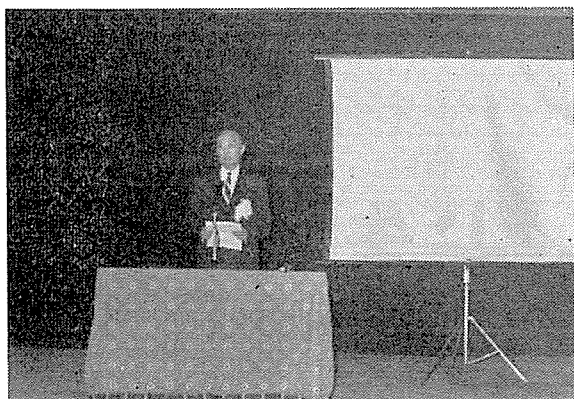


講演要旨



(講演中の T.Y. Lin 教授)

はじめに

T.Y. Lin カルフォルニア大学教授を日本に迎えた機会をとらえて、昭和 40 年 4 月 20 日、プレストレストコンクリート技術協会主催、建築学会および土木学会後援により先生の講演会が東京会館において開催されました。

まず、坂 静雄 プレストレスト コンクリート 技術協会会長の挨拶および Lin 先生紹介について、「アメリカにおける高層長径間構造物について」の題目で、スライドを併用しながら講演が行なわれた。

本文はその講演要旨を再録したものである。

講演要旨

近代的プレストレスト コンクリートの技術は 1950 年頃にアメリカに導入されました。

現在では、国内に 200 以上のプレテンション工場があり、一般によく使われるポストテンション方法も 1 ダースにのぼっております。毎年 PC を採り入れた建物やその他の構造物が数多く作られています。PC に対する一般の受入れはいまや発展し、複雑な設計や応用にまでおよんでいますことを、これからスライドを使用して説明致します。最近の高層長径間構造の例によって証明されるものと思います。

本日は、私と私の同僚とが手がけた構造物のみを説明しますが、アメリカにおけるプレストレスト コンクリートの発達にはわれわれ以外の多数の方々が貢献していることを申し添えます。スライドで説明します構造物の例は、それを私自身が熟知していることおよび、それが先駆的な性質をもっていることにより選ばれております。

PC の応用における建築と技術との密接な結合もわずかに緒についたばかりであり、将来においてその大きな

* カルフォルニア大学教授、工学部土木工学科

アメリカにおける高層長径間

構造物について

T. Y. Lin*

発展が期待されるということを付け加えてもよいかと存じます。

建物の配置計画につきましては、われわれは先を見通し将来に備えた設計をする必要があります。現代のテクノロジー進歩の速度はいっそうはやくなっておりますから、模様がえに融通性のあることが重要になってまいります。これは内柱の少ない、または全然ない建物を作ることによって得られます。ここに長径間構造の長所があります。

ではスライドによって説明致します。

スライド 1

このスライドは幾世紀にもわたる建築材料の発展を示すものであります。

鉄筋コンクリートはコンクリートと鉄の受動的な結合体に過ぎません。これに反しプレストレスト コンクリートは 2 つの材料の能動的な結合体です。そのうえ高強度の材料が用いられております。効率の高い結合を成し遂げ材料の強度および柔軟性を十分に活用するためには、その材料は能動的に結合されなければなりません。この能動的な結合こそ新しい可能性、すなわち構造物における諸力のコントロールへの途を開くものであります。

スライド 2

PC 鋼材は普通鉄筋と比べて、5 倍ないし 7 倍の強度をもち、またエネルギーの吸収に対する十分な柔軟性を持っています。

スライド 3

ポストテンション定着装置の説明。

スライド 4

ポストテンション用機器の説明。

スライド 5,6,7,8

プレテンション ベッドおよび製品の説明。

スライド 9

単純T型型わくは、しばしば Lin 式T型型わくとして知られています。これによって1組の鋼製型わくからいろいろの断面の製品が作れます。はりせいはステム下部を動かすことによって調整されます。ステムの幅は型わくの半分を広げることによって変えられます。フランジの幅および厚さはフランジの縁にあるストリップによりコントロールされます。

