

高層建築物のプレファブ化について

小 高 昭 夫※

十 代 田 知 三※※

は じ め に

本報告は建物の高層化ならびにプレファブ化に関して、筆者の考えている工法についての一試案を述べたものである。

1. 問題の設定

建物の高層化に伴つて、いくつかの解決しなければならない問題が生ずる。すなわち、(1)耐震設計法の方針、(2)耐火性、(3)地盤とこれに関連する建物の軽量化、(4)応力の増加に伴う部材の耐力、等である。

高層建物は現行の S、R、C、構造で建設する場合、9～10 階位までが基礎工法によつて支持し得る限度で、それ以上の階数になると特殊の基礎工法によらねばならぬため不経済となるし、場所によつては設計が不可能にもなりかねない。このような点、および上部構造の経済性をはかる意味から建物の軽量化が重要な課題となつてくる。

耐震設計法については、振動論的にみて、高層になれば、建物の固有周期は伸びて設計震度を小さく押えることが出来ることは周知の事実であつて、残された問題は地震時における建物の変形、転倒、等である。

耐火性に関しては現行の S、R、C 又は R、C、構造ならば、構造的には問題は少いが、軽量化を考えれば、鉄骨構造又は軽量コンクリート構造となり、耐火被覆の性能が、問題として残る。

部材の耐力については、現行の耐震法規および S、R、C、構造で設計するとすれば、相当大きな部材断面を必要とし、かつ柱と梁の接合部等は設計困難にもなりかねない。

このような観点から、将来の高層建物の形態は、柱・梁等をラスモルタル等で耐火被覆した鉄骨構造とするか、又は極度に軽いコンクリートで被覆した鉄骨軽量コンクリート構造とし、床板はいずれの場合でも軽量コンクリートの現場打又はプレキャスト板か P、C、構造等を用いると考えられる。而して、このような構造により前記の諸問題を解決することが可能となるであろう。

一方、建物のプレファブ化については、建築界全般の課題であり、諸兄により不断の努力が続

※ 芝浦工業大学

※※

〃

けられている。プレファブ化による利点は、(1)工期の短縮、(2)量産による経済化、現場労務費の節減等による工費の低減化、(3)部材の品質・精度・機能の向上、等が挙げられる。一方、プレファブ化に際して問題となる点の主なものは、(1)企業性、(2)部材の規格化、(3)部材の運搬、(4)組立技術・精度、(5)部材の接合、特に柱と梁の接合を剛節とすること、等である。現在普及しつつあるP、C、構造は、或る面ではこれらの問題を解決して発展している。しかし高層化の問題がさらにプレファブ化を困難にし、問題を複雑化すると考えられる。

一般のS、R、C、構造のプレファブ化においては、部材を鉄骨軽量コンクリートとし、現場で鉄骨部分を溶接・鉚・ハイテンボルト等によつて接合し、後でコンクリートを目地に充填する方法を採れば、(3) (4) (5) の問題は解決出来ると考えられる。

こゝに述べる試案は、建物の高層化とプレファブ化を考慮した構造法に関するものである。

2. 構造体のプレファブ化

以下において鉄骨軽量コンクリート構造のプレファブ化について考案を進める。

2-1. 柱

柱は設計応力としてM、N、Qをうける部材である。而して一般のビルディングでは軸方向力が割合に大きく、応力分布は圧縮応力となることが多い。このような部材に対しては、コンクリートが有利であることは周知である。もしコンクリートに代るべき材料として鉄を用いるならば、鉄骨のうちでも、鋼管又はWide Flange が最もよいことになる。それ故こゝでは柱として鋼管を用いる。(図1)

