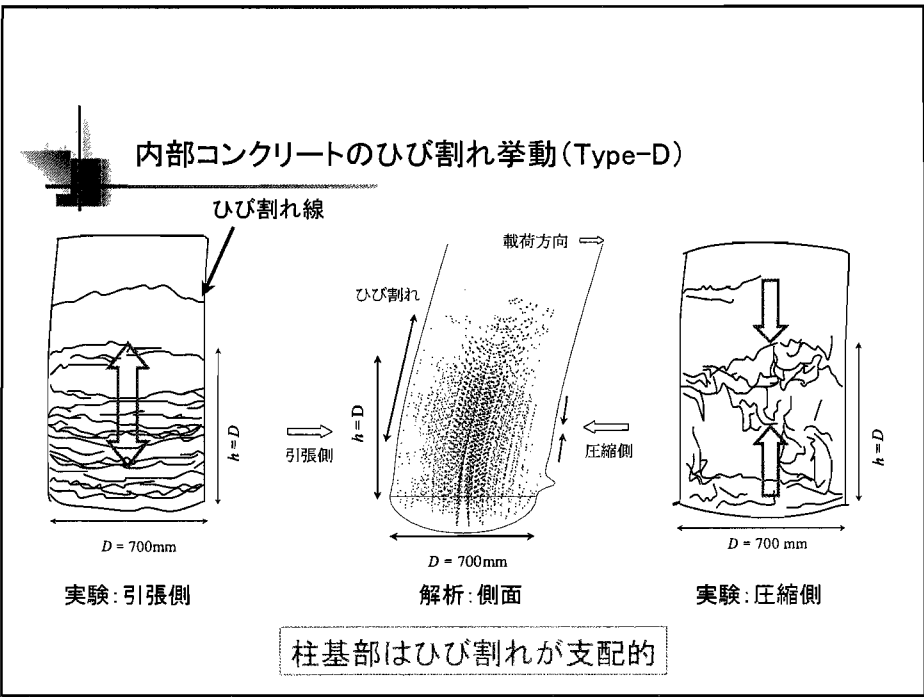
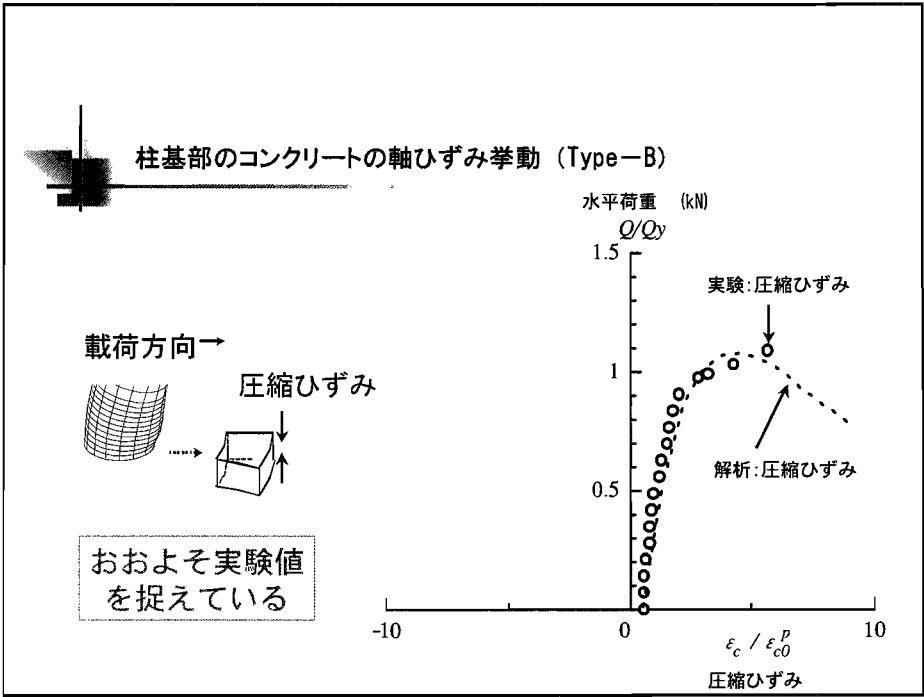
1. コンクリート構成モデル： 軟化モデル
2. 鋼材の構成モデル： 降伏棚無しのマルチリニア型モデル
3. ヤング係数比を大きくする  
(コンクリートのみかけのヤング係数を小さくする)

