

日本大学生産工学部図書館の構造性能に関する研究

－ 空中架構方式の構造解析 －

日大生産工(院) ○戸梶 剛志 日大生産工 藤本 利昭

1. はじめに

昭和35年の建設省告示の改訂により、プレストレストコンクリート (Prestressed Concrete:以下PC)の柱および梁を高さ16m以下の建築物に対し使用することが認められた¹⁾。日本大学生産工学部図書館もその時代に建設された建物の1つであり、設計：大高正人，構造：木村俊彦の協働作品で、躯体にPCを使用した先駆的で突出した事例と考える。

この建物の閲覧室棟は PC 部材による空中架構方式²⁾を採用している。この方式を構成している鉄骨鉄筋コンクリート (Steel Reinforced Concrete:以下 SRC)造大架構は建築基準法の新耐震設計法以前の建物であることから、保有水平耐力の検討は行われていない。

そこで本研究では、建物概要、空中架構方式と大架構の詳細を示すとともに、平面フレームにモデル化した大架構に対して荷重増分解析を行い、構造性能の検証を行う。

2. 建物概要

2.1. 建物概要

建物概要を表1に示す。日本大学生産工学部津田沼キャンパス南西に位置する図書館は、1998年に耐震補強され現在も利用されている。中2階に受付があるラウンジ棟を中心に、その後方に8階建て高さ31mの書庫棟が、両脇に3階建て高さ13mの2つの閲覧室棟が位置している。ラウンジ棟はT型のPC部材を天井に用いることにより大空間を作り出しており、2つの閲覧室棟と一体となっている。

表 1 建物概要

竣工	昭和48年（1973年）
用途	図書館
構造	SRC造、RC造、PC造
階層	地下1階、地上8階、塔屋2階
建築面積	1711.39m ²
延床面積	5181.68m ²

2.2. 空中架構方式

空中架構方式の梁間方向軸組図を図 2 に示す。空中架構方式とは、大架構に 3 階部分の柱・梁部材を載せ、2 階部分の柱・梁部材を吊り下げる方式である。詳述すると、まず大架構の上に 3 階部分の梁 PG3 を 2.7m 間隔で架け渡し、この PG3 から 3 階部分の柱 PC3 を立ち上げ、さらに PGR を結んで 3 階部分が形成される。また大架構から 2 階部分の柱 PC2 を片側に吊り下げ、2 階部分の梁 PG2 を結ぶ。PG2 から 1 階部分の柱 PC1 を架け替えて配置し、1 階の閲覧スペースを確保している。これにより 1 階部分と 2 階部分を形成し、立体架構を完成させている。これらはすべてプレキャスト部材である。

3. 大架構

大架構桁行方向軸組図を図3に示す。空中架構方式を構成する大架構は、高さ11.1m横幅40.5m、1層3スパンの両端5.4mの片持ち梁を

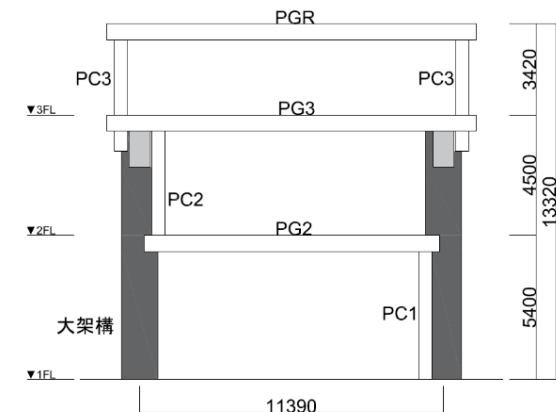


図 2 空中架構方式梁間方向軸組図

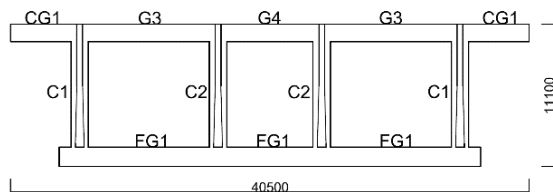


図 3 大架構桁行方向軸組図

Study on the Structural Performance of the Library of the College of Industrial Technology, Nihon University

－ Structural Analysis of Aerial Structure Systems －

Tsuyoshi TOKAJI, Toshiaki FUJIMOYO

有した架構となっている。柱脚部分は3スパンを地中梁で繋いでいる。図4に柱断面図を示す。柱は両端(C1)2本と中央(C2)2本の計4本で構成されている。ともに十字形断面であり、柱頭から柱脚にかけて柱幅が縮小していく形状となっている。図5に大梁と地中梁の断面図を示す。大梁は中央部(G4)1本、G4の両端(G3)2本、両端片持ち梁(CG1)2本がそれぞれ柱頭で、地中梁(FG1)3本は柱脚と接合されている。すべての柱および梁には、鉄骨部材として山形鋼(L-130×130×12)が挿入されており、これらを帯板で繋いでいる。また、主筋としてD25が配筋されており、梁にはさらに腹筋D22も配筋されている。

