

大正時代後期に建てられた歴史的建造物の解体調査および実大フレーム載荷実験

その1 解体部分における配筋調査およびこれより推定される当時の設計方針

正会員 ○塩手 博道*1

正会員 沢崎 詠二*1

正会員 北島 英樹*1

正会員 高島 秀雄*2

低強度コンクリート 米国式カーンシステム 解体調査
付着強度試験 実大フレーム載荷試験

1.1 はじめに

関東大地震では、鉄筋コンクリート造は概して被害が少なかったが、米国式構法によるものや、配筋が不備なものは被害が発生した。関東大地震の教訓を受けて、大正8年に公布されていた「市街地建築物法」が大正13年に改正されたが、それ以前の建物は関東大地震の被害を考慮した耐震設計は行われていない。この時代の建物は、明治維新以降、西洋の建築技術を学んできた日本の技術者が自立して建設し始めた鉄筋コンクリートの過渡的なものであることから、歴史的・文化的に価値が高い。そこで本報告では、関東大地震以前に設計された建物の一部を保存再生する計画に伴い、当時の技術を伝える観点から、解体部分における配筋調査および載荷試験等を行い、その建設方法や耐震性能についての報告を行うものである。

1.2 解体部分における配筋調査

今回調査を行った建物は、略中字形(日の字)プランの鉄筋コンクリート構造のラーメン構造であり、梁間方向はラーメン構造、桁行き方向は365~265mm厚さの袖壁付柱で耐震性を発揮しており、壁率は75cm²/床m²程度である。床は1~3階でリブ付スラブを使用し、波形加工した鉄板を捨て型枠として使用する等の、当時アメリカで流行した建築技術を積極的に採用している。

配筋調査の結果使用されている鉄筋の種類は、主に梁下端に使用されている「カーンバー」(図1.1参照)、柱主筋および梁上端に使用されている「コールゲートッドラウンドバー(以下コールゲートッドバー)」(図1.2参照)の2種類が確認された。これはカーンバーとコールゲートッドバーを組み合わせたアメリカ式異形鉄筋システム「カーンシステム」が採用されていると考えられる。

柱のフープは各階共に6φ@200であり、フープの定着は重ね継手である。重ね長さは測定した部分で42cm程度であり70dである。現在の基準では丸鋼の重ね継手はフック付で45dであり、フック無にするとフックの負担率は鉄筋応力の1/3を伝達するから、45d×3/2=67.5dが必要となるので、フープとしての耐力が期待できる。

梁については、ハツリ調査を行った結果、梁の主筋はカーンバーとコールゲートッドラウンドバーが使用されており、せん断補強筋(スターラップ)は全く無く、カ

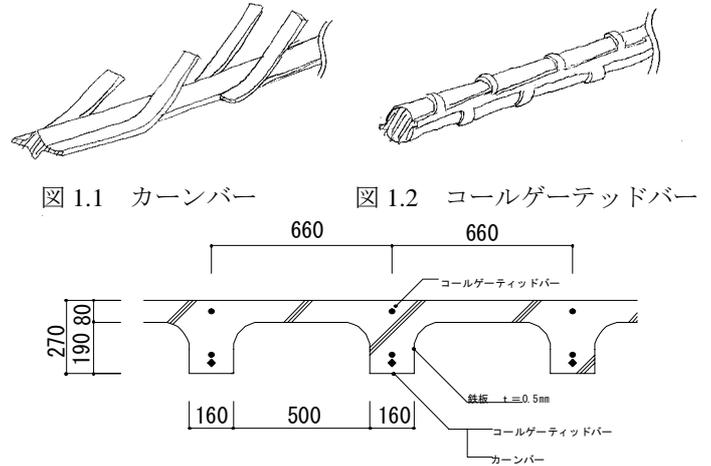


図 1.1 カーンバー

図 1.2 コールゲートッドバー

図 1.3 リブスラブ

ーンバーのウイングがせん断補強筋の役割を担っていたと考えられる。梁端部に配筋した上端筋がベンドして下端筋になっているため、梁の中央部は上端筋が無い。建設当時の設計法は鉛直荷重のみに対する検討であるので、梁は単純支持梁で応力計算し、中央部下端の曲げモーメントが鉄筋の降伏強度以内であることを確認して設計したと思われる。梁端部下端筋のカーンバーの定着長さは、柱中央程度までとなっており十分な長さはない。また、端部の垂直ハンチ部分はコールゲートッドバーによるハンチ筋が配置されている。