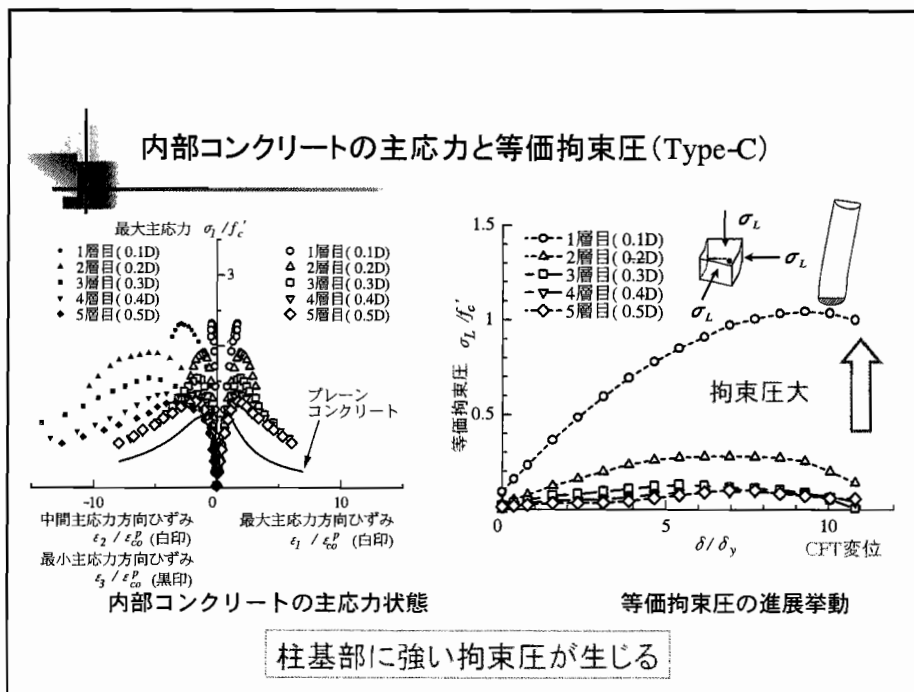
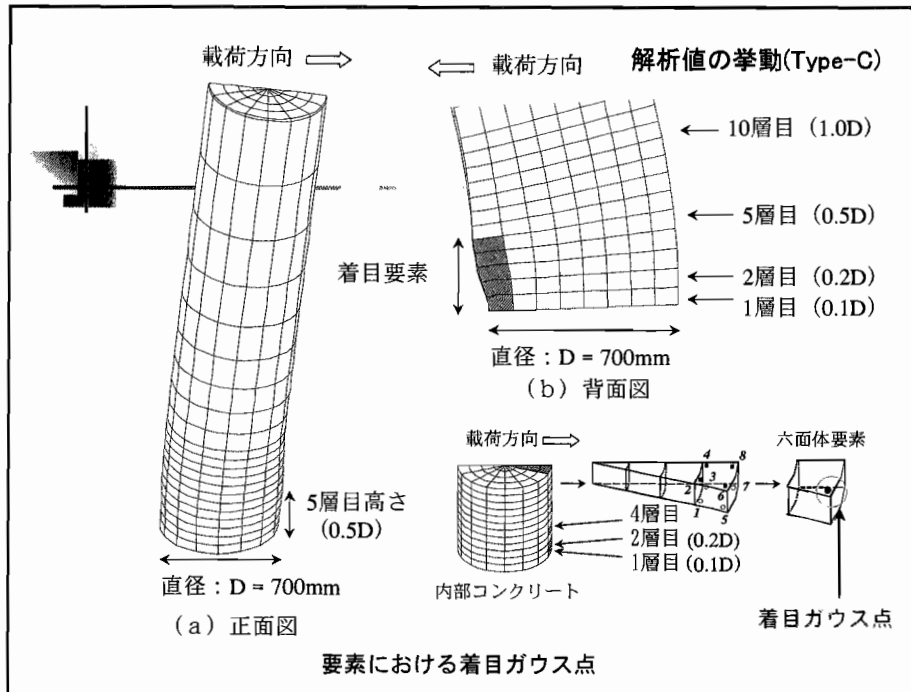
実験値の荷重－変位関係を精度良く再現できた解析ケースを選定し、ガウス点レベルの挙動を検討する。

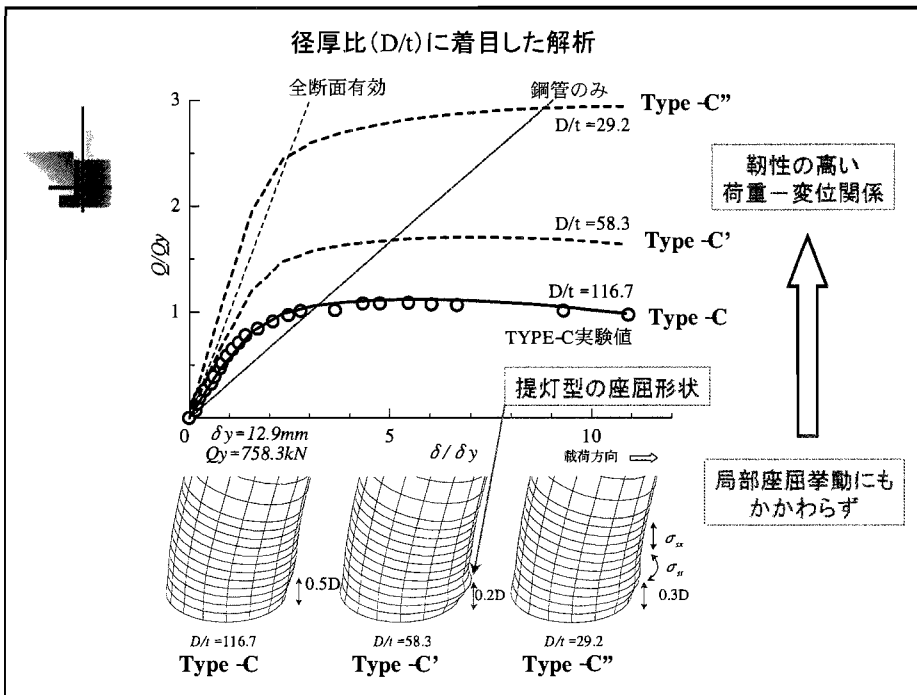
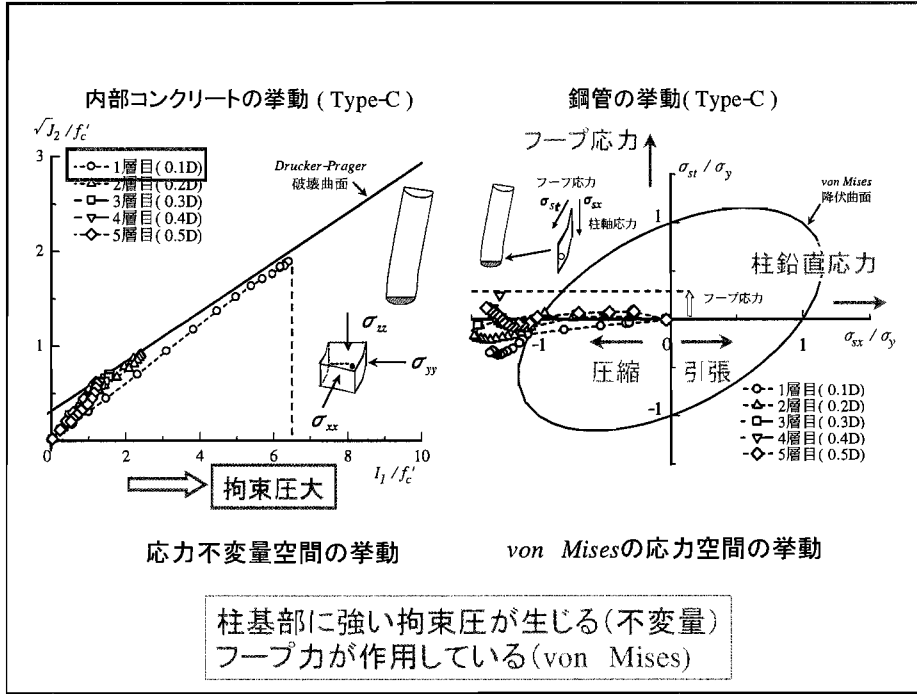
### 実験値の局所的挙動との比較（解析値の信頼性）

