

梁部材サンプル 非破壊調査結果報告

1. 調査の目的

対象施設の梁部材に対して行う劣化診断について検討を行うため、非破壊調査を実施した

2. 部材の採取状況について

取外し日：2022年10月13日（木）

作業者：

取外し箇所：4階床。K13-14位置。（下図1参照。事故発生箇所近くの上階）

床裏から目視で腐朽が確認できるものの中で、取り外しが比較的容易なものを選定した。

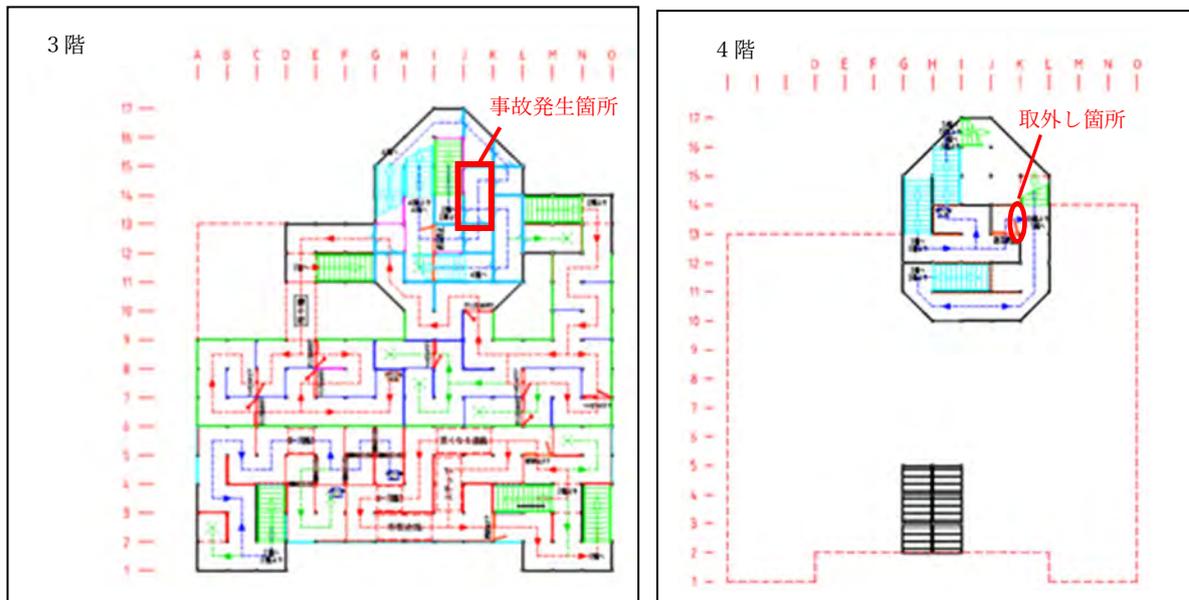


図1 梁部材採取位置 平面図

3. 取外し状況（ から聞き取り内容）：

目標の部材を取り外すために、まず周辺の梁、柱を分解した。その後目標の梁を固定しているコーチスクリュー4本を電動工具で外そうとしたが、工具の設定トルクが小さいとコーチスクリューが緩まず、トルクを上げていくと、コーチスクリューは折れてしまう。結果4本とも折れてしまった。ジャッキを使用して、柱K3とK4の間を広げで取り外した。取り外す際、衝撃で梁端部にクラックが入った可能性あり。取り外し後は、持参した部材により原状復帰した。

（ コメント：折れたコーチスクリューは当方で観察した。表面はサ

びが確認できるが、破断面をみると内部は異常なく、サビは表面のみであった。)

補足：コーチスクリューには亜鉛メッキが施されているが、メッキ処理の種類や、メッキ付着量の管理情報は不明。床受け材に使用された保存処理薬剤の銅・アゾール化合物 (CUAZ) は金属の銅を含有する。木材側に含まれる銅とコーチスクリューの亜鉛が雨水を介して接触することで、両者のイオン化傾向の違いにより、亜鉛メッキの錆が促進されることが報告されている¹。■■■■社の床組み仕様を変更したことにより、水がコーチスクリュー周りに滞留しやすい構造となり、錆びが進行しやすい環境となった可能性も考えられる。

