

埼玉大学大学院 学生員 ○高田 穰
埼玉大学工学部 正会員 渡辺 啓行

1. はじめに

日本の発電用ダムは、上流の岩盤地盤上に建設されているが近年この様なダム建設に適する地点が少なくなっている。そこで、比較的良質でない(河床堆積物の多い)下流での建設が行われつつある。その際、厚い堆積層は除去せずその上にダムを建設しコア部の下、つまり堆積層中に遮水壁として地中連壁を埋設するという工法が考えられる。図1がその一例である。しかしながら、地中連壁の地震時挙動については不明な点が多いため、本論文では、ダム及び河床堆積物とこの地中連壁との相互作用を明らかにすることを目的として解析的な検討を試みた。

2. 解析方法

地盤及びダムには三角形要素、地中連壁には梁要素、地盤と地中連壁との接触面にはジョイント要素を用いて離散化し、有限要素法によって解析を行った。

3. Y字形ジョイント要素の導入とその妥当性の検討

地中連壁を梁要素に離散化すると地中連壁上端で、図2の(a)のような従来の4節点で構成するジョイント要素が導入できないので、図2の(b)のような3節点で構成する新しいジョイント要素を考えて、地中連壁上端と地盤との接続に導入した。この3節点からなるジョイント要素をY字形ジョイント要素と呼び、その導入の妥当性について検討した。

まず、地中連壁のみを考えてこれを三角形要素及び梁要素の2通りに分割し、それぞれの場合の曲げ振動の固有角振動数の比較を行うと図3のようになる。図で横軸 h は分割した要素の高さを表し、原点に近づく程分割が細かいことを表す。この図のように一番細かく分割した場合でも三角形要素分割の粗さのため両者は一致せず三角形要素分割の場合の方が見かけ上硬いことを示している。そこで、梁要素のヤング率を適当に変化させ、“便宜上のヤング率”を用いれば、梁要素と三角形要素とが見かけ上同じ剛性を持つようにすることができる。

この両者を全体系に持込んで地中連壁上端と地盤との接続に、三角形要素分割の場合は従来の4節点のジョイント要素を、便宜上のヤング率を用いた梁要素分割の場合にはY字形ジョイント要素を導入して両者の応答の比較を行った。それぞれの場合の動的解析結果から地中連壁上端のひずみ応答を比較すると図4のよう

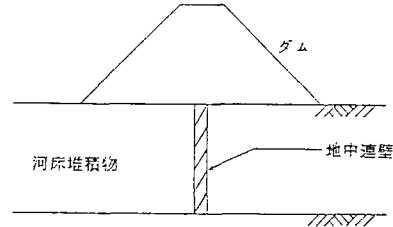
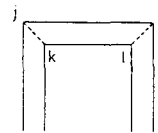
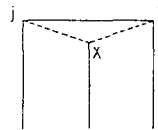


図1 概念図



(a)



(b)

図2 Y字形ジョイント要素

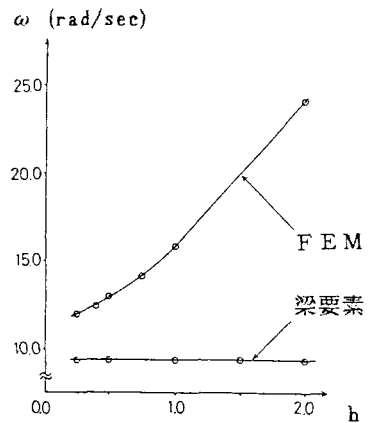


図3 梁要素と三角形要素の固有角振動数

になりほぼ一致した。このことにより、Y字形ジョイント要素の導入の妥当性が確認されたと考えられる。

4. 数値実験

前述のY字形ジョイント要素を用いて、現在、建設計画が進行中のAダムの場合の物性値を用いて数値実験を行った。地中連壁の材料として剛性の小さいベントナイト混入コンクリートと、普通コンクリートとの2通りの場合を考えて、地中連壁の剛性の違いによる影響の比較を行った。

