

委員会報告

「プレストレストコンクリートの利用性追求研究委員会報告」

委員長 六車 熙 (京都大学)

1. 委員構成

委員長 : 六車 熙 (京都大学)

副委員長 : 池田尚治 (横浜国立大学)

幹事 : 山崎 淳 (日本大学)

委員 : 秋元泰輔 (首都高速道路公団)

大野義照 (大阪大学)

加藤博人 (建設省建築研究所)

小林和夫 (大阪工業大学)

中野克彦 (東京理科大学)

長井健雄 (ピーエスコンクリート)

林 静雄 (東京工業大学)

深井 悟 (日建設計)

箕作光一 (建設省土木研究所)

八巻一幸 (東日本旅客鉄道)

渡辺史夫 (京都大学)

池田永司 (ピーエスコンクリート)

小篠康徳 (ピーシー橋梁)

黒田英二 (住友建設)

谷垣正治 (三井建設)

中村一樹 (オリエンタル建設)

西山峰広 (京都大学)

日紫喜剛啓 (鹿島建設)

松原正安 (大成建設)

森山陽一 (日本道路公団)

2. 委員会の設立と目的

プレストレストコンクリート (以下PCと略記) は、部材内部に配置されたPC鋼材の張力 (部材導入軸力) により、コンクリートが引張応力に殆ど抵抗出来ない弱点を補うと同時に、PC鋼材の傾斜配置により直接外力に抵抗する優れた構造システムである。すなわち、通常の鉄筋コンクリート (以下RCと略記) では実現出来ない大スパン構造やコンクリートに元圧縮力を導入することによる使用状態に於けるひび割れ発生の抑制などを可能とし、鉄筋コンクリート構造の一分野としてその利用範囲を大きく拡大し得るものと考えられる。しかし、一方では鉄筋コンクリート構造とは異なった特殊な工法との見方をされる場合があり、その優れた構造システムが十分に利用されていない現状もある。その理由は、PC構造そのものに問題点があるわけではなく、PC構造に対するなじみが薄く実際に使用したことのない設計者が多い為で、PC技術を身に付けた技術者および研究者による技術啓蒙的な行動が必要と考えられる。また、最近では従来のコンクリート断面に圧縮力を導入し引っ張りに弱いコンクリートの性質を補うといったPCの本来的な使い方に加えて、PC鋼材を構造物のなかでの引っ張り部材として利用 (斜張橋、アウトケーブルによる桁およびスラブの補強など) したり、鉄骨構造および鉄骨鉄筋コンクリート構造への適用など幅広い利用形態が実施されている。この様な状況の中で、「プレストレストコンクリートの利用性追求研究委員会」の設立が提案され、JCI研究委員

会および J C I 理事会により承認された。

本研究委員会の目的は、P C 構造に関する研究現況の把握と問題点の抽出、実構造物への P C 技術応用の現況と設計に於ける問題点の抽出などを通して、土木・建築の両分野における P C のより広い範囲にわたっての利用性を追求することにある。従って、新たな特定の研究テーマに関して研究を実施するのではなく、研究・技術現況を的確に把握しそこから P C 構造の研究・技術に関する将来展望と問題点を明らかにするといった作業を行なった。本委員会の活動の成果は、委員会中間報告の J C I 誌掲載、P C の技術現況に関する委員会報告書および本委員会が実施するシンポジウムを通して土木・建築両分野の研究者および技術者に広く公表し、実際の構造設計および研究推進に役立てて頂くとともに、諸外国にも成果をアナウンスし日本の研究現況を国際的に流布することを考えている。また、1993年には F I P シンポジウムがはじめて日本（京都国際会議場を予定）で開催されることになっており、本委員会の成果が反映されるであろうと期待しております。

3. 委員会活動概要

3.1 委員の構成

本委員会は、最初に記した 23 名の委員より構成されている。委員の構成は、土木および建築の両分野で P C に携わる技術者および研究者を幅広く網羅するという主旨で、委員長、副委員長および 2 名の幹事によって行なわれ J C I 研究委員会の承認を得た。また、委員数は委員会発足当初 16 名であったが、委員会活動が進むに従って必要に応じて委員の追加が行なわれ、最終的には最初に記載の委員構成となった。

3.2 コンパクト S O A の作成

本委員会設立の主旨が P C の広範な利用を推進することであり、極めて扱うべき研究テーマの範囲が広い。従って、これらを分類・整理することから作業をはじめた。委員会における議論の結果、当初は研究現況のコンパクト版（コンパクト S O A と呼ぶ）を作成することを目的とした分類を行ない、「アンボンドプレストレストコンクリート」、「連続繊維緊張材を使用した P C」、「パーシャリープレストレストコンクリート」、「プレストレストコンクリートの耐震設計」、「プレストレストコンクリート構造物のプレキャスト化」、「プレストレストコンクリートの構造的な可能性」といったテーマに分類し過去の研究についてのレビューを行なった。各テーマに対して担当者を決定し作成したコンパクト S O A レポートは、コンクリート工学 Vol.28, No.8, Aug. 1990 に「プレストレストコンクリートの広範な利用に向けて -中間報告-」として掲載され。これは、現在の研究現況を簡単に取り纏めたものである。以下に各テーマごとの概要を紹介する。