鋼管柱とした場合の利点を次に挙げる。

(1) 鋼管の製作はビルディングに用いるような径の大きい

ものは、鋼板を用いる電縫鋼管が大部分であるから、普通の鉄骨柱と比較して、鋼材費、製作費が節減される。

(2) 柱の応力によつて任意の位置で肉厚を変えることが容易である。

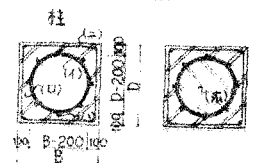
(3) 製作期間が短縮出来る。

(4) 鋼管内部を設備用配管スペースとして利用出来る。断熱性を必要とする場合も被覆軽量コンクリートがその役割を果す。

(5) 鋼管内部にはコンクリートを打たずに中空とすれば上記の利点のほか、重量軽減に役立つ。

又、耐火被覆を別に考慮すれば、座屈防止のため、内部

図1 部材断面



- (1) Steel Pipe
- (2) 軽量コンクリート
- (3) 鉄筋とスポット溶接
- (4) フォーム
- (5) 現場で軽量コンクリートを打った場合

に仮枠なしでコンクリートを充填することも出来る。

(6) 防錆については、最近の塗装技術の進歩によつて問題ないと思われる。

(7) 設計図書が簡略化される。

一方、被覆軽量コンクリート（比重 1.3 程度）を単に耐火の目的のみでなく、鋼管柱の座屈防止の目的で用いるときは、コンクリートの亀裂の防止も考えてフープを設ければ充分その目的を果すことが実験※から明らかであるし、さらにコンクリートと鋼管の付着応力を増すためには、鉄筋を鋼管面にスポット溶接すれば良い。

柱重量は、断面が 800×800 、鋼管径 600、長さ 8 m の場合を例にとると、fu II 断面では軽量コンクリート（比重 1.5）で 7.8 ton となり、中空とすれば、4.25 ton で fu II 断面の 0.55 となる。なお中空柱の断面算定については実験中である。

2-2. 梁

梁は M と Q の応力をうける。この場合も上、下弦材及びラチス材として鋼管を用いてもよいが、柱との接合の困難性を考えると、T 形鋼または H 形鋼が有利である。而して、Shear の少い場合は T 形鋼に鋼板、鉄筋等のラチス材を溶接する T 形ラチス梁がよいと考えられる。

図 2) T 形ラチス梁の利点は次の諸点である。

(1) 柱との接合が容易である。

(2) 鋼材の節約が可能となり、従つて製作費の節減が可能となる。

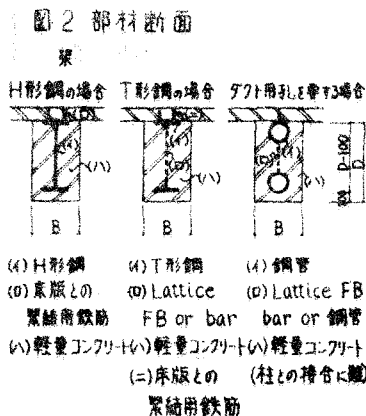
(3) 溶接する場合、溶接歪が少く、溶接長も少い。

(4) 床板との接合用としてフランジに鉄筋をスポット溶接できる。

梁は重量が割合に小になるため運搬上は余り問題とはならない。例えば断面を 700×400 として $l = 7$ m の場合、軽量コンクリート（比重 1.5）では 3 ton にすぎない。

2-3. 柱と梁の接合部

プレファブ化で最も困難であると考えられている点であるが、柱に鋼管、梁に T 形鋼を用いれ



※小高昭夫他「鋼管柱の座屈に対するコンクリート被覆の効果」建築学会 1962 大会 学術講演要旨集

ば割合に簡単である。(図3)而して、鋼管柱とH形鋼を用いた梁との接合部に関する最近の、
 研究※によれば、普通の接合部と比較して充分の剛性と強度が得られている。但し鋼管内部を中空
 とした場合は、破壊が梁フランジの捩れ座屈によつたと報告されているが、耐力、剛性は充分認
 められている。それ故、中空柱の場合は、フランジ面を貫通させて、鋼管柱を切断する方法を採
 ればよい。また鋼管柱を隅柱、側柱として用いた場合も、鋼管は方向性がないので、接合が比較的
 容易である。(図3)