森林総合研究所到着日：2022年10月18日（火）

受け取り内容：・梁（■■■■社製）

- ・2×4材（木ネジおよびステンレス製ボルト 4本で梁に固定）
- ・コーチスクリュー 2本（別の箇所から参考品として添付）
- ・木ネジ（梁-床受け固定用）の約半数（11箇所/19箇所）は折損



写真1 採取部材 森林総合研究所到着時

¹ 住宅と木材, p.28-29, Vol.44, No.516(2021)

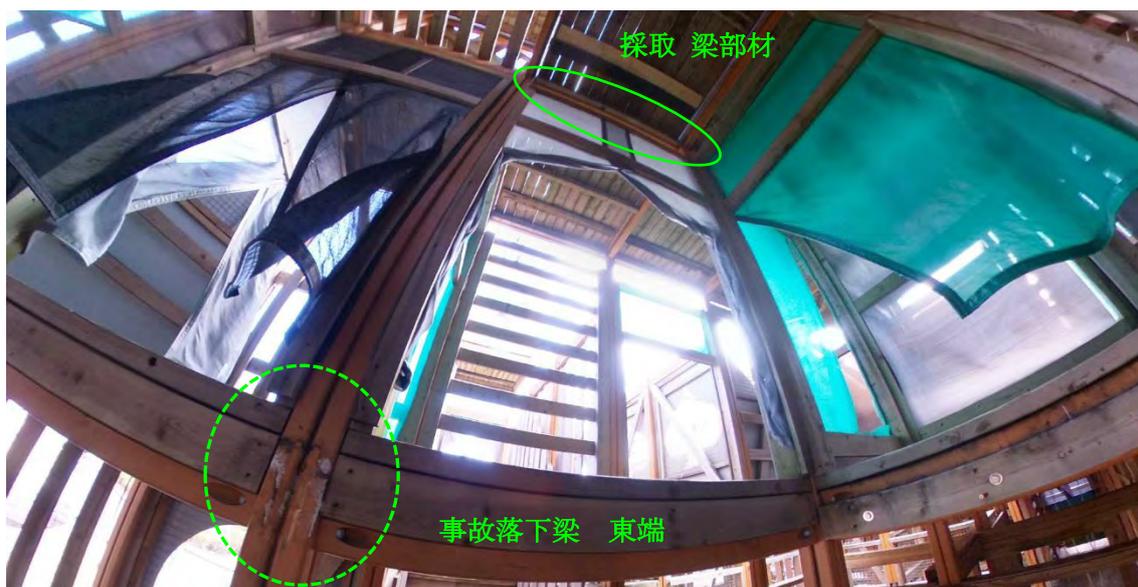


写真 2 採取位置の 360 度カメラ画像（2021 年調査時撮影）からの特定採取した梁は事故で落下した床の上階。床受け材の節の位置から方向特定

4. 採取部材の外観からわかること

床受け材の上端には菌糸と思われる樹状に広がった白い付着物がみられた。西側の床受け材と梁との接触面に沿って隙間が生じていた（図 2）。これは腐朽によって木材の実質部分が分解により減少し痩せた結果と考えられ、腐朽がボルトの外からではなく、接触面から進行したことが見て取れた。なお、受け入れ時に床受け材外側の含水率を計測したところ 15～18%であり、（高周波含水率計 Merlin HM9-WS25 型）、外側は比較的乾燥した状態であった。

5. 機器を用いた非破壊診断

測定項目：含水率、超音波伝播速度、穿孔抵抗

測定実施日： 10 月 18 日 受け入れ時含水率

- ① 10 月 20 日 含水率（電気抵抗式）、超音波伝播速度
- ② 10 月 31 日 穿孔抵抗（レジストグラフ）

① 含水率および超音波伝播速度

床受け材、梁を分離し、含水率および超音波伝播速度の分布を調査した（写真 3）。含水率は電気抵抗式の含水率計を用いて行い、床受け材と梁の接触した面の含水率を計測した。含水率を計測した箇所、超音波伝播速度も計測した。超音波の伝播方向は材の幅方向とした。図 3 に床受けおよび梁の含水率、超音波伝播速度の結果を示す。西側の床受けでは、北側の材端に向かって含水率が上昇す