「アンボンドプレストレストコンクリート」（担当：小林、黒田）では、現在幅広く用いられているアンボンド鋼材の開発および各種基・規準での取り扱いが歴史的に紹介されている。また、アンボンド P C 鋼材の各種防錆構造とその耐久性、部材に用いた場合の部材の静的および動的力学特性に及ぼす影響、鋼材の配置法としてのインナーケーブル法とアウトケーブル法の紹介さらに実際の構造物への適用法などが述べられている。

「連続繊維緊張材を使用した P C」（担当：加藤、箕作）では、連続繊維補強材（以下 F R

Pと略記)の種類(ガラス、炭素およびアラミドなど)と構造、FRPの弾性係数、引っ張り強度およびレラクセーションなどの力学的特性、FRPを用いた部材の力学的特性、FRPの実構造物への利用状況が述べられている。

「パーシャリープレストレストコンクリート」(担当:大野、森山、八巻)では、パーシャリープレストレストコンクリート(以下PPCと略記)の理念と特長、PPC設計に関する基・規準類とその土木・建築分野の実構造物への適用例、PPCの設計上の問題点である、1)たわみおよびひび割れ幅予測法、2)鋼材腐食および鋼材疲労などの耐久性、3)プレストレス程度の定義と最適値、などが述べられている。

「プレストレストコンクリートの耐震設計」(担当:渡辺、日紫喜)では、耐震設計上問題となるPC部材の履歴復元力特性(エネルギー消費能力)の概略と代表的な履歴復元力特性モデル、PC部材のじん性評価、耐震設計法の現状および今後の課題などが述べられている。

「プレストレストコンクリート構造物のプレキャスト化」(担当:林)では、建築構造物に焦点をあてて、実際の構造物におけるプレキャスト化の現状紹介を行なっている。

「プレストレストコンクリートの構造的な可能性」(担当:松原)では、PC構造の構造的な長所を生かした利用性について述べている。特に、大空間建築、人工地盤、海洋構造、地下空間、原子力施設、超高層タワー、プレキャストPCの各項目にわけて、それら構造に於けるPCの有効性を述べており、将来のPC構造の幅広い可能性を示している。

また、まとめでは「プレストレストコンクリートのより広い利用に向けて」(担当:六車、深井)と題して、PCに関する学校教育の現状と構造設計者のかかわり方、各種基・規準類の複雑さ、不静定応力の計算など設計計算の煩雑さ、RC構造で一般的な一貫設計プログラムがないことなど、PC構造の普及を促進する上での構造設計にかかわる諸問題について問題点の分析と提案を行なっている。これらの詳細については、コンクリート工学Vol.28, No.8, Aug. 1990「プレストレストコンクリートの広範な利用に向けて-中間報告-」を参照頂きたい。

また、このコンパクトSOAは、英文に翻訳され諸外国にPCの現状としてアナウンスする予定で、現在翻訳された全文の最終校正を行なっている段階である。

3.3 委員会報告書作成

コンパクトSOA完成後、さらに詳細に研究現況を把握し、PCの設計および研究に於ける問題点を抽出するための作業とPCにかかわる諸問題点の分類・整理が全体委員会で行なわれた。その結果、委員会活動をより効率化し短期間で成果を出すために、研究項目を大きく3つに分類し以下に示すような3つのWGを設けた。各々のWGは独自に活動し、その結果を全体委員会に報告する方針とした。WGの活動の成果は、各WGの研究項目毎に詳細なSOAレポート(フルSOAと呼ぶ)に纏められ、全体委員会で取り纏めを行なった後、あとで紹介する本委員会の行なうシンポジウムで「プレストレストコンクリートの利用性追及研究委員-委員会報告書」として公表、出版される予定である。

WG1:プレストレストコンクリート工法の有効利用研究

幹事:深井

WG2:プレストレストコンクリートの限界状態研究

幹事:日紫喜

WG3:高性能材料使用によるプレストレストコンクリートの高性能化研究

幹事：加藤、簗作

これらのWGは若手の委員を幹事とし委員を構成した。各WGは、研究テーマ分野に基づいて研究現況および問題点の抽出をおこない、フルSOAの全体構成原案を以下のように作成し、取り纏め作業を行なうこととした。ただし、現在下記の原案に従って各担当者が執筆中なので、最終的な構成が若干ことになったものになるかも知れないが御容赦願いたい。