2-4. 床板および床板と梁の接合

床板は、普通又は軽量コンクリートのプレキャスト床板、

図3 梁と柱の接合部

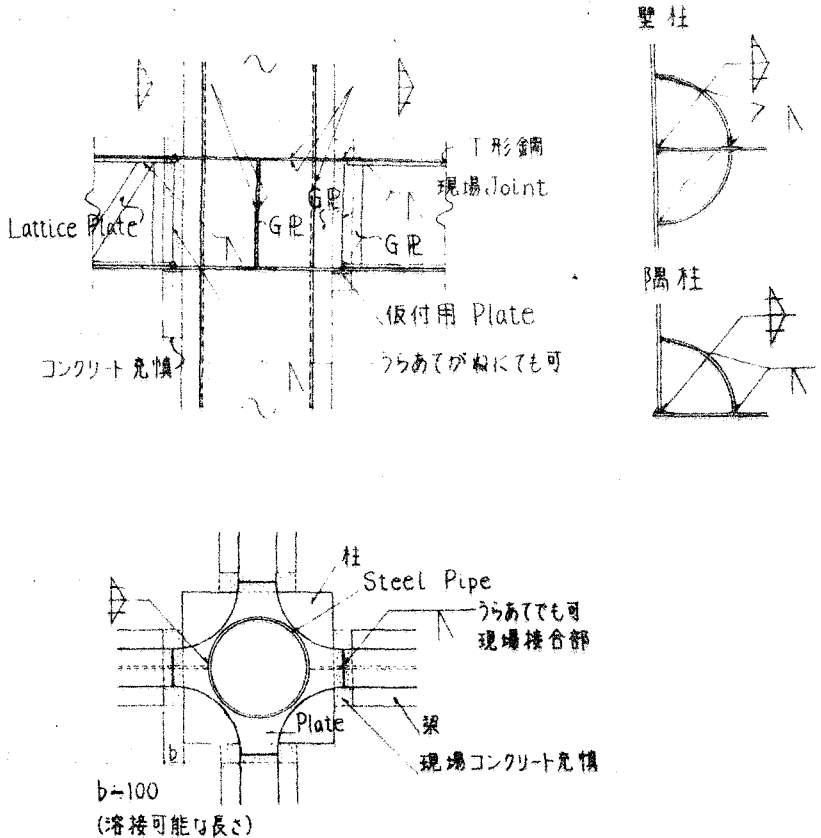


図3註

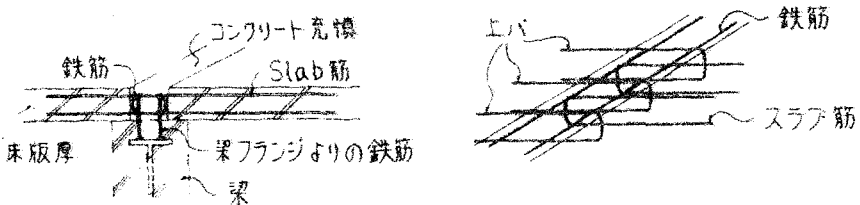
※谷資信他「鋼管柱を利用した鉄骨鉄筋コンクリート構造」建築学会関東支部研究会 1962年6月

図3註

- (1) 端曲げモーメント大なる場合は、現場接合部を柱より離れた位置に設ける。
- (2) 現場接合をリベット又はフリクションボルトによる場合は b を大きくとる。
- (3) 柱内部にウェブ板を貫通させてよい。
- (4) 引張板を設け得ざる場合は、鋼管の接合部々分のみを厚くする。
- (5) 梁フランジを貫通させてもよい。(但し鋼管内部をダクト用とする場合は不可)かダブルTスラブを用いればよい。たゞ床板は耐震的に地震時剪断力を伝達する要素であるから、一枚の板として出来上つた場合に剪断力に耐える必要がある。