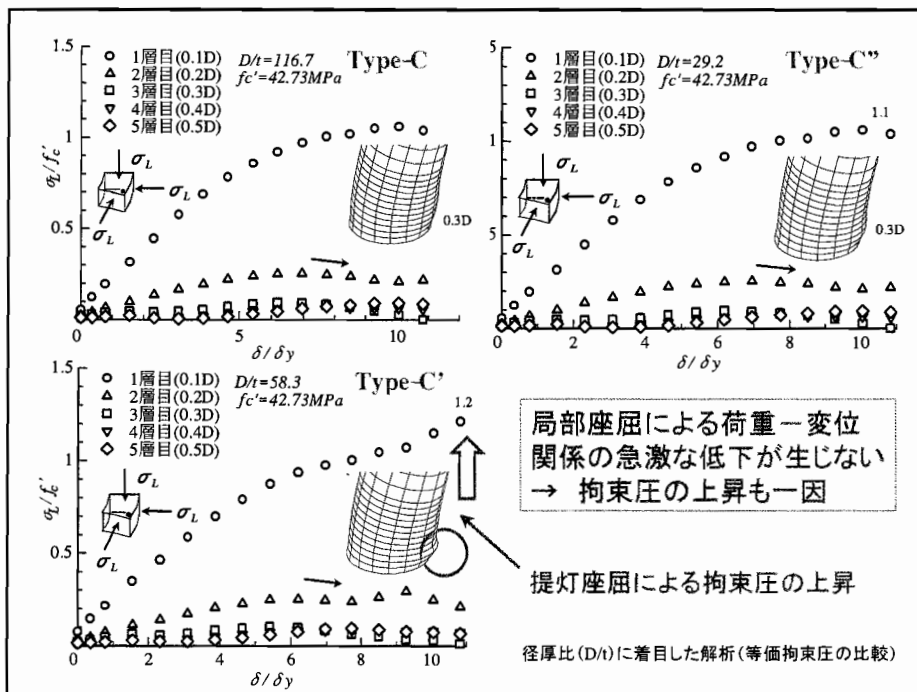
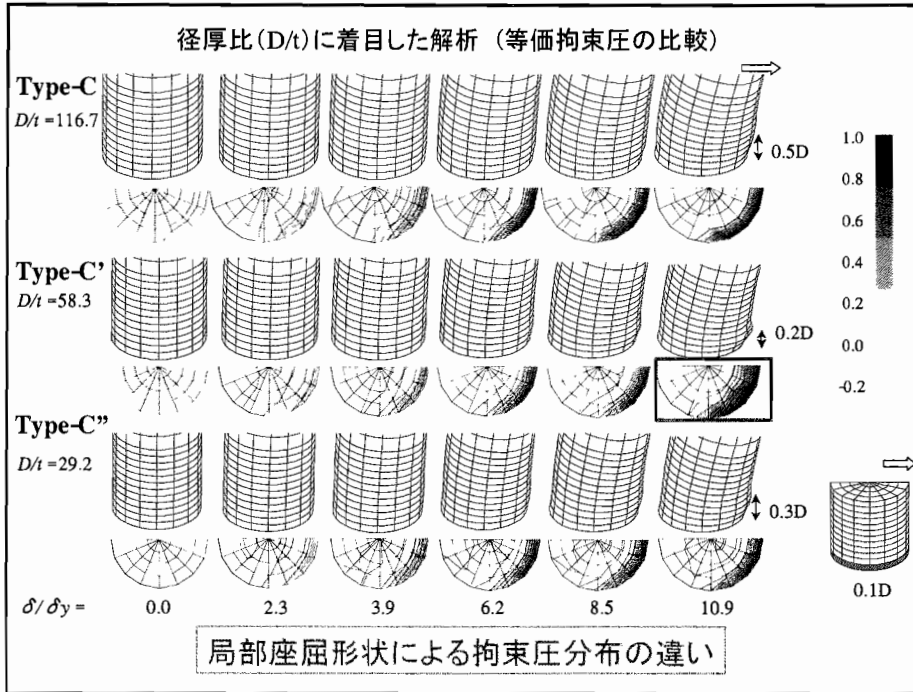
#### 柱基部の鋼管のひずみ挙動（Type-B）