まず、系の自重による地盤と地中連壁との接触面のジョイント要素の挙動について調べると、図5のようになる。図中の番号は地中連壁上部から順番に1～5である。これは地中連壁側面のジョイント要素に働く垂直応力の向きとその大きさを表しているので、普通コンクリートのばあいでは上部で引っ張りの力が働き剝離していることがわかる。

次に、この全体系において動的解析を行い地盤と地中連壁との接触面のひずみ応答を考える。その代表例を図6及び図7に示す。これらはそれぞれ地中連壁の上流側の接触面のせん断ひずみ応答と垂直ひずみ応答である(図中の番号は図5と同様である)。これにより、せん断ひずみ応答は上部で普通コンクリートの場合の方がベントナイト混入コンクリートの場合よりもかなり大きいことがわかり、垂直ひずみ応答ではそのような差がさらに大きく、下方で著しい差を生ずる。したがって、ベントナイト混入コンクリートの耐震性がひずみ応答から見ると優れているといえる。

5. 結論

地中連壁を梁要素に離散化する際に地盤の三角形要素と地中連壁上端部との接続に3節点で構成するY字形ジョイント要素を用いることを提案し、また、これを用いてAダムの物性値に基づいた解析の結果、地中連壁の剛性の違いによる接触面の挙動の差から考えた場合には剛性の小さいベントナイト混入コンクリートを用いる方が普通コンクリートを用いるよりも有利であると考えられるという結論を得た。

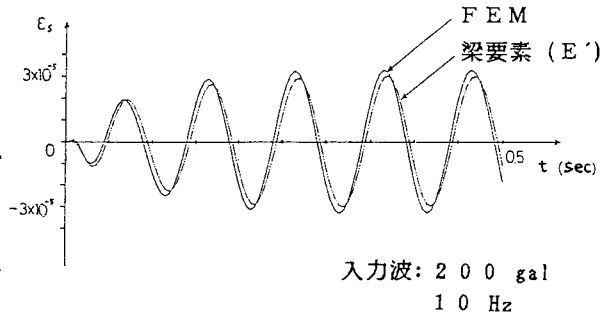


図4 せん断ひずみ応答の比較

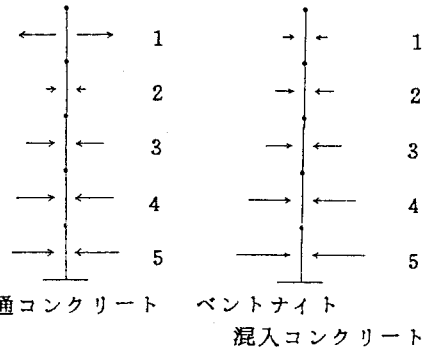


図5 自重によるジョイント要素の垂直応力

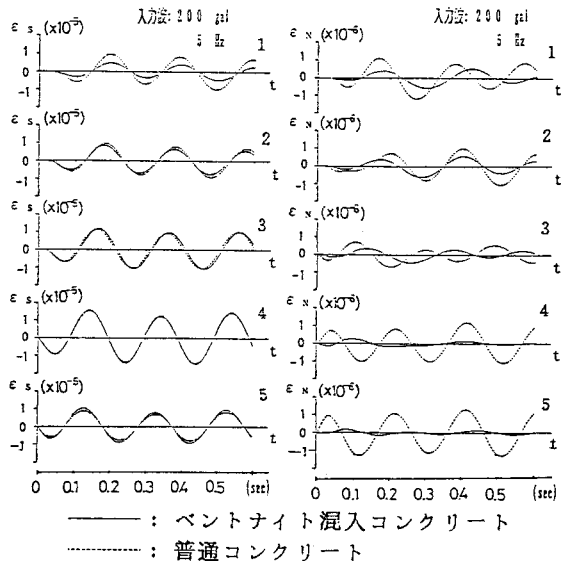


図6 剛性の違いによるせん断ひずみ応答の比較

図7 剛性の違いによる垂直ひずみ応答の比較