群馬県伊勢崎市黒羽根内科医院 旧館における X 線を用いた非破壊調査

INVESTIGATION WITHOUT DESTRUCTION OF KUROHANE MEDICAL CLINIC IN ISESAKI CITY, BASED ON X-RAY EXAMINATION

後藤 治 —*1 潮田真己 —*2
永井香織 —*3 小野 一 —*4
星 和彦 —*5

Osamu GOTO —*1 Masaki USHIODA —*2
Kaori NAGAI —*3 Hajime ONO —*4
Kazuhiko HOSHI —*5

キーワード:

X 線, 非破壊, 歴史的建造物, 木造, 壁下地

Keywords:

X-ray, Without destruction, Historic building, Wooden Structure, Wall sheathing

The existing walls of the historical building “Kurohane Clinic” (1912) were examined with the X-ray non-destructive investigation. The investigation was to confirm the way was constructed, such as the structural members, the rot of materials and the condition of the wall sheathing. It was not possible to confirm them with inspection. It would be historical buildings. As the result of the investigation, there are no bracings found. Also it is clear that the two methods were used for the wall sheathing, one is the wood lath is laid across the studs 45degree in “Okabe” and the other is the “Takekomai-sitazi” in “Shinkabe”. However, the rotten members have not been found.

1. 意義と目的

1912(明治 45)年に建てられた黒羽根内科医院旧館は、群馬県内最古の木造医院建築として、伊勢崎市の重要文化財に指定されている。その保存・活用を図るため、2002 年 11 月に市の事業として、およそ 100 m 離れた場所に曳家移転が行われた。この曳家移転にともない、X 線非破壊調査が実施された。調査は、2002 年 8 月 9 日に、事業の設計監理を委託された NPO 法人 街・建築・文化再生集団、大成建設(株)建築技術研究所、(株)ジャスト、工学院大学後藤研究室の共同によって行われた。本稿は、その結果報告である。

歴史的建造物の移築による保存活用にあたっては、出来る限り移築前に使用されている部材を再利用することが望ましい。このため、解体移築に比較して曳家移転は有利であるが、曳家移転にあたっては、工事に十分に耐えられる強度を建物が保有しているかどうかを確認する必要がある。また、一般的に歴史的建造物を改修し活用を図る場合には、構造補強が必要となることが多い。その場合、補強は最小限にとどめたい。そのためには、建物が持つ強度を正確に把握し十分に評価する必要がある。

当建物のような大壁造の近代洋風建築の場合、筋かいや間柱等の構造材の有無、壁下地の仕様、木材の腐朽状態等は、上記の強度を知る上で把握が必要な箇所にあたる。これらは、目視・打診等の簡易な調査では把握が不可能なことが多い。このため、通常は部分的に解体し、調査を行うことが多い。けれども、当建物の場合、曳家移転という方法を採用しており、出来る限り解体する箇所を最小限に留めることに意義があるという理由から、X 線を用いた非破壊調査を行うことを決定した。なお、曳家では、腰壁等の部分解体を行う場合もあるが、今

回の工事では 1 階の床のみを外し、床より下の部材を支保工で固定して揚げる工法を用いた。

通常、歴史的建造物の保存工事は、一般の工事と比較して、費用がかかるといわれる。その実態はともかく、価値を保持する上で必要な調査や工事が、費用増加を生じさせることは望ましくない。当建築が解体移築ではなく曳家移転を選択したのもそのためである。このため、今回の X 線非破壊調査も、手間や費用の上で、通常の部分解体による調査を越えない範囲で実施したものである。

今回の調査は、NPO 法人、企業研究所、大学の研究室等が共同することにより実現したものであるが、手間や費用という点でいえば、一般の設計事務所・建築士が実施することも可能なものである。今後は、一般の設計事務所・建築士が、本件のような近代洋風建築の保存工事に携わる機会が増加するものと思われる。本報告は、その参考資料としての意義も有するものと思われる。

写真 1 黒羽根内科医院旧館 北側正面

*1 工学院大学建築都市デザイン学科 助教授・工博
(〒163-8677 新宿区西新宿1-24-2)

*2 工学院大学大学院修士課程

*3 大成建設(株)建築技術研究所先端技術開発室 研究員

*4 (株)ジャスト調査診断部

*5 前橋工科大学建築学科 助教授・工博

*1 Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Kogakuin University, Dr. Eng.