このことは、プレテンション工場がこの型わく一つを持っているだけで、いろいろな寸法の“T”スラブを作ることができることの証明になります。

スライド 10,11,12

Lin “T” の簡単な使用例の説明。

スライド 13

もっと凝った設計は“T”を離して配置し、その間に現場打コンクリートスラブを打設します。“T”は、自重を支えるように工場でプレテンションされます。それから、あらかじめ“T”に埋込まれているポストテンション ケーブルにより 現場打スラブの重さを支えるようにポストテンションされます。このポストテンション ケーブルにより “T” 端部にモーメントが生じます。柱にもモーメントを生じさせるようにポストテンション ケーブルを配置しておけば、やや複雑なラーメンでも簡単に設計でき、一定の荷重条件に対して膜応力のみを受ける構造物をつくることができます。なすべき唯一の応力計算は $f_c = F/A$ であります。

スライド 14,15,16,17

スライド 13 の応用例の説明。

スライド 18

ときとして単調になりやすい標準断面を使用する代りに、特定の工事計画のための断面を特別につくことも可能であり、また経済的なこともあります。しかしながら型わくの数には最少限に止め、その費用を妥当なものにするために型わくは十分に再使用されるべきです。カルフォルニア大学に建てられたこの建物は、この工事のために設計された特殊なプレキャスト部材を使用しております。9階建の建物がどのように建てられたかをみることにします(写真-1)。

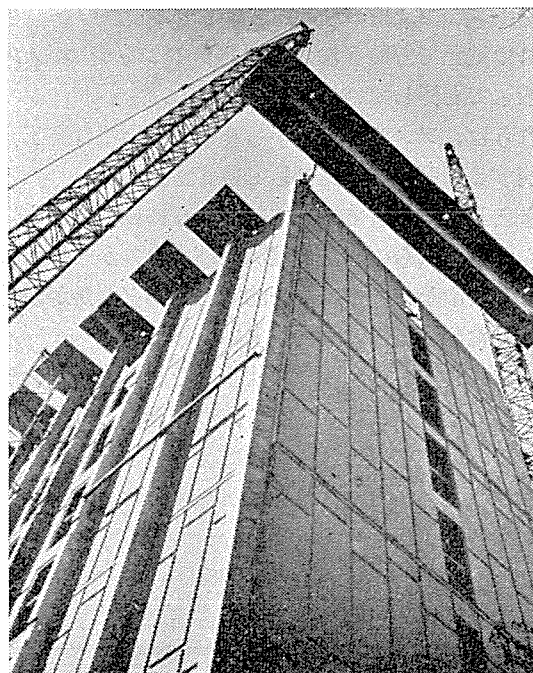
スライド 19

まず長さ 27 m の柱が 80 km 離れた工場でプレキャストされます。9階分が一片をなし、各階のレベルにコネクターが付いております。これらの柱は取扱いの上から耐震性の点からプレテンションされています。

スライド 20

それから現場へトラック輸送され、建込まれ、筋かいがとられます。

写真-1 スライド 18~25



スライド 21

西側に外柱だけがあり、その末端に地震荷重を支えるためにエレベーター コアがついています。

スライド 22

これらの外柱の間の 11 m にわたって、ただ一種類の床パネルが造られました。これらのプレテンションされたチャンネル スラブの四隅を4本の柱に載せて、大ばりや小ばりを使っていません。チャンネル スラブの上端にはトッピングが打設され、ダイヤフラム作用を行なうよう補強されています。

スライド 23,24

この工事計画のために設計された第三の部材は壁パネルでありまして、輸送や建込みそして建具類などの要素によって決定される最も適当な大きさである2階分の高さに作りました。プレキャストすることにより、壁表面に洗出し仕上を工場で入念に製造することが可能になりました。

スライド 25

最後に、屋根スラブとして、特別のTばりが設計されました。それには新しい型わくが必要になりましたが、その型わくは 13 回も再使用されました。

スライド 26

5 m から 10 m のスパンに対してはポストテンション・フラットスラブがきわめて経済的です。

ポストテンションによりスラブの自重は、ここにみられるように均衡が保たれ、したがってスラブには少しのたわみもありません。しかもクラックの入らないスラブが得られます。

