

はじめに

火力発電所や石油コンビナートからの排煙，あるいは道路や送電線の建設などが周辺の自然環境に与える影響の有無を調べる方法として樹木の年輪幅などを測定し，環境への影響を評価する方法が行われている。こうした調査を行う場合，従来は樹木を伐り倒すか，または幹に孔をあけてコアを採取し，必要なサンプルを得ていたが，このような方法を貴重な樹種や高価な樹木に適用することは困難であり，多数のサンプルを得ることも難しい。そこで，医学の分野で急速な発展をとげたコンピュータ断層撮影法(Computed Tomography, 以後 CT と略称する)に着目し，樹木を伐らずに年輪などを測定するための可搬型の X 線 CT を開発した。従来の X 線 CT がいずれも室内に固定的に設置された据置型であるのに対し，この装置は被測定物の置かれた場所まで移動可能であり，野外で使用することができる。また被測定物を CT スキャナの側面から撮影領域に挿入できる構造となっている。このため移動が不可能な立木や建造物の柱などの測定が可能であり，被測定物の内部状態を非破壊で測定することができる。

1. 可搬型 X 線 CT の概要

上記のような可搬型 X 線 CT として，これまでに 1 号機から 3 号機までの三つの CT スキャナを開発した。1, 2, 3 号機はそれぞれ直径 20, 100, 40 cm までの被測定物を測定することができる。

図-1 (a) は 1 号機の構成であり，CT スキャナとその制御装置，X 線管と X 線発生装置，X 線検出器とその

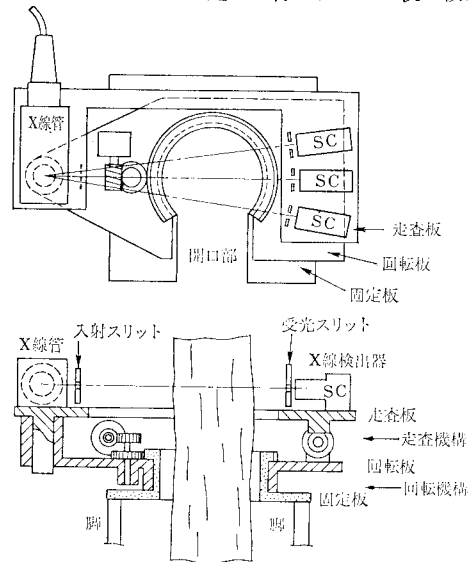
立木年輪測定用 X 線 CT

小暮 仁・尾上 守夫

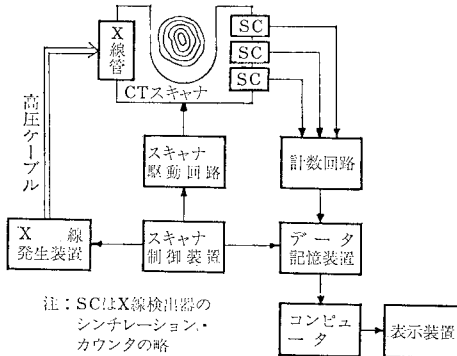
資料

出力の計数回路，投影データの記憶装置などで全体が構成されている。現時点では投影データの記憶までを現地でを行い，画像の再構成はオフラインの大型コンピュータで行われる。

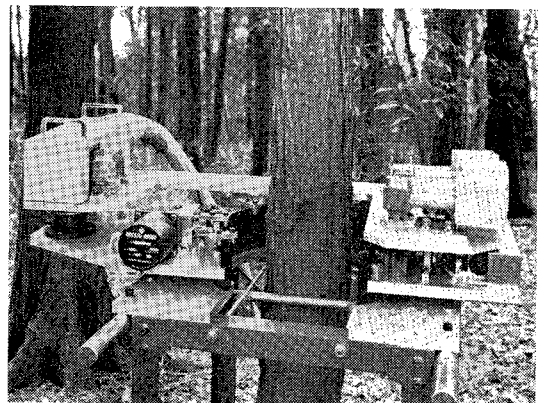
1 号機のスキャナには 図-1 (b), (c) に示すように固定板，回転板，走査板の 3 枚の板がある。回転板はギヤによる回転機構を介して固定板に取り付けられており，被測定物のまわりを回転できる構造になっている。走査板上には X 線管と 3 個の X 線検出器が固定されており，X 線管の焦点を中心とした扇形の走査が行われる。3 枚の板には



