

## X線 CT を用いた土中におけるチェーン補強材の引抜き挙動の解明

熊本大学 学生会員 ○志垣 嘉朗

熊本大学大学院 正会員 大谷 順

京都大学大学院 Keph A Abongo

京都大学大学院 正会員 木村 亮

### 1. はじめに

近年、我が国の公共工事において、限られた財源の中で経済性を追求した工法の開発が盛んに行われており、その一つにチェーン補強土工法がある。チェーン補強土工法とはチェーンを補強材として土中に敷設することによって盛土を一体化し、安定を図る工法である。この工法の特徴として、1)地盤内のチェーンが変形してもチェーンに曲げ応力が生じない、2)現地発生土の利用が可能、及び3)軽量で大型部材がないため、特別な仮設道路が不要<sup>1)</sup>などの特徴が挙げられる。しかし、室内引抜き実験によるチェーンの力学的特性を解明する研究は行われているが、土とチェーンの相互作用に伴う地盤内部挙動についていまだ解明されていない。本研究では、チェーンの引抜き実験を行い、X線 CT を用いることで地盤内部の密度変化から土-チェーンの相互作用特性を解明するものである。

### 2. 実験概要

本研究で使用した引抜き実験装置の概略図を図1に示す。引抜き実験には、直径125mm、高さ340mmの塩化ビニル製モールドを使用し、模型地盤として豊浦砂を用いて相対密度  $Dr=80\%$  程度の地盤を作成した。実験に用いたチェーンはCT撮影の為にX線の透過能力を考慮してアルミニウム材のチェーンを用いた。実験方法はチェーンを引抜き実験装置により鉛直方向に引抜くことで荷重と引抜き変位を求めた。引抜きは変位制御で行い、引抜き速度は1mm/minとした。CT撮影は変位0mm(初期)、変位4mm(荷重ピーク)、変位30mm(荷重ピーク後)時に行った。ここでは各撮影段階において固定器具を用いることでチェーンを固定し、CT撮影時におけるチェーンの地盤中へのリバウンドを防いでいる。

### 3. 実験結果

図2は連続引抜き実験(CT撮影なし)を行った時の荷重-変位曲線と、CT撮影のため段階引抜き実験を行った時の荷重-変位曲線の両方を示している。二つの荷重-変位曲線は若干異なるものの傾向としては類似していると考えられる。図3はCT撮影時のチェーン接続部周辺の水平断面CT画像である。画像は初期地盤内に存在するCT値320~700の領域を白と黒のグラデーションで示しており、黒を低密度、白を高密度として表している。CT画像よりチェーンの引抜きに伴うチェーン周辺の地盤内密度変化を示しており、画像中央の高密度領域はチェーン接続部を示している。これらCT画像よりチェーンを引抜くことで地盤内低密度領域が拡大していることが分かる。まず、変位0mm(初期)から変位4mm(荷重ピーク)にかけてはチェーン接続部を囲むように低密度領域の発生が見られる。次に、変位4mm(荷重ピーク)から変位30mm(ピーク後)にかけてはチェーン接続部周辺地盤全体に低密度領域が形成されている。これらのことから、チェーン接続部周辺では引抜きに伴い低密度領域の拡大が進行すると考えられる。図4に変位0mm(初期)、変位4mm(荷重ピーク)、変位30mm(ピーク後)のチェーンと周辺地盤の低密度領域を抽出した三次元CT画像を示す。画像は初期地盤に存在しないCT値320以下の領域を低密度領域と定義し、その領域を緑色で示している。変位0mm(初期)から変位4mm(荷重ピーク)にかけてはチェーン接続部周辺において低密度領域が発生している。変位4mm(荷重ピーク)から変位30mm(ピーク後)にかけてはチェーン接続部周辺の低密度領域の体積は増加しており、チェーン中心部周辺においても低密度領域の発生が確認できる。また、変位量の増加に伴い低密度領域の形成はチェーン接続部から鉛直方向にも進行し、チェーン中心部周辺の低密度と繋がることで低密度領域の拡大が進行していることが確認できる。このことから、チェーンは変位4mm(荷重ピーク)では、接続部周辺に低密度領域を形成することで引抜き抵抗を発生させるが、変位30mm(ピーク後)になると低密度領域がチェーン全体に広がるため、土中の引抜き抵抗が十分発揮できない状態となり、結果として荷重が減少したと考えられる。

#### 4. まとめ

チェーンの引抜き実験を行い、連続引抜き実験と段階引抜き実験の荷重－変位曲線の比較を行った。結果として荷重－変位曲線の傾向としては類似していることが確認できた。また、CT撮影によって得られた三次元CT画像により、チェーン接続部周辺から低密度領域の形成が進行していることが確認でき、加えてその進展メカニズムを明らかにすることに成功した。

##### 【参考文献】

- 1) 昭和機械商事 株式会社：チェーンウォール工法 設計マニュアル, pp.1-2, 2008.

