

RCD工法の締め固め度評価に関するBEM解析

熊本大学工学部 学生員 ○藤川 直也
 熊本大学工学部 正 員 友田 祐一

熊本大学大学院 学生員 福本 進也
 熊本大学工学部 正 員 大津 政康

1. はじめに

RCD工法において、その締め固め機構は不明な点が多く残されている。しかし、最も重要なことは、定量的な締め固め度評価法の確立である。従来から、RCD工法において、その締め固め度は、沈下量により評価されている。しかし、沈下量は、打設の層厚に比例することから、今日のように施工日数短縮のためにRCDの層厚が厚くなってくると、沈下量のみで締め固め度を評価することは困難になると考えられるようになっている。そこで、打設中の連続監視による締め固め度評価法⁽¹⁾が検討されている。本研究では、そのような観測パラメータとしてAE法の適用性について、振動変位とAEエネルギーとの関連に着目して締め固め度を評価する方法について理論的な考察を行うことを目的としている。

2. 実験及びBEM解析用モデル

実験は、RCD工法によるダムサイトの予備実験であり、RCD用振動ローラー（㈱酒井重工業社製のSD450）の中央部の真下にソリ形状のウェーブガイドを取り付け、そこにAEセンサ（共振周波数150kHz）を設置して、振動ローラーの駆動中に、連続的に発生するAEを観測した。

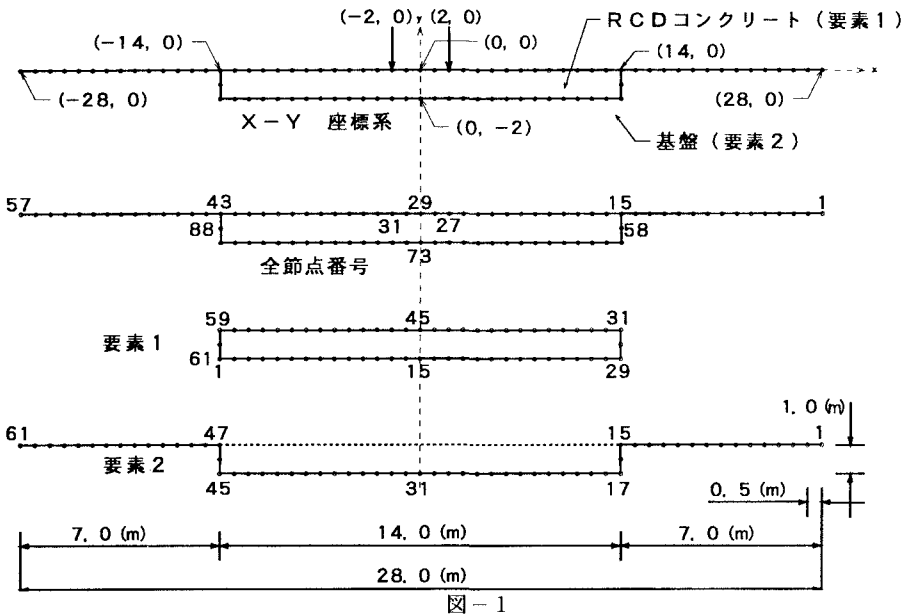


図-1

解析には、動的BEM解析を行うことにし、図-1のようなモデルにおいて、要素1がRCDコンクリート、要素2が基盤とした。X-Y座標系の(2,0), (-2,0)の位置にローラーがあると仮定し、そこに振動荷重を与えている。実験で使用される振動ローラーの軸距は、2.45(m)であるが、ここでは、2.0(m)とした。

弾性波動のBEM解析により締め固め時の鉛直方向の変位を求め、締め固まるにつれて変位がどう変化していくか、また、与える周波数成分により変位がどう変わってくるのか、等について解析的に考察し、現場データとの比較検討により締め固め度を評価する方法について検討することにした。そこで、要素1と要素2のヤング率を表1に示すように変化させてRCDの締め固まりの度合いとした。

加速度振幅のフーリエスペクトルの結果、{22.0, 44.0, 66.0, 88.0, 110.0, 132.0, 154.0(Hz)}のような値の所でピーク周波数が見られるので、この7つの周波数を与えて解析した。AEセンサは、振動ローラーの中央真下に付けられているので、モデルの29番の変位を求めた。また、ポアソン比=0.2, 密度=2.5 (g/cm³)として弾性体、粘弾性体それぞれの場合にわけて、動的BEM解析により変位を求めた。粘弾性の場合の解は、弾性体の波数($k = 2\pi f / v$)に複素数の項($2\pi f * i / 2Q / v$)を加えることにより容易に求まる。つまり、粘弾性の波数 k は、 $k = 2\pi f * (1 + i / 2Q) / v$ となる。粘弾性を表す項の Q は、粘性減衰のパラメータであり、 $Q = 2\pi * E / \Delta E$ と与えられる。この定義のように元