講演要旨

スライド 27,28,29

リフトスラブ工法について説明します。

これは地上で打設されたポストテンション スラブが柱に沿って上昇している状態です。

これらは、アメリカで入手しているいろいろな施工方法を説明する意図からお見せしています。

ときとして物好きでやっているように見えるかも知れませんが、これらの工法は経済的理由のみから採用しています。と申しますのは経済的であるかどうか設計上一番重要な要素である場合が多いからです。

条件に応じて、それぞれの仕事はそれ自体に適合した特別の設計ならびに施工方法を持つべきであります。

種々の方法が提供されることによって、技術者は初めて、最良のものを選択する機会が与えられることになります。

スライド 30,31,32,33,34,35,36

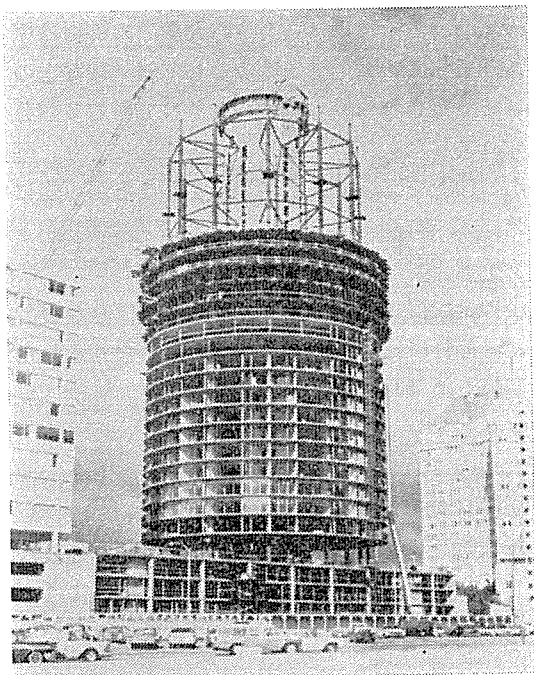
高層建築における耐震性の要素を簡単にふり返ってみます。せん断壁とシャフトは片持ばりの働きをしますが頂上階に対しては柔軟性がありすぎ、ラーメンにより抑制されます。低層階においてはせん断壁は大いに有効です。

シャフトが片持ばりとして地震力に耐えるように用いられる場合には、弾性領域における剛性も塑性領域における柔軟性もシャフトを垂直にポステンすることによって得られます。

スライド 37,38,39,40,41,42

竣工間近いカルフォルニア州 ロングビーチにある 34 階建のアパートの説明 (写真-2)。

写真-2 スライド 37~42



世界で最も高いプレストレスト コンクリート建物です。円型のプランで中央にダブルのコアーがあり、外側に柱があります。

ポストテンションされたスラブはコアー壁と柱に支えられ、柱からさらに 3m 片持ばりとして突出しています。

内側コアーは鉄筋コンクリートでスリップフォームを用いて造られました。

外側コアー壁は鉄骨鉄筋コンクリートです。

スライド 43

この計画中の 64 階建の建物は鉄骨を主体とし、建物を高さ方向について 4 つのセグメントに分けます。そしておのおののセグメントに一枚ずつの床用鋼製型わくを用意し、各セグメントの頂部からこの鋼製型わくを利用して床コンクリートを打設します。つまり鋼製型わくを一階分ずつ下へおろしながら床コンクリートを打設するわけです。

下降型わくの使用は複雑ですが、能率的なはり組を床に使用することを可能にします。

スライド 44,45,46,47

ポストテンションによる長径間薄シェルの設計ならびに施工にふれます。

ここでは円筒シェルの自重はプレストレス力の上向きの分力によって、打消されています。

スライド 48,49

完成してすでに 8 年になりますが、南米ベネズエラのカラカス国立競技場の大スタンドの美しいシェルを説明します。これは 27m の片持ばりとなっていますが、少しのたわみも生じていません。

これは自重がポストテンションによって打消され、水平な軸力だけ残り、片持ばりというより水平な柱となっているからです。ただ積載荷重の作用により曲げを受けることがあるだけです。