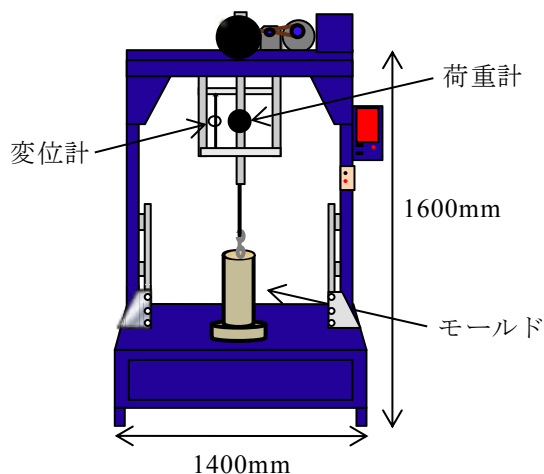


図1. 実験装置の概略図

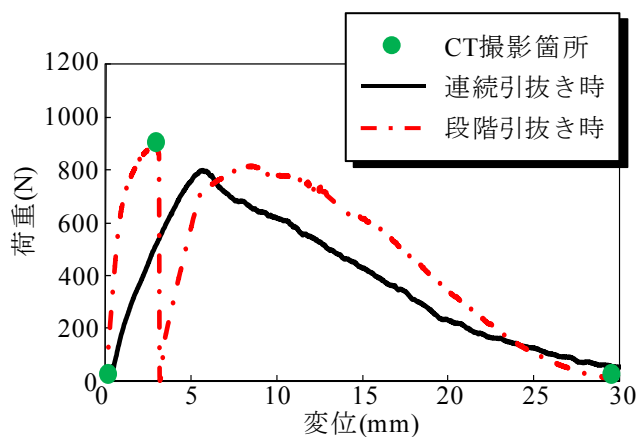


図2. CT撮影時と撮影なしの荷重-変位曲線

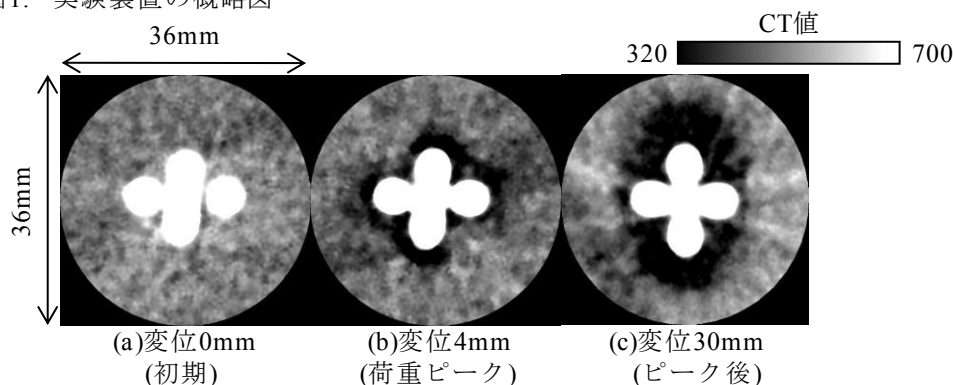


図3. 引抜きに伴うチェーン接続部周辺の水平断面画像

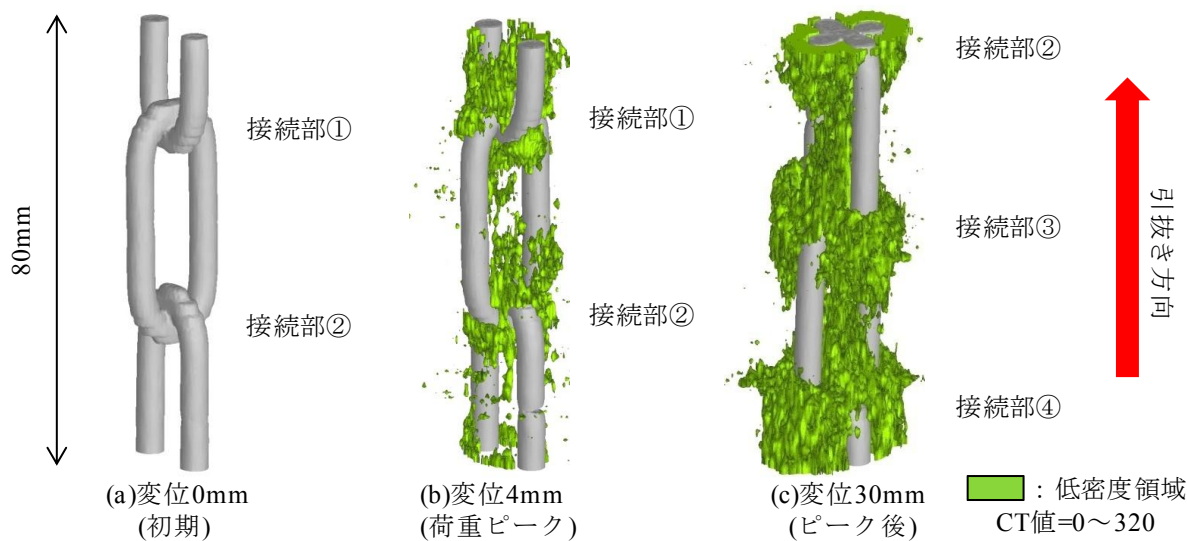


図4. 低密度領域を抽出したチェーンの三次元画像