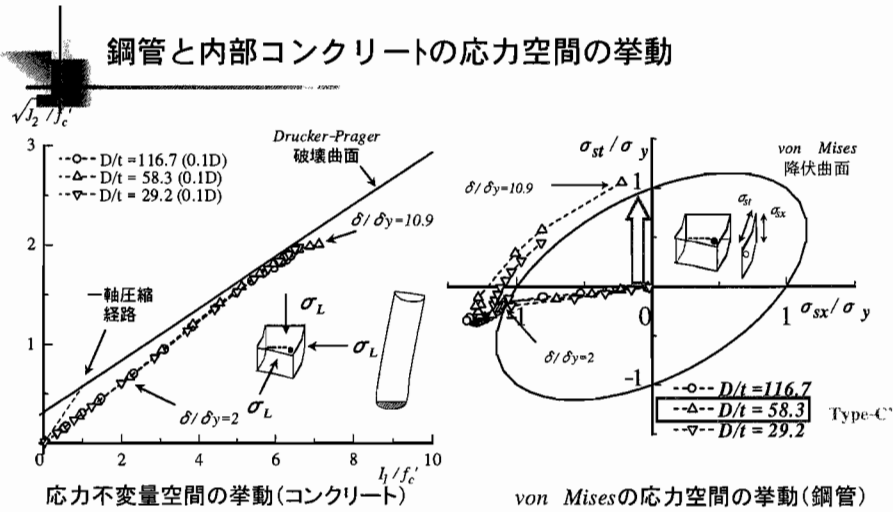






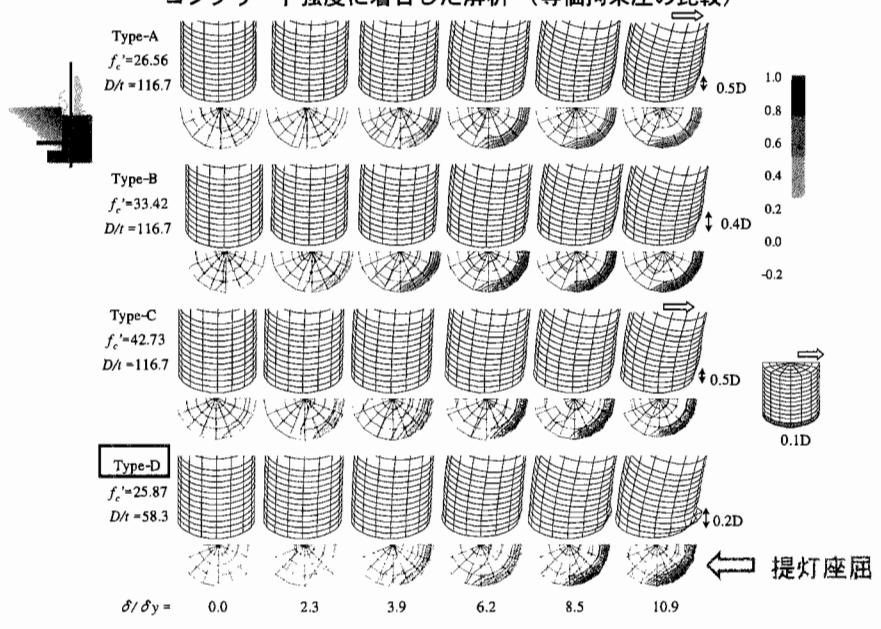
径厚比(D/t)に着目した解析

鋼管と内部コンクリートの応力空間の挙動

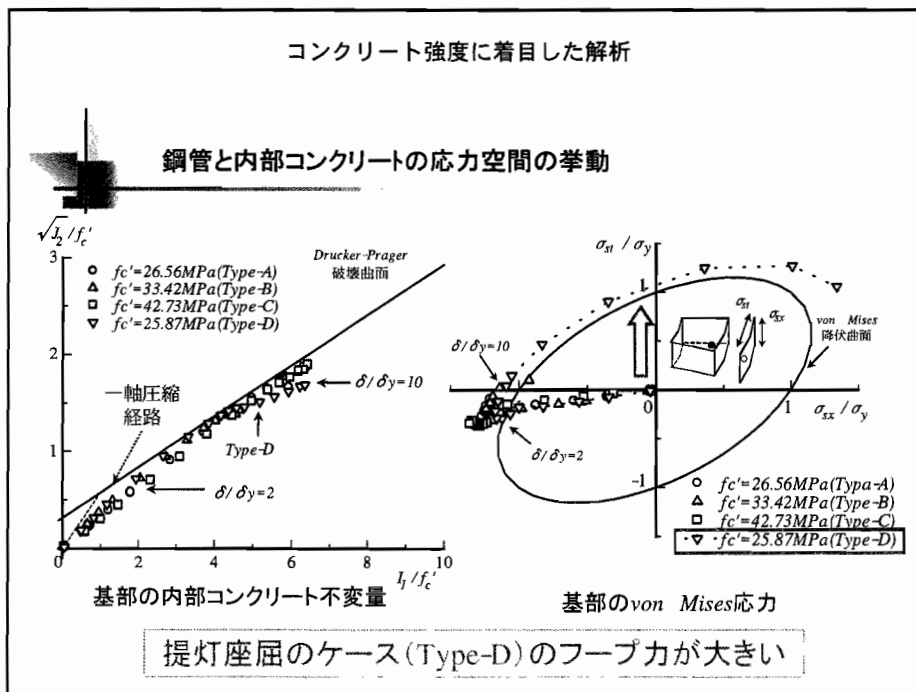
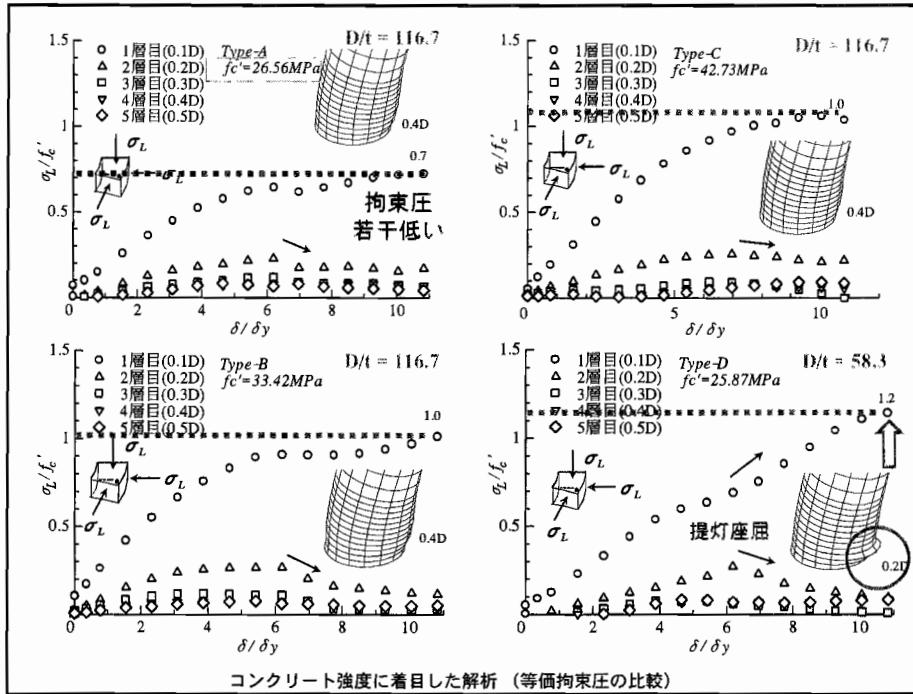


提灯座屈のケース (Type-C') のフープ力が大きい

コンクリート強度に着目した解析 (等価拘束圧の比較)