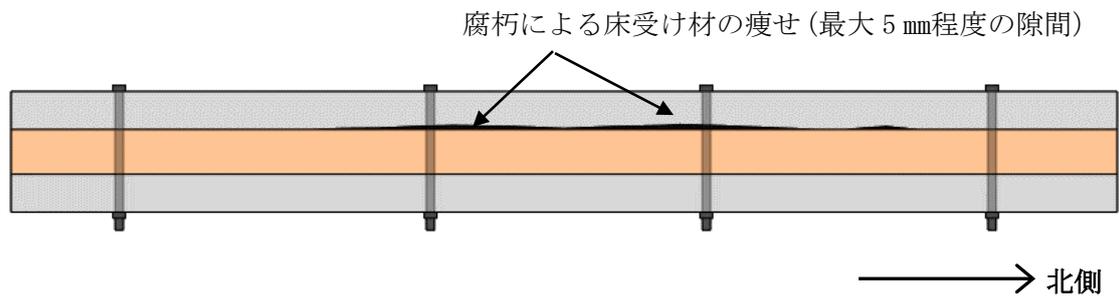


図 2 梁部材を上部から観察したときの模式図

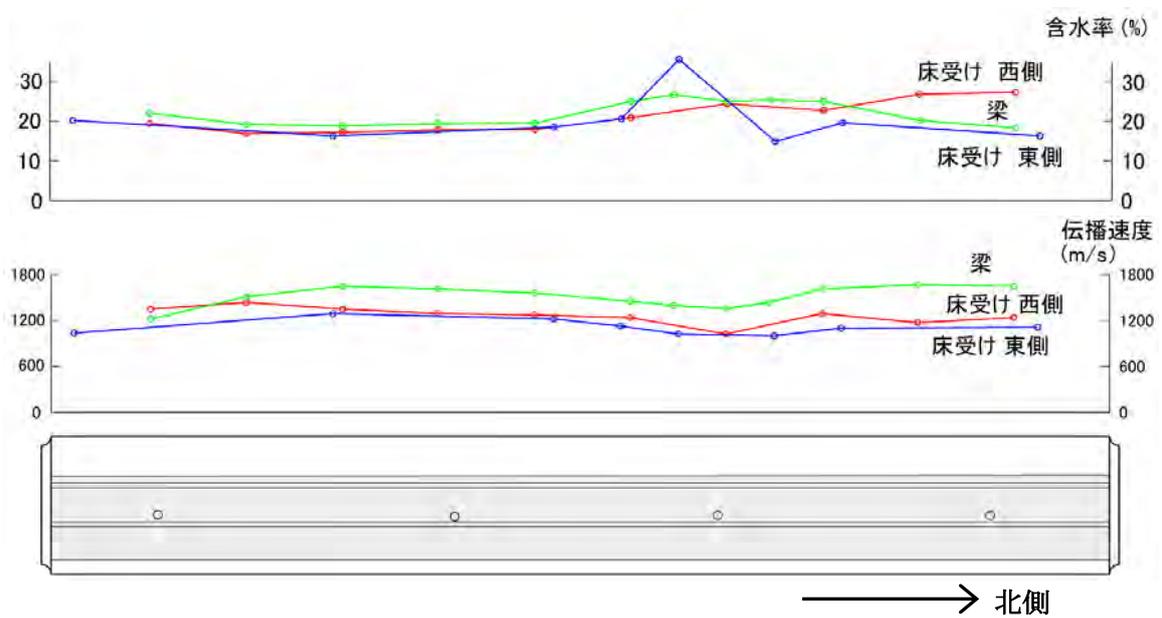


図 3 含水率及び超音波伝播速度の分布

下端は梁部材を横から見た図。灰色の部分には床受け材を表す。



写真 3 含水率 (左) および超音波伝播速度 (右) の調査風景



写真4 梁と床受け材の接触面の状況
(複数枚の写真より合成)