スライド 50,51,52,53

種々の P C シェルの完成写真の説明

スライド 54,55,56,57,58

これはオーディトリウムです。昨年の P C 協会全国コンテストにおいて一等賞を得たものです。すべてプレキャストを用いて造りました。

円型のプランで直径 60m あります。

屋根は外側に圧縮リング、内側にテンションリングをおき、その上にダブル T スラブが載っています。

この内側のテンションリングは 1500 t の力でポストテンションされた。

この屋根をプレキャスト柱が支えています。

スライド 59,60,61,62,63,64,65,66

荷重均衡計算法 (Load Balancing Method) と計算

写真-3 スライド 59~63



器による設計との結合は新しい型のシェル工法を生み、これは非常に経済的であることがわかりました。120 m × 100 m のダ円皿状のものが、圧縮リングに支持された直交するポストテンション ケーブルを使用して作られ、その上にプレキャスト パネルを載せています。

最初に高さ 20 m の柱がすえられ圧縮リングがコンクリート打ちされました。それからポストテンション ケーブルが張り渡され、ついでプレキャスト パネルが載せられました。全部のパネルが載荷されたのち4つの段階においてストレスが与えられました。最初の2つの段階はパネルの重量と均衡を保つようにストレスを与えました。第3の段階は目地コンクリートの打設によるストレスです。

第4の段階では風荷重を与えるようにシェルに余分の圧縮力を与えます。

このシェルは最初に設計された鉄骨トラスの場合、必要とされた費用の約半分で建てられました。

スライド 67

これから2つの興味ある橋をお目にかけます。

最初のもは最近になってカルフォルニア州で完成したものです。鋭いカーブ橋で 50 m スパンが4つあります。4次元のプレストレスを与えることによりこの橋を経済的に施工することが可能となりました。

第一に橋軸方向、第二として片持ばりとして働くように緊張してあります。第三としてわん曲したはりの一方に傾いた荷重と均衡を保つために橋脚の片側に垂直にプレストレスしてあります。さらに第四として時間に対し

てプレストレスされております。すなわち、アバットは1インチほど内側に押しこまれています。これは時間とともにコンクリート デッキが短くなるのを補うものです。

スライド 68

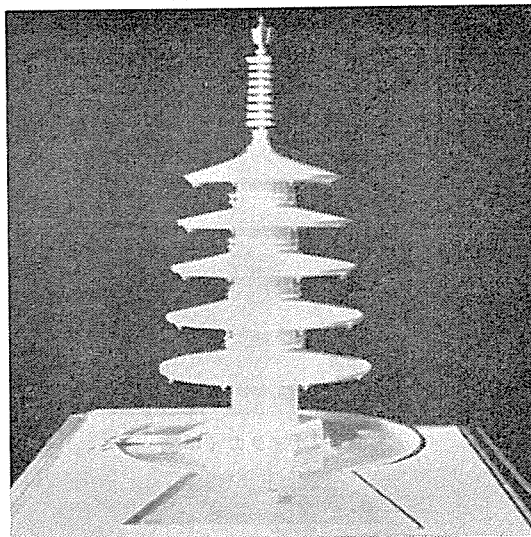
南米ウルグアイの主要高速道路のために、われわれはただ一種のプレキャストのプレストレスされた“T”ばりを使って8つの橋を設計しました。例えばこの橋には 20 m, 40 m, および 60 m のスパンがありますが、すべて 20 m を標準とした“T”ばり断面を使用しました。すなわちプレストレスされたケーブルによりタワーからつられ実質的にスパンを短かくしているのです。

スライド 69

サンフランシスコに現在建設中の日本文化貿易センターのために間もなく着工されることになっている、東京工業大学 教授 谷口氏の設計になるこの平和塔をお見せして、私の話の結びと致したく思います。プレキャストとプレストレスによりまして、この五重塔には経済性と恒久性が与えられました(写真-4)。

豊かな旧い伝統に対する現代技術の真にユニークな応用であります。東と西を相結ぶこの工事に寄与できたことを幸せに思います。塔は日本式プレストレス コンクリートであります。塔はまことに地上の平和と万人に対する善意のシンボルであります。

写真-4 スライド 69



【住友建設KK 産本真作】