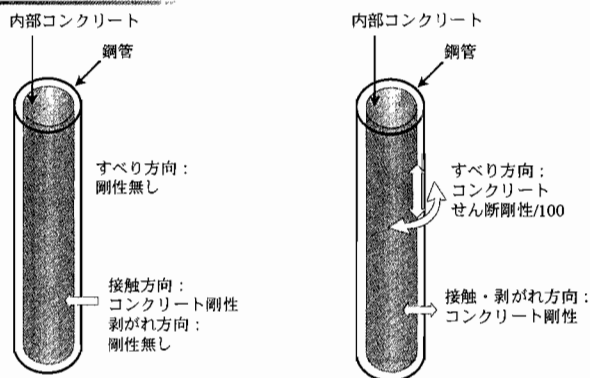




- 第1章 序論
- 第2章 コンクリートならびに鋼材の材料構成モデルと  
その応用
- 第3章 鉄筋コンクリート柱のポストピーク挙動解析
- 第4章 円形コンクリート充填鋼管柱の三次元ポストピーク  
挙動解析
- 第5章 径厚比・コンクリート強度に着目した円形コンクリ  
ート充填鋼管柱の三次元有限変形解析
- 第6章 合成作用に着目した円形コンクリート充填鋼管柱の  
三次元有限変形解析
- 第7章 複合構造物の拘束効果に着目した設計法に関する一考察
- 第8章 結論



### 合成作用の拘束効果に及ぼす影響



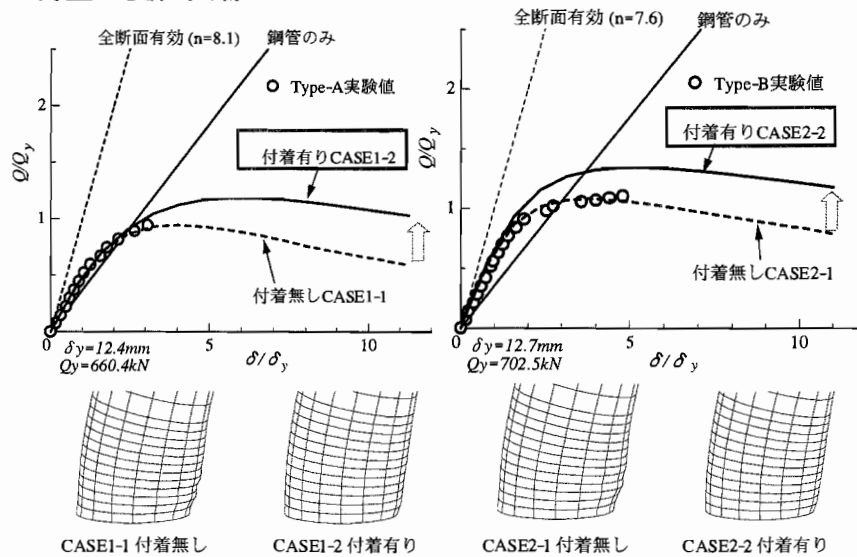
第5章  
解析モデル 合成作用を考慮した境界要素モデル

### 解析ケース

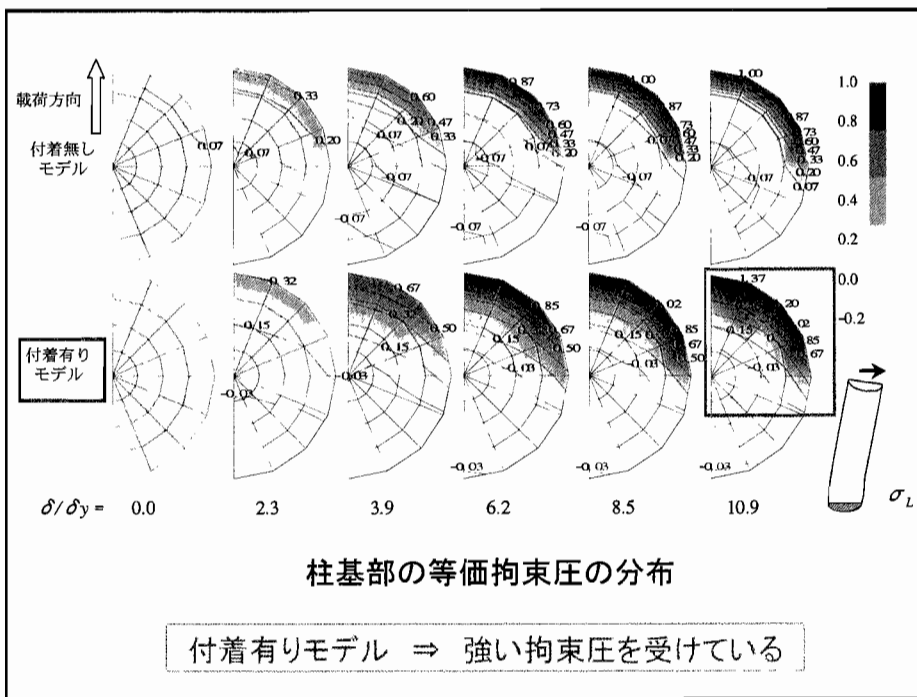
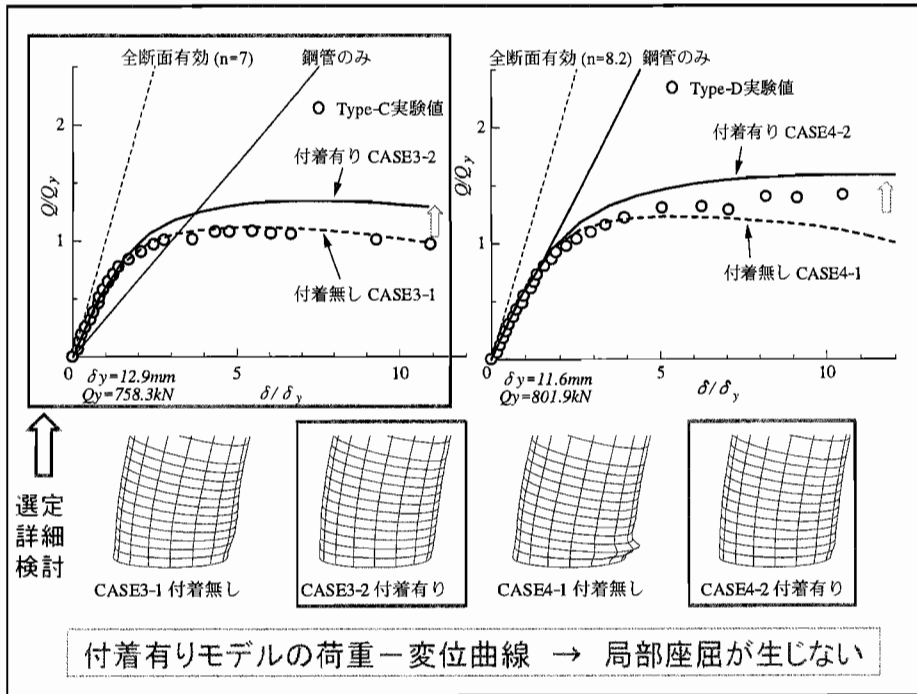
解析 ケース	鋼管厚 $t$ (mm)	供試体 Type	付着
CASE 1-1	6	A	無
CASE 1-2	6	A	有
CASE 2-1	6	B	無
CASE 2-2	6	B	有
CASE 3-1	6	C	無
CASE 3-2	6	C	有
CASE 4-1	12	D	無
CASE 4-2	12	D	有