一方鉛直荷重に対し、梁との接合部でも曲げモーメントを負担出来ることが好ましい。このような方法としては、図4のようにすればよい。※又最近の研究によれば※※※梁と床板との接合部の耐力は充分保持出来ることが認められている。さらに床板をリフトスラブ構法によれば、普通床板と変りない剛性も強度も期待出来るであろう。

図4 梁とSlabの取付法



2-5. 大梁と小梁の接合

柱と梁の接合に準ずればよい。

2-6. 耐震ブレース

ブレイクアップ形式の場合は耐震壁に代るものとして、耐震ブレースを用いると有利である。

床水平ブレースは梁と床板の接合が完全ならば設けなくともよいが、設ける場合の一例を示す。

(図5)

※ Günter Utescher: Bruchversuche über Verbindungen von

A Fertig-mit Ortbetonbanteilen Beton- und Stahlbetonbau 1961年2月号

※※上野試他「プレキャスト床板合桁の大型模型実験について」土木学会第17回年次学術講

演会講演概要

以上のような方法で柱・梁・床板等は工場生産され、現場へ搬送される。

3. 現場における組立

基礎は現在と同じように施工する。一方、工場生産された部材は基礎の施行終了と同時に現場に搬入され、組立が始まる。

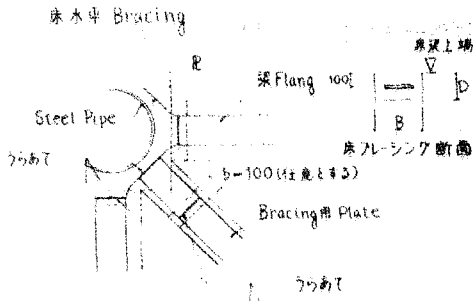
3-1. 組立法

図6において、柱①は図7に示すようにベースプレートに鋼管を溶接し、アンカربولトを緊結する。直ちに柱脚部にモルタルを充填しても、柱と梁の接合部に余裕があるので精度上は問題ないと考えられるが、困難な場合は柱と梁を取付けてからでもよい。コンクリートの充填は図示のようにスラブを置いて打てば型枠不要で、上が隙く心配もない。この際充填をよくするため柱脚部のコンクリートは斜めにしておく。次に図3のように梁②を柱①に現場接合する。なお現場接合は原則として溶接によるが、鉚又はフリクションボルトでも良い。夫々の場合に応じてコンクリート充填中は変える。

水平ブレース、耐震ブレースは図5のように現場接合する。

柱の接合は図7に示す。

図5 床 Slab 又は 耐震 Bracing



(註) Bracing の太さと如何に防くか 床スラブより劣る

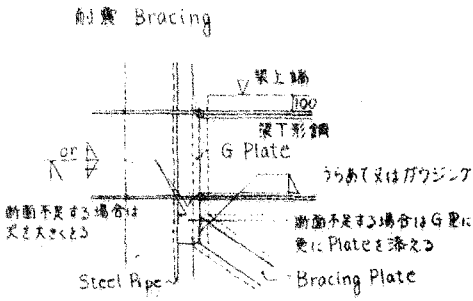


図6 骨組の形成

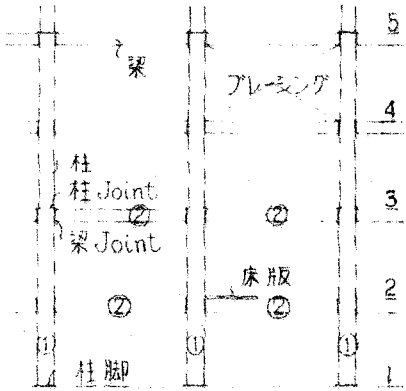


図 7 註

梁・ブレースング：突合せ溶接。

コンクリート充填部
を大きくとれば鉄又
はフリクションボ
ルトも可。

柱の接合：P、L、の直上で接合する場合も図 7-a に準ずる。すなわち図中 Plate b の代りに接合用 Plate を用いても可。
設備配管に支障なき場合は、Plate b は鋼管内に入れてもよい。