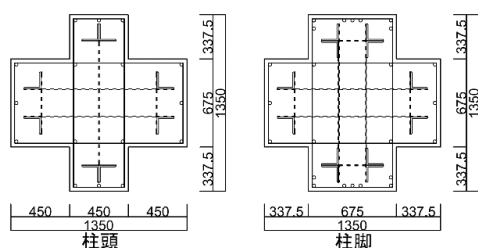


図4 十字形柱断面図

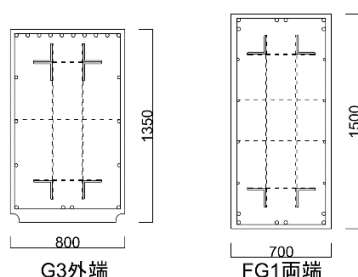


図5 大梁(左)および地中梁(右)断面図

4. 増分解析による検討

4.1. モデル化および解析方法

荷重増分解析は大架構を対象とした平面フレームモデルにより行った。柱および梁には求めた断面性能を入力し、柱の部材耐力は文献3)を参考に鉄骨部分とRC部分の終局曲げ耐力を累加することによって計算した。梁は鉄骨部分と鉄筋部分のみに置換した単純累加として上端と下端に分けて入力した。コンクリートは $F_c=21\text{N/mm}^2$ 、ヤング係数は $E=25.6\text{kN/mm}^2$ 、せん断弾性係数は $G=11.0\text{kN/mm}^2$ として計算した。また、架構の接合部はすべて剛接合、柱脚部分は固定端とし、せん断変形を考慮した。解析ソフトはSuper Build/FA1⁴⁾を使用した。

解析は大架構両端のCG1先端同一方向にそれぞれ水平力を与えた。この時、せん断降伏ならびに圧縮降伏発生時は解析を終了することとし、部材角の上限は $1/200(\text{Rad.})$ として設定した。

4.2. 解析結果

解析において、せん断降伏と圧縮降伏は発生せず、部材角 $1/200(\text{Rad.})$ に達する前に終了となった。図6に塑性ヒンジ発生箇所を示す。番号は発生順を表している。図6より塑性ヒンジは大梁端部から順に発生し、柱頭柱脚などすべての節点に発生した。このことから全体崩壊系と見なして良いと考えられる。図7に層せん断力-層間変位関係のグラフを示す。図中の黒塗りプロットは大梁が終局耐力に達した時を、白塗りプロットは解析終了時を示す。それぞれの層間変形角は、 $1/624$ 、 $1/265(\text{Rad.})$ であった。

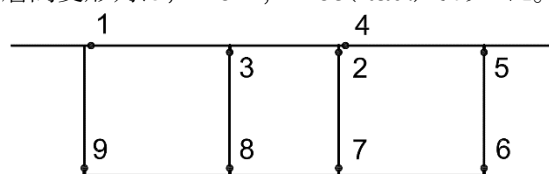


図6 塑性ヒンジ発生箇所

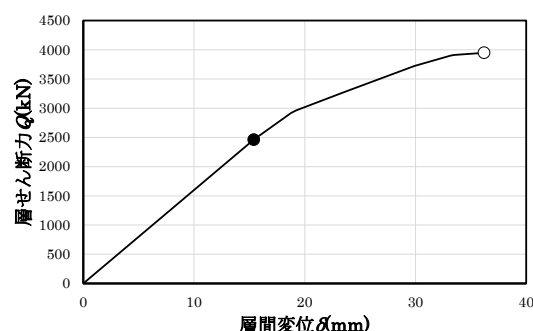


図7 層せん断力-層間変位関係

5. まとめ

本研究では日本大学生産工学部図書館の大架構を平面フレームにモデル化し、荷重増分解析を行った。得られた知見を以下に示す。

- ・解析の際、せん断降伏や圧縮降伏などの脆性破壊は発生しなかった。
- ・塑性ヒンジはすべての節点に発生し、全体崩壊系であると考えられる。
- ・大梁が終局耐力に達した時および解析終了時の層間変形角は、それぞれ $1/625$ 、 $1/265(\text{Rad.})$ であった。

参考文献

- 1) 岡本剛：会誌プレストレストコンクリートVol.4, No.6, プレストレストコンクリート工学会, p.2-3, 1962.11
- 2) 木島昇：建築文化, 彰国社, p.90-98, 1974.3
- 3) 日本建築学会：鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説, 2014
- 4) ユニオンシステム株式会社：任意形状平面フレーム応力解析ソフトウェア, 任意形状平面フレーム応力解析ソフトウェア『Super Build/FA1』 | 建築構造計算ソフトウェアのユニオンシステム (unions.co.jp), (参照 2022-10-10)