スラブはリブ形式のスラブとフラットな形式の2種類が使用されている。リブ付スラブ(図1.3参照)では波形加工をした鉄板をリブ間の捨て型枠として使用されている。リブ下端筋にはカーンバーが使用され取り合う大梁幅中央までの通し配筋となっている。リブ上端筋はコールゲートッドバーが使用されスパン中央では下端へベント配筋されている。

その他の配筋については、壁厚は柱に付く外壁袖壁で365および265mm、内壁で120mmであった。柱に付く袖壁の配筋は、縦横筋共にφ9で220mmのピッチでダブル配筋であった。

杭は砂礫層を支持層とする長さ1.0~1.05m程度のコンプレッソル杭で、地中に穴を開け、その中に粗骨材に玉石や砂利を用いた硬練コンクリートを投入し突き固めた工法が採用されている。

表 1.1 平均かぶり厚さ

部 材	鉄筋種類	平均かぶり厚さ
柱(室内側)	主筋	94mm
梁	主筋	53mm
壁(室外側)	壁筋	55mm
基礎	主筋	136mm

基礎についても上部構造解体後に掘削をし、基礎形式 F1、F2、F3 のハツリ調査を実施した。F1 は、正方形 (1230 mm×1230 mm)、F2 は、長方形 (1200 mm×2880 mm)、F3 は、三角形 (一辺 2400 mm) の形状をしている。基礎のベース筋は基礎形式 F3、F2 はカーンバーとコールゲートドバーで、F1 はコールゲートドバーを使用しており、杭頭つなぎ筋はすべてφ19だった。

またかぶり厚さは上部構造 20～190mm、基礎 100～180mm の範囲にばらついており、平均は上部構造 70mm、基礎 136mm であり、かぶり厚さの現行基準はほぼ満足している。(表 1.1 参照)

1.3 配筋詳細図から推定される当時の設計方針

以上の調査結果を踏まえた復元配筋詳細図を、図 1.4 に示す。これから考察される当時の設計方針を以下に示す。

- ①大正 8 年 (1920 年) 市街地建築物法では鉛直荷重のみを考慮して設計が行われていたと考えられるが、このことが配筋形状から確認できる
- ②7.28m の大スパン部分は、弾性剛性と仮定し大梁端部に生じる曲げモーメントに対し現行基準の鉄筋の長期許容応力度以内を満足できないほど主筋量は少ない。これより、建設当時の設計方針は、「大梁は単純梁で応力計算し、中央下端の曲げモーメントが鉄筋の降伏強度以内であることを確認すること」であったと推定される。
- ③梁上端がひび割れモーメントに達し、梁中央下端へ応力が再配分されても中央下端筋の量は十分なため、使用上の支障が生じなかったものと考えられる。
- ④大梁下端筋の定着長さが柱中央程度までであることから、下端筋の引張を想定せず、地震力に対して設計するという発想がなかったことが確認できる。設計当時の設