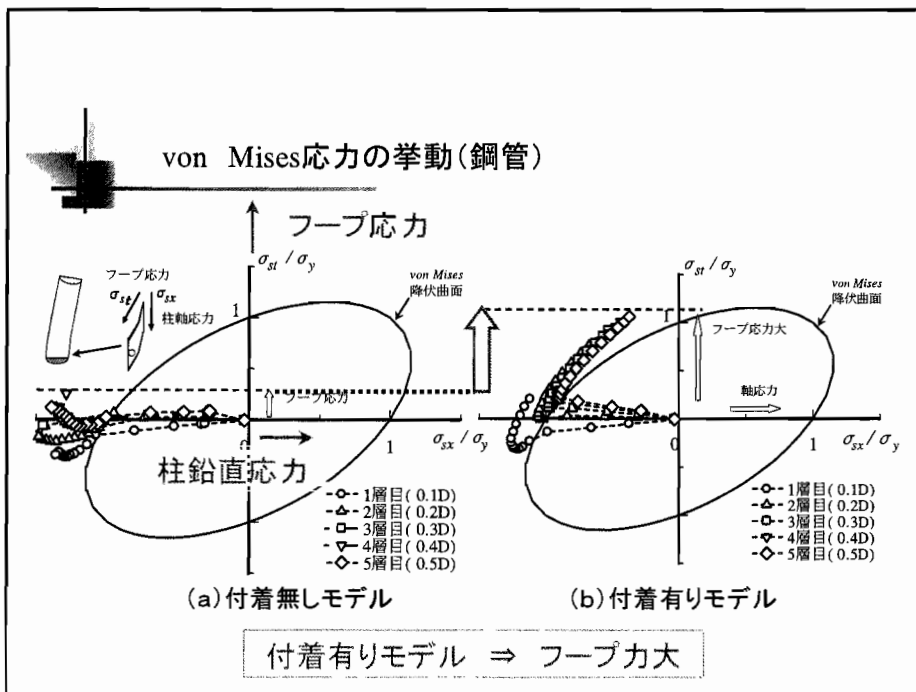
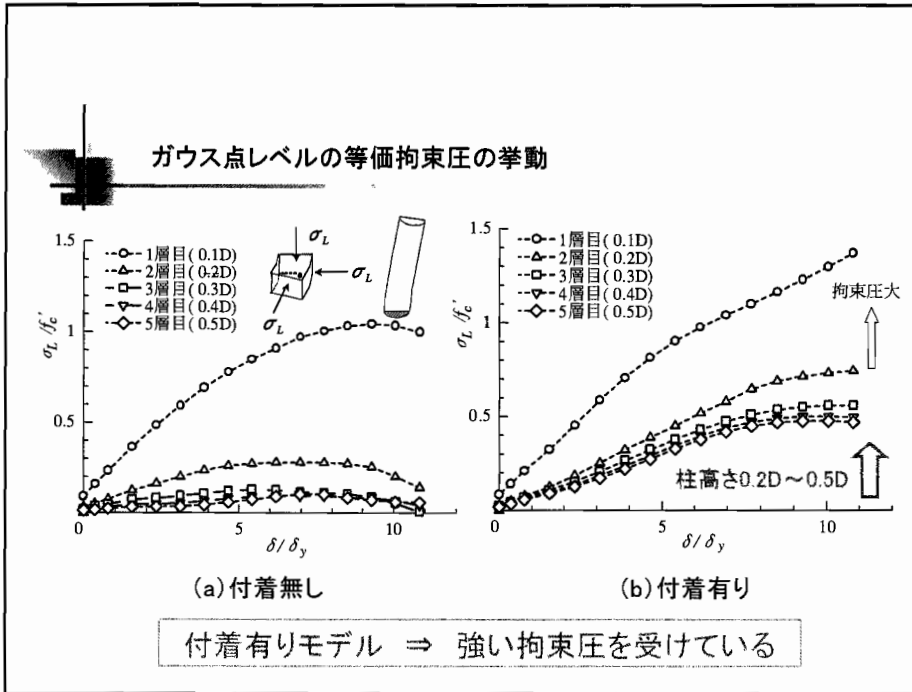
新たに4ケース追加