る傾向がみられ、梁および東側の床受けでは北側から2番目のボルト孔の周辺で含水率が高くなる傾向が見て取れた。これらの箇所は材面の観察（写真4）においても腐朽菌の菌糸に由来する白色の付着物が見られる箇所と一致しており、サンプル採取時に腐朽が進行していたため材の他の箇所よりも含水率が高い状態が維持されていたものと考えられる。

超音波伝播速度については、一般的に腐朽により木材内に空隙が生じた場合や、含水率が増加すると速度が低下する。伝播速度の分布結果をみると、床受け、梁において北側から2番目のボルト孔周辺で極小値となる傾向がみられるが、変化は含水率ほど顕著ではなかった。

② 穿孔抵抗（レジストグラフ）

穿孔抵抗は部材に電動ドリルを用いて孔をあけるときのドリルの回転抵抗の変化をモニターし、腐朽箇所を探索する方法である。ドリル先端には数mm幅のビットがついている（写真5）。写真6に示すように梁の厚さ方向に沿って穿孔し、断面のプロファイルを取得した。図4に各位置の穿孔抵抗の結果を示す。北側から2番目のボルト孔の周辺では、木材部を通過しているにもかかわらず穿孔抵抗がほぼゼロとなっており、内部腐朽しているものと考えられた。

ボルト孔は本施設の竣工後、XXXXXXXXXXでの床落下事故を受け後で追加したものである。保存処理した梁に現場で貫通孔をあけ、孔に防腐薬剤の塗布などを行わなかったことにより、腐朽菌が梁の内部に侵入しやすくなり腐朽に至ったものと考えられる。

③ その他

現場点検での検出可能性をみるため、梁の上部から軽量のハンマー打撃により打音を調べてみたが、内部腐朽が疑われる部位の周囲で、打音の聴感に変化は感じられなかった。

6. その他所見

ボルトの貫通孔周りの腐朽がもたらすリスク

ボルト孔周りの様子を写真7に示す。当初固定に用いていたコーススレッド（木ネジ）の保持力が低下したことによって、床受け材から梁への荷重の伝達は主にボルトを介して行われていた可能性が高い。ボルト孔周囲から腐朽が進行すると、木材側のボルトに対する支持力が低下し変形が大きくなる。結果的に写真7で見られるように割裂が生じ、ボルト孔を起点とした破壊につながる可能性も考えられる。今回、検証した部材では材端から2番目に位置するボルトで腐朽が進行していたが、端部に近いボルト周りで腐朽が生じた場合、材端までの余長がないため割裂が梁の崩落に直結する危険性がある。