*2 Graduate School, Kogakuin University

*3 Research Engineer Advanced Technology Section Building Engineering Research Institute, Taisei Corporation

*4 Japan Ultra-Sonic Testing Co., Ltd.

*5 Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Maebashi Institute of Technology University, Dr. Eng.

2. X線調査概要

2. 1 仕組み

X線の透過率は、物質の種類によって異なる。このため、2種以上の物質で構成されているものにX線を照射しフィルムで受けると、その透過の違いが濃淡の差になって現れる。これを利用して、物体内部の様子を画像として観察するのがX線調査である。

X線を照射する時間、強さはそのときの条件により変化するが、標準となるものは決まっている。まず一般的な木造建物で工業用中感度フィルムを使用した場合、管電圧100kV、照射時間10秒を標準としている。コンクリート造では医療用高感度フィルムを用いて、管電圧100kV、照射時間10秒を標準としている。ちなみに木造で高感度フィルムを用いて撮影する場合は、管電圧60kV、照射時間3秒で行う。画像の質を良くするためには、低感度のフィルムを用いて照射時間を長くし撮影を行うことが一般的である。

撮影された画像の濃淡の差によって、見付け方向の部材形状や寸法を知ることができる。また、木材内部の金具類のような、材質の異なる物体についても、材質の違いや形状を判断することができる。部材の見込み寸法や腐食の程度は、観察しながら照射時間、強さを調節して、何度か撮影していくことにより知ることができる。

2. 2 装置

今回使用した機器は工業用のX線装置で、通常は金属の溶接部の検査等に用いられているが、建築用としても各種の調査に既に用いられているものである。フィルムは、寸法252×302mmで、比較的感度の低いものを使用した。機器・フィルムの仕様詳細は次の通りである。

本調査のX線の照射時間は10～20秒であり、壁下地の仕様や壁厚により多少異なった。

探査機器 RIX-200MC、理工電機株式会社製

出力：管電圧60～200kV、管電流3mA

フィルター：アルミニウム2mm

X線管：セラミックX線管 焦点寸法2×2mm

電源 AC180～AC240V 50/60Hz 1kVA

寸法・重量：発生器 196×196×480mm 14kg

制御器 390×349×197mm 16kg

2. 3 調査箇所・方法

黒羽根内科医院旧館は、ほぼ総2階の建物で、1階は内科医院のための施設で、2階に客間などの施設がある。外観はドイツ下見板張りで、腰蛇腹、化粧柱、また軒蛇腹の下に、軒下小壁を入れており、洋風のデザインである。内部は洋室と和室の両者がある。洋室は大壁で窓枠や天井枠には装飾が施されており、和室は真壁、畳敷きで床の間もある。

調査は、図1に示した箇所について行った。内容を具体的にまとめると次の通りである。

- ① 1階薬局南面壁中央部 間柱の有無、壁の仕様
- ② 東面階段室2階 間柱の有無、壁の仕様
- ③ 1階診察室 筋かい・間柱の有無、壁の仕様
- ④ 1階応接室 壁の仕様
- ⑤ 西側階段室吹抜け部 筋かい・間柱の有無、壁の仕様
- ⑥ 2階寝室押入 壁の仕様
- ⑦⑧ 東側面 胴差し廻りの腐朽状況
- ⑨ 玄関扉上部 胴差し廻りの腐朽状況

図1 調査箇所

図2 撮影位置

写真2 撮影配置

撮影は、次の手順で行った。まず、撮影位置(今回は壁)に、マーキング後、直接フィルムをテープで貼り付けた。次に、撮影位置を挟むように、フィルムを貼り付けた面の反対側にX線発生装置を配置し、X線を照射した。撮影後、フィルムを現像し、画像の濃淡によって内在物の有無、形状等を判定した。通常は、X線照射時間や強さを変え何回か撮影を行うが、今回は費用との関係から1箇所1回の撮影に留めた。計21枚(①4枚、②2枚、③2枚、④1枚、⑤2枚、⑥1枚、⑦2枚、⑧1枚、⑨6枚)の撮影を行った。撮影箇所により枚数が異なるのは、撮影対象面積の違いである。