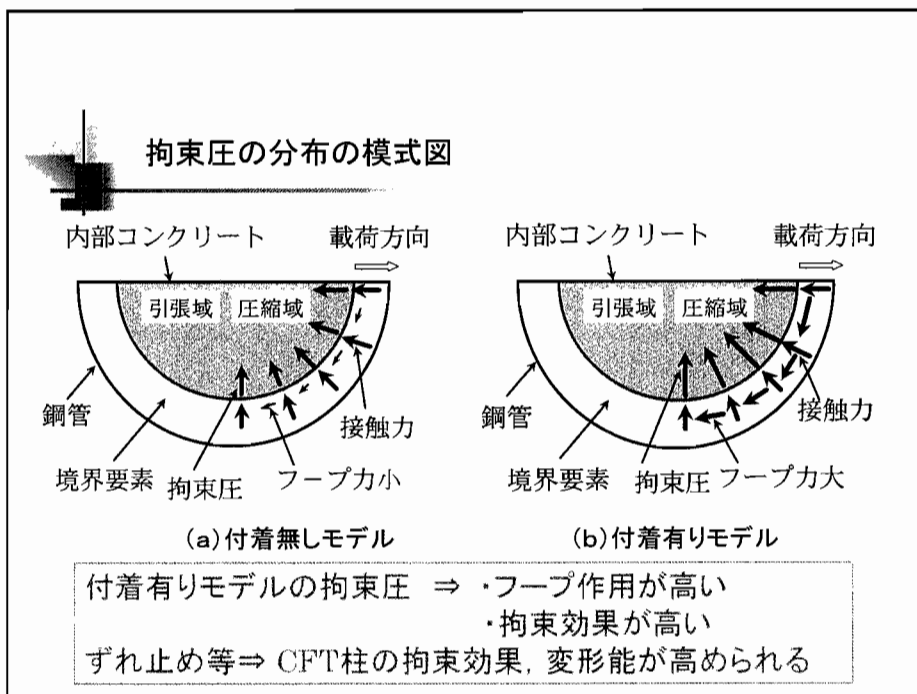
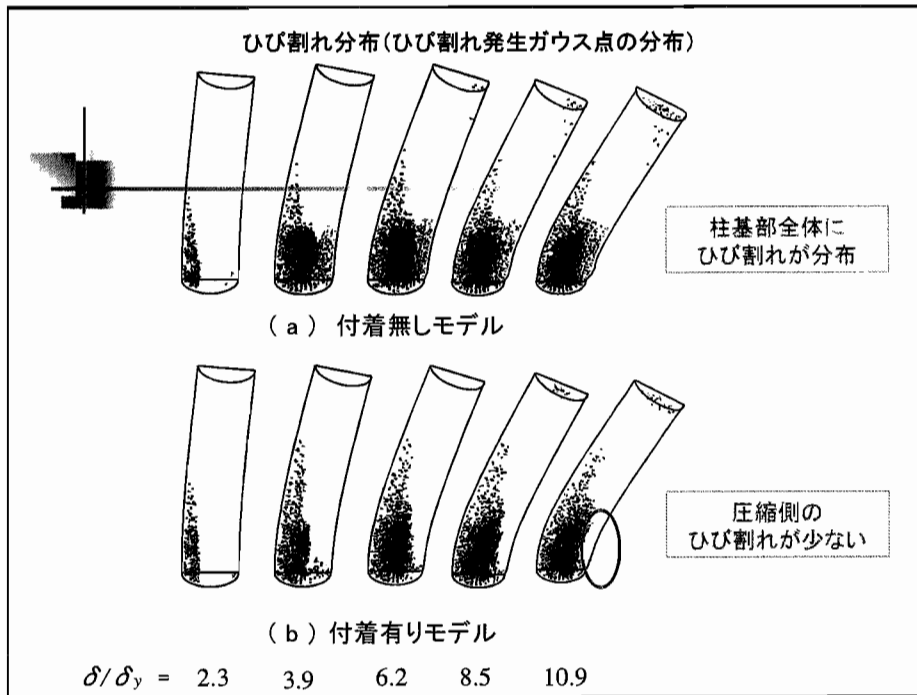
### 荷重－変位曲線