(b) 1号スキャナの構造



(a) 1号機の構成



(c) 立木年輪を測定中の1号スキャナ
図-1 1号機の構成とスキャナの構造

U字形の開口部が設けられており、その開口部を合わせれば立木のような垂直に立った被測定物を側面から撮影領域に挿入できる。3号機においても1号機と同様の扇形走査を採用しているが、2号機では直線走査を採用してスキャナの小型化を図っている。

2. 立木の年輪測定

上記の三つのCTスキャナを使用してこれまでに6種16本の針葉樹と10種10本の広葉樹の樹幹の断面像を測定した。図-2(a)はスギで得られた断面像(CT再構成像)である。心材部に比較して辺材部でのX線吸収が大きく辺材部全体で白く表示されている。これは樹木の生理活動に必要な水分が辺材部の細胞を通して葉に送られているためである。図-2(b)は同図(a)に矢印で示した方向の含水率分布と、それに対応するX線吸収係数の分布を示しており、両者の間にはよい相関が見られる。

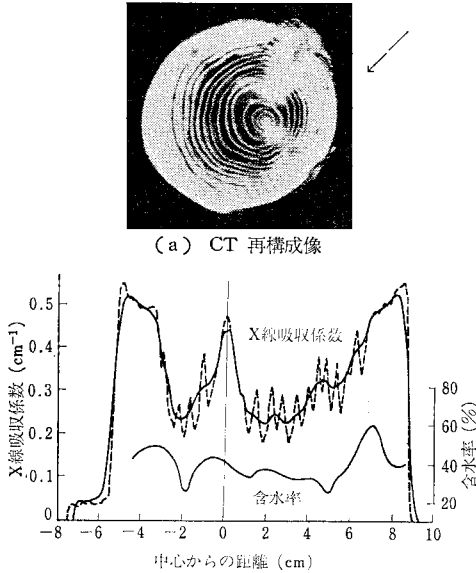


図-2 スギ立木の測定結果

スギ以外の立木についてもそれぞれ特徴のある再構成像が得られており、そのいくつかを図-3に示す。なお、CTではX線吸収係数のわずかな違いを拡大して強調する処理が可能であり、この強調処理を行えばスギ、ヒノキなどの針葉樹の辺材部についても年輪を描出することができる。

3. 木柱の腐朽検出

可搬型X線CTを木柱の腐朽検出に応用することにし、配電用木柱の断面像を測定した。図-4は、ベイマツの木柱で得られた結果の一例であり、(a)がCT再構成像、(b)が木柱の実断面を示している。CT再構成像