床板は乙階より順次組立て、図 4 のように現場接合する。

このように順次上層に向つて組立は進捗し、構造体の組立が完成した下階より仕上工事が始められる。

3-2、ラーメン部材の組立

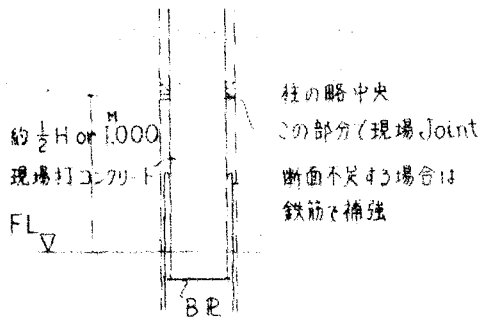
2-3、及び図 4、で述べたような方法で現場接合される。

このような組立法によるものであるが、この際、施工精度に充分の注意を必要とし、そのためには設計・実施に際して充分の研究を必要とする。

図 7-a 柱の現場 Joint.

柱脚

柱脚に引張力が生ずる場合



柱脚に引張力が生じない場合

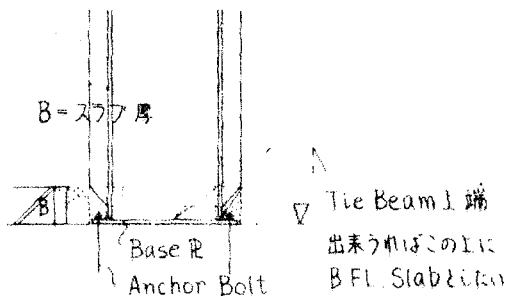
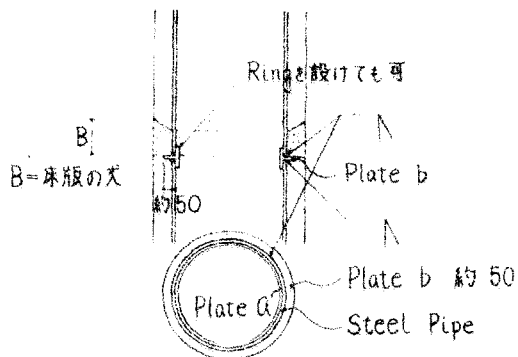


図 7-b 柱の Joint.



4. む す び

以上述べた工法の特長を要約して次に列挙する。

- (1) 鋼管柱及び軽量コンクリートの使用によつて工場生産部材の重量が軽減され、建物重量の軽減化ならびに運搬・組立が容易となる。
- (2) 鋼管柱・T形鋼を用いた梁の使用によつて、鋼材費ならびに鉄骨製作費が節減され、製作期間も短縮される。

また、設計図書が簡略化される。

- (3) 鋼管柱を中空とすれば、設備用配管スペースとして利用出来るし、重量も軽減される。
- (4) 鋼管は剪断耐力が大であるから、接合部の剛性耐力が増大し、かつ通常の鉄骨構造よりも接合工法が容易である。
- (5) 高層、低層を問わず、ブレファブ化が可能であるから、1.に述べたブレファブ工法の利点を全て持つことが出来る。

本報告で、建築物の高層化ならびにブレファブ化に関する筆者の考えている工法について述べた。ただ飽くまで一試案であるから、実現化のためには、更に多くの基礎的研究を必要とし、解決しなければならない数多くの問題が包含されている。すなわち、企業化の問題、部材の選般に伴う軽量化と道録事情、工場生産ならびに組立の技術、施工精度、耐火性態、部材ならびに接合部の強度、工場生産に伴う規格化の問題等である。

おわりに：本報告に述べた内容は、昨年1月以来、横河工務所・中里氏、日本鋼管・上野氏等と一緒に考案検討し、4月頃より基礎的研究に入つたもので、最近、建築物の高層化やブレファブ化が論議的となつているので、こゝに筆者らの考えている工法について概要を述べたものである。こゝに前記二氏に厚く感謝致します。