のエネルギー（E）と一波長進む間に失うエネルギー（ ΔE ）の比である。ここでは、 $Q=50$ としている。

	E (kgf／c m ²)			
要素 1	2000	10000	10000	100000
要素 2	10000	10000	100000	100000

表 1

3. 結果及び考察

RCDの打設現場の実験では、AEセンサは、共振型センサ{150(kHz)}を使用しているが、ここでは、フーリエスペクトルのピーク周波数に対応する、44.0，66.0，110.0，154.0 (Hz)の4つを結果として示す。図-2，図-3が解析結果であり、図-4が現場データである。図-2，図-3は、縦軸に、中心変位（m），横軸に、ヤング率をとってある。要素1と要素2でヤング率が違っている場合は、その平均をとっている。図-2が弾性体で、図-3が粘弾性体である。弾性体、粘弾性体の両方に言えることは、周波数が154.0 (Hz)のときにヤング率が増加するにつれて、必ずしも減少せず、一次的に中心変位が増加していることと、ヤング率が100000(kgf／c m²)の時に、どの周波数もほぼ同じ中心変位をとっていることである。図-4を見てみると、AEエネルギーは、締め固まるにつれて減少しており、これは、中心変位の減少と対応していることが分かる。このAEエネルギーの挙動は、特に、図-2，図-3の154.0(Hz)の場合の変化とほぼ一致している。また、解析では、弾性から粘弾性へと変化するにつれて、変位の減少が認められる。このように、RCD施工中のAE挙動の変化が定量的に解明できる可能性が示されたと考えられる。

荷重点 (27，31) 中心点 (29)

ヤング率-中心変位 SQR (RY**2+IY**2)

荷重点 (27，31) 中心点 (29)

ヤング率-中心変位 SQR (RY**2+IY**2)

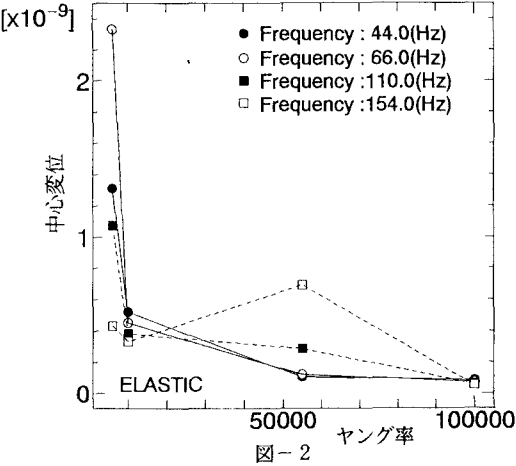


図-2

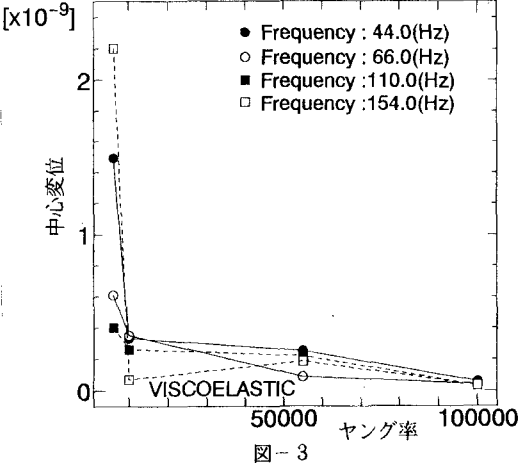


図-3

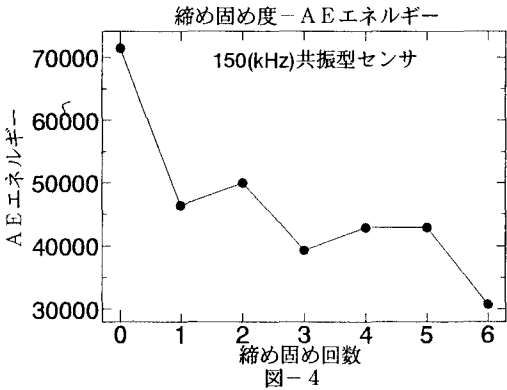


図-4

参考文献 (1) ; 中島，加藤，石原，苗村：大型振動締め固め機による締め固め効果と施工管理法について，ハザマ研究年報，87-96，1992