3. 建築分野における既往のX線調査

3. 1 一般建築物

最も一般的なものはRC造、SRC造の既存建物に対する穴明け、開口部新設工事のために行う事前調査である。こうした工事は、その建物を通常通りに使用している状態で行うことが多い。一般的に躯体のコンクリートの内部には、鉄骨や鉄筋だけでなく、設備配管、電気配管などが埋設されている。穴明け、開口部新設にともなう埋設管の

切断は、建物の機能の損失、作業者の感電死等の事故につながる。こうした事故を防止するためにX線調査が有効とされ、実施されている。一般的な木造住宅においては、近年、住宅の耐震性能を調査するためにX線調査の利用が増えつつある。具体的には、アンカーボルトの締め付け状況、埋め込み深さの調査、柱金物や筋かい金物の有無の調査など、接合部金物に関する内部調査の場合が多い。

3. 2 歴史的建造物

木造の歴史的建造物についての既往の調査事例としては、早期のものとして、中尊寺金色堂と桂離宮がある。両者ともに、東京国立文化財研究所が実施したもので、中尊寺では、1961年度に四天柱の調査が、桂離宮では、1973年度に古書院、中書院、楽器の間、1980年度に新御殿の調査が行われている。近年は、本建物と類した近代洋風建築や近代和風建築といった、近代の歴史的建造物にも対象が広がっている。新宿御苑洋館御休所・同御涼亭(東京都新宿区)、起雲閣(静岡県熱海市)は、その例である。こうした例はあるが、歴史的建造物に対する調査例は管見の限りではまだ少ない。

これらの調査では、木材の腐朽・虫害の状況、壁下地の仕様、壁体内の構造部材の確認等が確認されており、調査の目的・内容については当建物と類似する点も多い。ただし、調査の手間や簡易性と保存との関係といった観点からの報告はなされていない。とくに本調査と早期の調査を比較すると、使用する機器が小型化したことにより、少人数の手間で、比較的短時間で広範囲に調査が可能になった点に、違いが認められる。当建物では、前記した通り1日で調査を実施している。また調査の実質上の作業者も3人であった。

なお、近年の調査で、当建物の調査と異なるものに、法隆寺における新柱の調査がある。心柱の年輪を確認する目的で行われている。ここでは、X線調査の結果と年輪年代法により、594年に伐採されたと発表^{注1)}されている。

4. 黒羽根内科医院旧館における調査結果

4. 1 調査結果

各部における調査結果は以下の通りである。

筋かいは、いずれの場所からも発見できなかった。

①については、中央付近に鉛直部材が確認されたが、その位置関係と画像の撮影角度から、柱ではなく引き込み戸の戸当たりと推定され、間柱は確認できなかった。壁下地は木ずりが45度の角度で壁の内側と外側に別方向に打たれていることが読み取れた。

②③については、窓枠にそって間柱が存在し、扉側には柱がないことが確認された。下地は木ずりである。うっすらと写った横線は外壁側の羽目板の目地である。

④については、診察室側が大壁、廊下側が真壁となっているが、壁下地として木ずりと竹小舞と両方が確認されたことから、洋風の診察室側が木ずりで、和風の廊下側が竹小舞で、意匠にあわせて下地がかえてあると推定できた。斜め張りの木ずりは壁の中央部で縦胴縁を境に方向を変えている。また、フィルムの最下部に見られる帯状の濃い画像は貫と思われる。