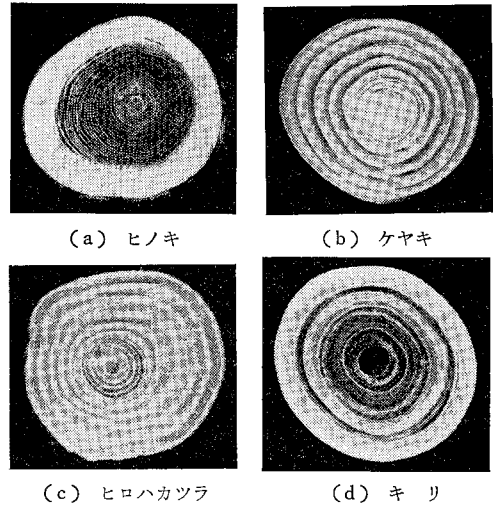


図-3 各種立木のCT再構成像

には外観からはわからない中心部の腐朽が明瞭に描出されており、(b)の断面写真とよく一致している。

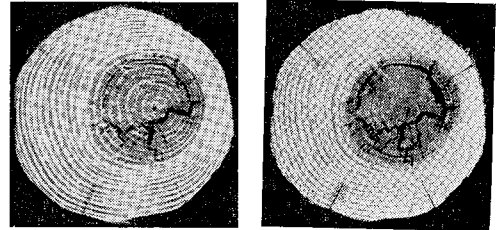


図-4 木柱の腐朽検出実験結果

おわりに

以上、可搬型X線CTの概要と立木年輪の非破壊測定、木柱の腐朽検出への応用例を紹介したが、これらは応用範囲の一部に過ぎず、さらに多くの応用面が期待できる。歴史的建造物や仏像などの文化財への応用もその一つであり、すでに江戸時代に建立された寺院の柱の断面像を測定した。箱根旧街道杉木の保護対策を検討するため、昨年からスギの活力調査などが行われており、その一環として可搬型X線CTによるスギの内部診断も行われた。立木や木柱の年輪にはその樹木が生育した時代の気象条件の変化が記録されており、古い木造建造物の柱などの年輪を調べることにより過去の異常気象などを知ることができる。このように可搬型X線CTの応用範囲はきわめて広く、環境アセスメントや自然環境の保護、木柱などの非破壊検査、林業および林学、考古学、年輪年代学など多くの分野への応用が期待できる。

筆者・Jin KOGURE, 工博(財)電力中央研究所経済研究所室長
(〒100/東京都千代田区大手町 1-6-1 大手町ビル)・Mario ONOE,
工博 東京大学生産技術研究所所長 (〒106/東京都港区六本木 7-22-1)

●新刊発売中●土木学会水理公式集改訂委員会編

水理公式集 昭和60年版

全面改訂

委員長 室田 明 副委員長 中川 博次・堀口 孝男 幹事長 和田 明

定 価 14 000 円
 会員特価 12 000 円
 (送料とも)
 B5活版刷 642頁
 上製本・プラスチック
 特製ケース入り

昭和56年10月以来、3年有余の歳月を費やして全面改訂した60年新版。水のバイブルとして定評ある大閲覧。昭和23年以来5回目の大改訂。

●主要目次●

第1編 基礎水理編 (主査 日野幹雄 ほか10名) 1. 水理の基礎 2. 開水路の水理 3. 管水路の水理 4. 浸透流 5. 渦
 6. 拡散 7. 噴流 8. 密度流 9. 流体力および流力弾性振動 10. 波 11. 環境水理 12. 資料解析 13. 数値解析

第2編 水文編 (主査 日野幹雄 ほか14名) 1. 水文統計 2. 流域と流出過程 3. 流出解析 4. 水文予測 5. 水資源計画

第3編 河川編 (主査 中川博次 ほか7名) 1. 流れと観測 2. 河川の不等流 3. 局所流 4. 洪水流 5. 流砂 6. 土砂生産と流出 7. 河床変動 8. 河川構造物の水理

第4編 発電編 (主査 和田 明 ほか5名) 1. せきと越流頂 2. ゲートおよびバルブ 3. 跳水と減勢工 4. 水撃作用 5. サージタンク 6. 地震時動水圧 7. 貯水池の環境水理 8. 冷却水取放水

第5編 上下水道・水質保全編 (主査 粟谷陽一 ほか8名) 1. 地下取水とその保全 2. 送配水と下水の集水 3. 流量計およびポンプ 4. 水処理 5. 市街地雨水流出・汚濁流出 6. 汚泥の流動と脱水 7. 水域の水質環境

第6編 海岸・港湾編 (主査 堀内孝男 ほか9名) 1. 波浪 2. 波浪推算と波浪の長期統計 3. 波の変形 4. 波と構造物 5. 漂砂および海浜過程 6. 潮汐・潮流および長周期水位変動と流れ 7. 津波および高潮 8. 沿岸域における密度流現象 9. 沿岸における水質拡散