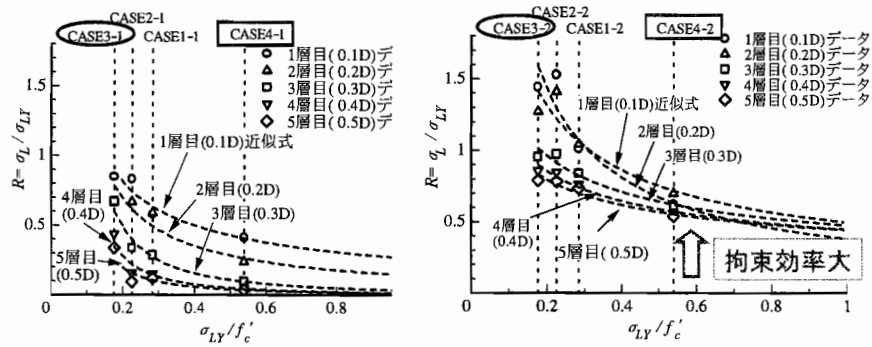
付着有りモデルの荷重－変位曲線 → 高い靱性







### 拘束効率 R



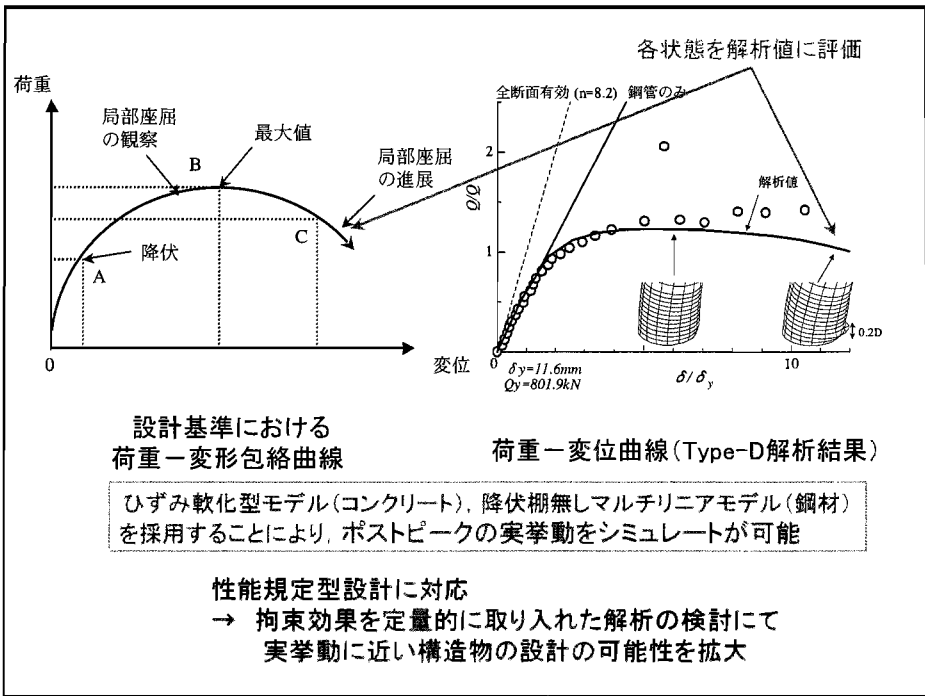
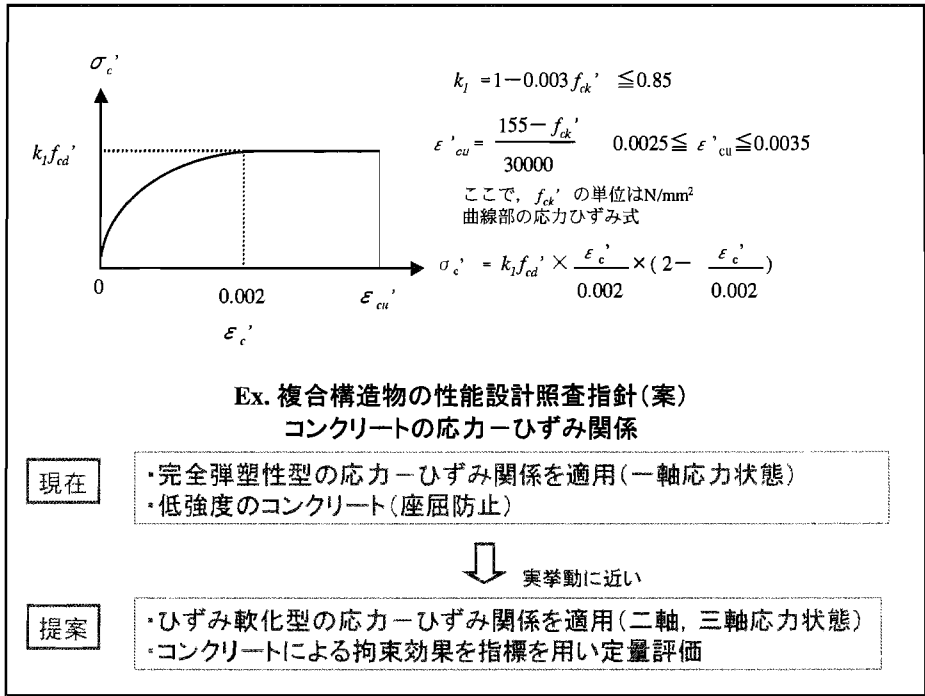
(a) 付着無しモデル

(b) 付着有りモデル

拘束効率 R の評価 ⇒ 付着有りモデルの R: 大きい  
 鋼管厚の厚いケース (CASE4) ⇒ R: 小さい  
 コンクリート強度の高いケース (CASE3) ⇒ R: 大きい  
 拘束効果における定量評価が可能



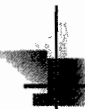
- 第1章 序論
- 第2章 コンクリートならびに鋼材の材料構成モデルとその応用
- 第3章 鉄筋コンクリート柱のポストピーク挙動解析
- 第4章 円形コンクリート充填鋼管柱の三次元ポストピーク挙動解析
- 第5章 径厚比・コンクリート強度に着目した円形コンクリート充填鋼管柱の三次元有限変形解析
- 第6章 合成作用に着目した円形コンクリート充填鋼管柱の三次元有限変形解析
- 第7章 複合構造物の拘束効果に着目した設計法に関する一考察
- 第8章 結論







- 第1章 序論
- 第2章 コンクリートならびに鋼材の材料構成モデルと  
その応用
- 第3章 鉄筋コンクリート柱のポストピーク挙動解析
- 第4章 円形コンクリート充填鋼管柱の三次元ポストピーク  
挙動解析
- 第5章 径厚比・コンクリート強度に着目した円形コンクリ  
ート充填鋼管柱の三次元有限変形解析
- 第6章 合成作用に着目した円形コンクリート充填鋼管柱の  
三次元有限変形解析
- 第7章 複合構造物の拘束効果に着目した設計法に関する一考察
- 第8章 結論



- 第1章 序論
  - ・ポストピーク挙動と拘束効果に関する研究の背景
- 第2章 コンクリートならびに鋼材の材料構成モデルと  
その応用
  - ・研究に用いる構成モデルの紹介
  - ・修正二曲面モデルを有限要素法コードに応用し、  
構造解析への適用拡大を試みた。

### 第3章 鉄筋コンクリート柱のポストピーク挙動解析

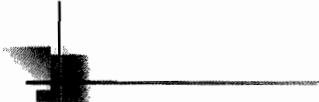
- ・一軸圧縮力下で繰り返し水平変位を受ける鉄筋コンクリートのファイバー解析により、実験値を精度よく再現するための構成モデルを特定した。
- ・要素分割の影響考慮した解析検証を行い、分割長を考慮した最適限界ひずみの適用を提案した。

### 第4章 円形コンクリート充填鋼管柱の三次元ポストピーク挙動解析

- ・一定軸圧縮力と水平方向変位を受ける円形CFT柱の三次元有限変位解析を行い、コンクリートの拘束効果、鋼材の座屈挙動、境界要素の挙動を解析的に捉えた。

### 第5章 径厚比・コンクリート強度に着目した円形コンクリート充填鋼管柱の三次元有限変形解析

- ・第4章の例題について、解析モデルを再構築し、コンクリート強度、径厚比、見かけのヤング係数を変化させ、実験値を精度よく再現する構成モデルを特定した。
- ・実験値の局所的挙動と比較し、解析値の信頼性を確認した。
- ・鋼管の局部座屈挙動の違いによる拘束圧の挙動の違いを評価した。




## 第6章 合成作用に着目した円形コンクリート充填鋼管柱の 三次元有限変形解析

- ・第5章の例題について、付着有り、付着無しモデルを構築し、鋼管・コンクリート境界部の合成作用に着目した解析を行った。その結果、付着有りモデルは、合成作用を高め、拘束効果が高められた。つまり、ずれ止め等の配置により、CFT柱の耐力、変形能が高められることを解析的に示した。

## 第7章 複合構造物の拘束効果に着目した設計法に関する 一考察

- ・国内における設計法の構成モデルを紹介し、本研究で得られた解析結果の評価法について言及し、今後の性能規定型設計に拘束効果を取り入れる提案を行った。



ご静聴ありがとうございました