1. プレストレストコンクリート工法の有効利用
 - 1.1 はじめに
 - 1.2 プレストレス導入理念の拡大と応用
 - 1.3 プレキャスト構造への利用
 - 1.4 アンボンド・アウトケーブルの利用
 - 1.5 斜張橋、吊り構造への利用
 - 1.6 メガストラクチャー（スーパーストラクチャー）、高層建物への利用
 - 1.7 PCの適用が考えられる構造物（現在と未来）
2. プレストレストコンクリートの限界状態
 - 2.1 はじめに
 - 2.2 プレストレストコンクリートの使用限界状態
 - 2.2.1 たわみ
 - 2.2.2 ひびわれ
 - 2.2.3 耐久性
 - 2.2.4 その他
 - 2.3 プレストレストコンクリートの終局限界状態
 - 2.3.1 曲げおよび軸方向力
 - 2.3.2 せん断
 - 2.3.3 変形性能
 - 2.3.4 疲労
 - 2.4 プレストレストコンクリートの耐震設計
 - 2.4.1 耐震設計の現状
 - 2.4.2 最近の耐震検討
 - 2.4.3 部材設計の課題
3. 高性能材料使用によるプレストレストコンクリートの高性能化
 - 3.1 コンクリート：
 - 3.1.1 高強度コンクリート
 - 1) コンクリートの高強度化手法
 - 2) 海外における研究開発の現状
 - 3) 国内に於ける研究開発の現状
 - 4) 高強度コンクリートのPCへの適用
 - 3.1.2 高耐久性コンクリート

- 1) 最近の高耐久性コンクリート技術
- 2) 高耐久性コンクリートの利用
- 3.1.3 施工性向上に係わるコンクリート技術
 - 1) 高流動化コンクリート
 - 2) 超早強コンクリート技術
- 3.2 シース、グラウト：
 - 3.2.1 まえがき
 - 3.2.2 シース
 - 1) シース一般
 - 2) 特殊シースの特長と適用
 - 3.2.3 グラウト
 - 1) グラウト一般
 - 2) 特殊グラウト材の特長と適用
 - 3.2.4 将来への展望
- 3.3 P C 緊張材：
 - 3.3.1 F R P 緊張材
 - 3.3.2 高強度 P C 鋼材
 - 3.3.3 樹脂塗装 P C 鋼材
 - 3.3.4 アンボンド P C 鋼材
 - 3.3.5 シース付き P C 鋼材

3.4 シンポジュームの実施

先に述べたように、本研究委員会では3つのWGを設置し各々が扱う分野ごとにフルSOAをとりまとめているが、それに付随して各WG毎のテーマに関連させたトピックスでシンポジュームを計画した。シンポジュームの題目は「プレストレス原理・技術の有効利用」とし、以下の4トピックスに関して論文募集を行なった。

- a) プレストレス技術の有効利用 (WG 1 担当)：プレストレストコンクリートおよびプレストレス技術の新しい使用法、例えば、ひび割れ、たわみ制御への利用、複合・混合構造物への利用、プレキャスト構造への利用、構造物の補修・補強への利用、斜張橋・釣り構造などへの適用、スーパーストラクチャーなどの巨大構造物への利用など。
- b) プレストレス利用構造物の限界状態 (WG 2 担当)：プレストレストコンクリート又はプレストレスを利用した構造物の使用限界状態設計法、終局限界状態設計法およびこれら設計法に対応した部材設計法、使用限界状態および終局限界状態での部材および構造物の挙動など。
- c) プレストレストコンクリートおよびプレストレス技術を利用した構造物への新材料の利用 (WG 3 担当)：高性能材料の利用による部材または構造物の高性能化(力学的特性、

耐久性など）。

d) その他

投稿されたアブストラクトより29編を採択し論文執筆を依頼した。これらのアブストラクトをセッションA：大規模構造物への利用（6編）、セッションB：合成・混合（6編）、セッションC：アンボンド・アウトケーブル（7編）、セッションD：限界状態（6編）、セッションE：新素材（4編）に分類しプログラム作成を行なった。これら論文は、現在PC技術が直面している諸問題および新しいPC新技術に関するもので、PCの研究者および技術者にとって極めて有意義なシンポジウムになるものと考えている。シンポジウムの詳細は下に示す通りであるので、会員各位はふるって参加されますようお願いいたします。

J C I シンポジウム：プレストレスの原理・技術の有効利用

日時：平成3年7月30日（火）

場所：日本都市センター第二講堂（東京都千代田区平河町2-4-1）

4. あとがき

本プレストレストコンクリートの利用性追及研究委員会は、現在のPC技術の最先端研究・技術情報をとりまとめ、PC構造の普及とさらなる発展を目指し設置された。この目的のために、土木・建築両分野から協力頂いた各委員には、大変な作業が課され御迷惑をおかけしたと思います。しかし、PCの発展を願う技術者・研究者の熱意が、J C I という土木・建築両分野を含む組織のなかで一つに集約されたことの意義は極めて大きく今後のPC技術発展に対する基盤がかたちづくられたと理解して御了解頂きたいと思います。

今後は、本委員会の成果をあしがかりとし、土木・建築両分野の協力のもとで基礎的・開発的研究を推進し、PC技術の普及をさせていく必要性を痛感いたしております。そのためにも、PC構造に携わる研究者・技術者のさらなる努力を期待するものであり、本委員会の成果が少しでもお役に立てば、本委員会および委員の目的は達せられたものと考えています。

最後になりましたが、本委員会の運営にあたっては、J C I 事務局各位および同事務局研究委員会担当の磯崎ひろ子氏の御尽力が不可欠であったことを申し述べ委員会委員一同の感謝とさせていただきます。