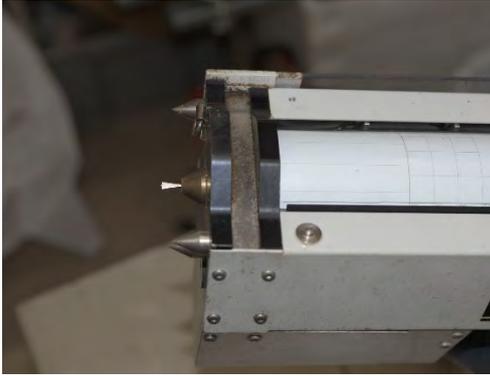


写真5 レジストグラフ先端



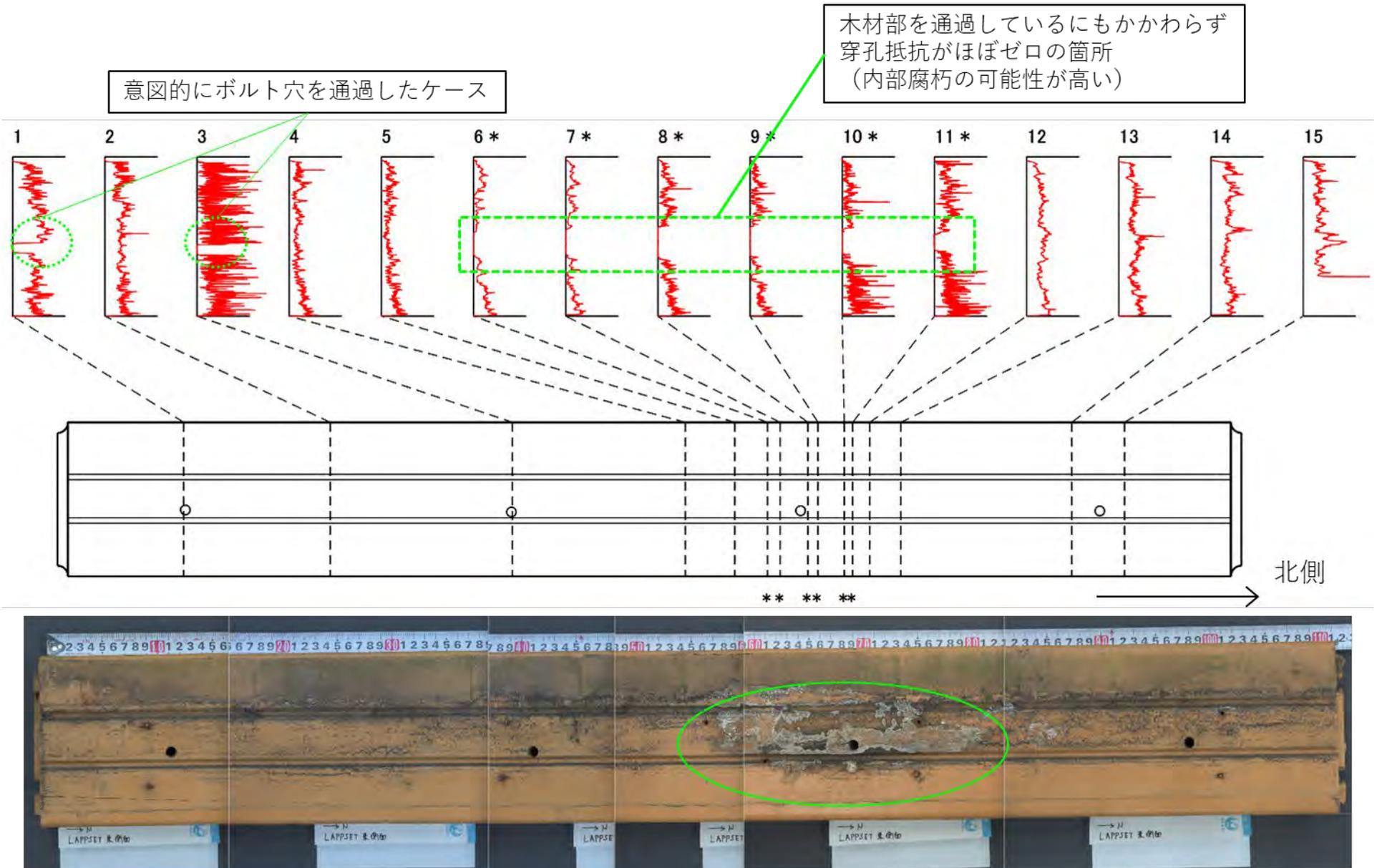
写真6 レジストグラフ作業風景



写真7 腐朽が進行した貫通孔周り
孔の縁から割裂破壊が生じていた

7. まとめ

今回測定対象とした測定サンプルは、外観からの腐朽は認められなかったが、構成部材をそれぞれ分離して観察すると、部材の一部で腐朽が進行している箇所がみられた。機器を用いた非破壊診断においては、含水率、超音波伝播速度、穿孔抵抗、の3つを行った。そのうち、穿孔抵抗測定では、内部腐朽が疑われる箇所では抵抗値が顕著に変化した。今回用いた非破壊診断のなかでは、部材解体をせずに現場で実施できることや、腐朽していた場合の検出力が高いことから、穿孔抵抗測定が最も有効な手段と考えられた。



ボルトの貫通孔経由で腐朽が疑われる箇所

図4 穿孔抵抗（レジストグラフ）の結果一覧