⑤については、竹小舞と貫と思われる部材が確認された。⑥についても、間柱はなく、⑤と同様のものが確認された。

⑦⑧⑨については、部材の腐朽状況は判断できなかった。

①1階薬局南面壁中央部 間柱の有無、壁の仕様

②東面階段室2階 間柱の有無、壁の仕様

③1階診察室 筋かい・間柱の有無、壁の仕様

④1階応接室 壁の仕様

⑤西側階段室吹抜け部 筋かい・間柱の有無、壁の仕様

⑥2階寝室押入 壁の仕様

⑦東側面 胴差し廻りの腐朽状況

⑧東側面 胴差し廻りの腐朽状況

⑨玄関扉上部 胴差しの腐朽状況

4. 2 結果と移転工事

調査の結果、筋かいは発見できなかったことから、当建物には筋かいは無いものと判断した。また、確認できなかった部材の腐朽については、部分解体によって腐朽が無いことが判明した。

構造耐力については、筋かいは発見できなかったが、木ずりが斜め方向に打たれており腐朽も無いことから、曳家移転への耐力は保有していると判断し、壁面には補強を入れず移転工事を実施した。実施し

た結果、柱と壁の取り合いのごく一部に亀裂が入ったが、大きな破損は生じなかった。なお、X線調査以前に、目視と打診で既に胴差し腐朽を確認していた西面の壁については、曳家にもない一部が崩落したが、これは予想の範囲内であった。

筋かいは存在しないと判断されるため、移転後の活用にあたっては構造補強が必要になるが、活用のための工事はまだ着手されておらず、補強の方法については現在検討中である。X線調査、曳家移転と壁を破壊しない方法をとってきたので、床面や天井面において剛性を高めていくなど、出来る限り壁を大きく破壊せずにすむ方法をとる予定である。

5. まとめ

今回の調査によって、木材の腐朽を除き、ほぼ期待された成果が得られた。コスト面については、部分解体とその箇所の復旧にかかる手間の合計と比較して、遜色無い範囲におさまれば、保存修復の現場において、十分なメリットがあって使い易いものとなるはずである。今回の調査においては、撮影費用がその範囲に納まっており、部分解体・復旧と比較して時間的にも短縮して仕様等が確認できた。この点からみれば、X線非破壊調査は当建物については、十分に有効であったといえるだろう。

一方、X線非破壊調査には、今後の課題も残されている。以下それを列挙してまとめたい。

本調査でみたように機器の小型化によって、多くの箇所の撮影が容易になった。けれども、撮影の費用を考慮すると、撮影できる写真の大きさや枚数は、どうしても限られてしまう。当建物では、事前に建物の調査を綿密に行っていたので、調査箇所を限定することができた。つまり、撮影も部分解体もしなかった壁の仕様等は、撮影した壁と調査から推測したことになる。この点は、コストをかけずに、X線非破壊調査を行う上で、留意すべきであろう。また、今回の調査では、建物の外観からの判断で予測していた壁の仕様と、撮影結果がさほど異ならなかったため、撮影箇所を増やさずにすんだ。このことも留意すべきである。

次に、今回は1箇所1枚の撮影としたが、確実性のある画像を出すには、何回の撮影を行い調整する必要があることは概要部分で述べた通りである。今回の撮影でも、木材の腐朽状態は、1回の撮影では確認できなかった。また、撮影結果を見にくいものがあったが、これは木部塗装が剥がれていたことによる影響と推測された。こうした結果をみると、X線による非破壊調査については、今より以上に1回の撮影当たりの単価をより押える工夫と同時に、撮影回数を減らして確実性のある画像を撮影し木材の腐朽を発見できる技術開発やデータの蓄積がなされれば、より使いやすい調査方法となるものと思われる。

参考文献

- 1) 桂離宮御殿整備記録 本文編、宮内庁、1987.3
- 2) 関野克・登戸健三・石川陸郎：「X線透視による金色堂の研究」、日本建築学会論文報告集 81号、1963.1
- 3) 松原正芳・坂本功・巖文成・橋元正美：「新宿御苑旧洋館御休所について その3 構造特性調査と耐震性能」、日本建築学会大会梗概集、1999.9

注1) 奈良国立文化財研究所埋蔵文化財センターの発表 2001.2.20

[2003年4月18日原稿受理 2003年7月29日採用決定]