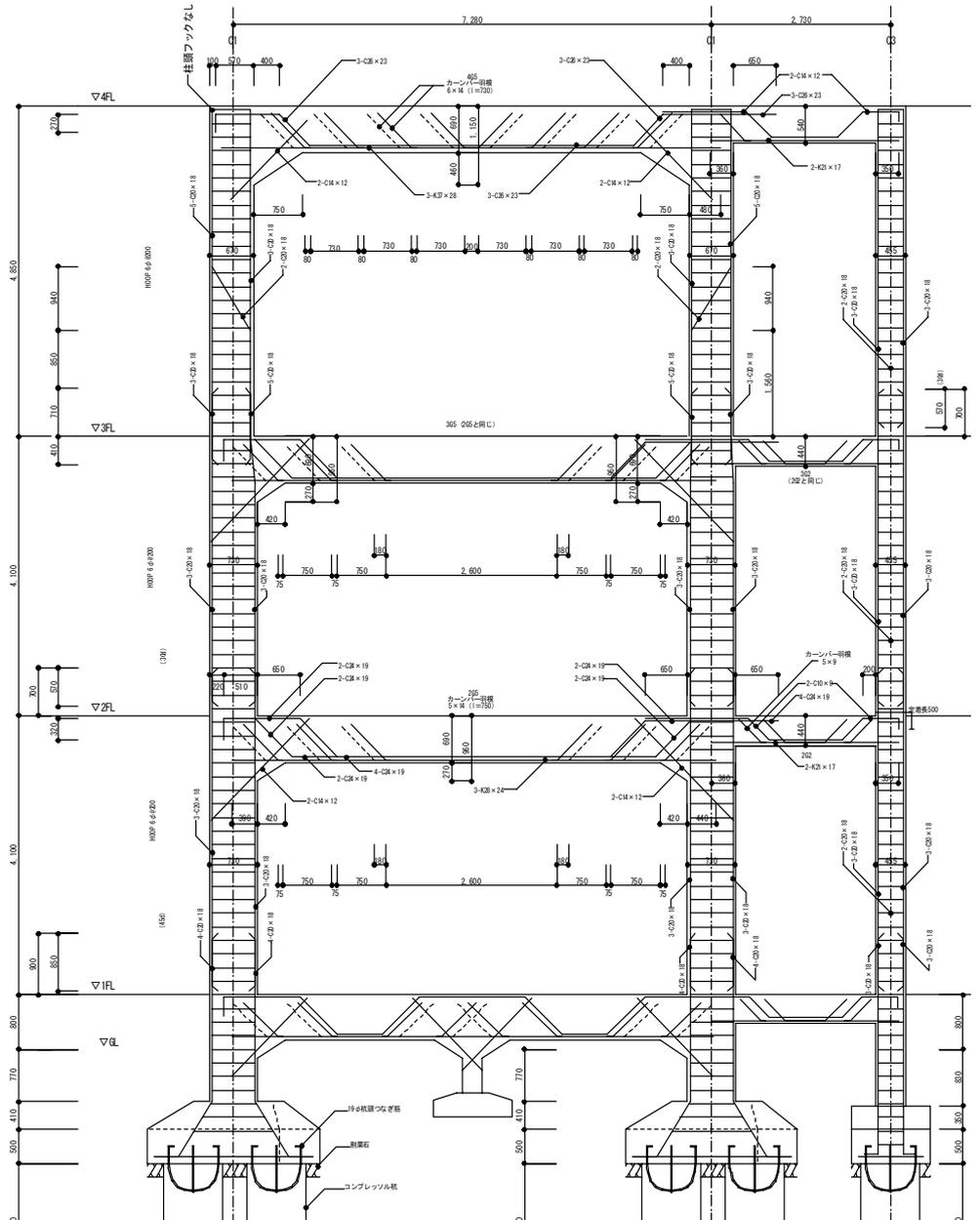


図 1.4 復元配筋詳細図

計用荷重ケースである常時荷重に対して鉄筋の降伏点強度を使って部材の設計を行っていたと考えられる

- ⑤大正 8 年 (1920 年) 市街地建築物法によると、コンクリートに生じる圧縮応力度の限度を 45kgf/cm^2 、せん断応力度の限度を 4.5kgf/cm^2 と定めている。現行基準では、コンクリートの設計基準強度 $F_c/3$ を長期許容圧縮応力度としているため 135kgf/cm^2 に相当するコンクリート強度である。保存再生するブロックではコア抜きの結果 F_c12 であった。当時は現行規準ほどコンクリート圧縮試験を行うなどの品質管理は行われてなかったと推定され、既存建物のコア抜きによる圧縮強度にばらつきがあり、 $F_c13.5$ を満足しない試料が多数生じる結果となっていると考えられる。

材料の強度等に関する結果はその 2 で示す。

*1 株式会社 山下設計

*2 金沢工業大学 教授・工学博士

*1 Yamasita Sekkei Inc

*2 Kanazawa Institute of Technology