

H1-17

ダム—基礎岩盤連成系モデルの振動特性におけるクレストゲートの影響
The Effect of the Crest Gate on Dynamic Characteristics of the Arch Dam-Foundation Rock System

○矢澤隆寛¹, 仲村成貴², 塩尻弘雄³, 上島照幸⁴

*Takahiro Yazawa¹, Masataka Nakamura², Hiroo Shiojiri³, Teruyuki Ueshima⁴

Abstract: The numerical model for representation of the dynamic characteristics of arch dam is consists of only foundation rock and dam body in many cases. This paper presents the effect of the crest gate on dynamic characteristics of the arch dam-base foundation system. It was confirmed that there was no effect on the dynamic characteristics of the system based on the results of the eigenvalue analysis of three-dimensional finite element model.

1. はじめに

国内のダムは、建設後 50 年を経過したものが増えてきている。そのような高経年化したダムを今後も供用するためには、振動特性を的確に表現できるモデルに基づいてダムの耐震性能を評価することが求められている。一般にダムの振動特性は実測と数値解析を併用して検討される。ダムでの振動実測記録にはダム堤体だけでなく、基礎岩盤や貯水などの周辺環境や、キャットウォークやクレストゲートなどの付帯施設の影響が含まれる。そのような周辺環境や付帯施設が振動特性に及ぼす影響の程度は明らかにされていない。そのため数値モデル作成の第一段階ではダム堤体と基礎岩盤をモデル化の対象とすることが多い。著者らは実在アーチダムを対象として、これまでに実測記録を再現できるダム—基礎岩盤連成系モデルを検討してきた^{[1][2]}。本稿では、クレストゲートのモデル化が連成モデルの振動特性に及ぼす影響について検討することを目的としている。

2. 対象ダムの概要

本研究で対象とする大倉ダムを Photo1 に示す。大倉ダムは、2 つのアーチダムがスラストブロックを介して連結された日本で唯一のダブルアーチ式コンクリートダムであり、1961 年に建設された。鋼製クレストゲートは左岸アーチに設置されている。

3. 数値モデル

対象ダムを三次元有限要素モデルによってモデル化した。数値モデルの構造図を Figure1 に、モデルの諸元を Table1 に示す。基礎岩盤のモデル化範囲は岩盤境界における波動がダム堤体挙動に影響を及ぼさないように、左右岸ダム軸方向に堤頂長の約 2.8 倍、上下流方向に堤高の約 3.6 倍、高さ方向に堤高の約 3 倍とした。要素には四面体、五面体、六面体を使用した。Table1 に示した Model-A はダム堤体、基礎岩盤、クレストゲート



Photo1. Ohkura dam

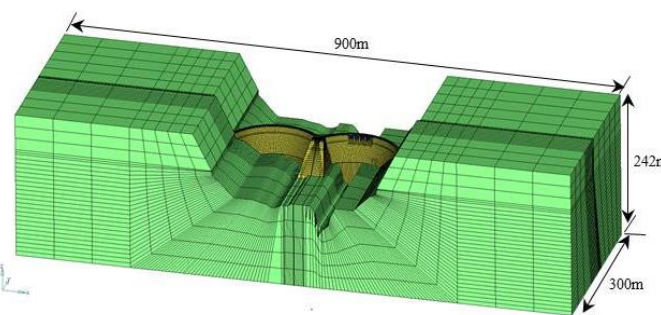


Figure1. 3D-Finite Element model

Table1. Profile

		Model-A	Model-B
number of element		40,573	40,465
number of node		48,604	48,420
dam body	mass density(t/m ³)	2.47	2.47
	Young's modulus(kN/m ²)	3.41×10 ⁷	3.41×10 ⁷
	Poisson's ratio	0.19	0.19
foundation rock	mass density(t/m ³)	0.002	0.002
	Young's modulus(kN/m ²)	1.50×10 ⁷	1.50×10 ⁷
	Poisson's ratio	0.19	0.19
gate	mass density(t/m ³)	7.8	-
	Young's modulus(kN/m ²)	2.06×10 ⁹	-
	Poisson's ratio	0.19	-

1 : 日大理工・学部・土木 2 : 日大理工・教員・まち 3 : 日大理工・教員・土木 4 : 日大理工・研究員

トをモデル化対象としており、これまでの検討により観測結果を再現できることを確認している^{[1][2]}。また、この Model-A では岩盤の振動モードの影響を低減させるために岩盤の質量を限りなくゼロに近づけている。Model-B は Model-A から左岸アーチにある鋼製クレストゲートを削除したモデルであり、今回新たに作成した。Model-A と Model-B の固有値解析結果を比較することにより、クレストゲートのモデル化の有無が振動特性に及ぼす影響を検討した。なお、解析には TDAP III を用い、固有値解析にはサブスペース法を適用した。

4. 数値モデルの固有値解析結果

Model-A と Model-B の固有値解析結果として、モード形を Figure2 に、固有振動数を Table2 に示す。実験では 1, 3, 7 次モードが得られたため、固有値解析結果として 1~7 次モードを示した。固有振動数とモード形は Model-A と Model-B でほぼ一致し、実験結果とも対応した。これより、クレストゲートのモデルがダム-基礎岩盤連成系モデルの振動特性に及ぼす影響は小さいと言える。

5. おわりに

実在アーチダムの三次元有限要素モデル化において、鋼製クレストゲートのモデル化の有無がダム-基礎岩盤連成系モデルの振動特性に及ぼす影響を検討した。数値モデルを固有値解析した結果、左岸アーチにある鋼製クレストゲートのモデル化が固有振動数とモード形に及ぼす影響はほとんど無いことが確認された。これより、ダム-基礎岩盤連成系モデルにおいては、クレストゲートのモデルを省略しても差し支えないことを確認できた。クレストゲートのモデル化を省略することにより全体モデルの自由度が減少するため、解析資源の効率化が図れる。

今後は、貯水や鉛直ジョイント部のモデル化、応答解析を実施する予定である。

参考文献

[1] 仲村成貴, 塩尻弘雄, 上島照幸, 有賀義明, 大湊周作: 常時微動観測と三次元有限要素解析に基づく実在アーチダムの振動特性把握, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol.69, No.4(地震工学論文集第 32 巻), pp.I_752-I_749, 2013.
 [2] 大湊周作, 仲村成貴, 塩尻弘雄, 鈴木順一, 上島照幸, 有賀義明: ダム堤体に対する岩盤部の影響を考慮したアーチダムの振動特性, 第 40 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, 第 I 部門, 2013

Table2. Natural frequencies(Hz)

Mode	Model-A	Model-B	observed
1st	6.87	6.90	6.80
2nd	7.23	7.25	-
3rd	7.96	8.00	7.90
4th	8.22	8.21	-
5th	9.58	9.54	-
6th	9.66	9.68	-
7th	10.6	10.9	10.9

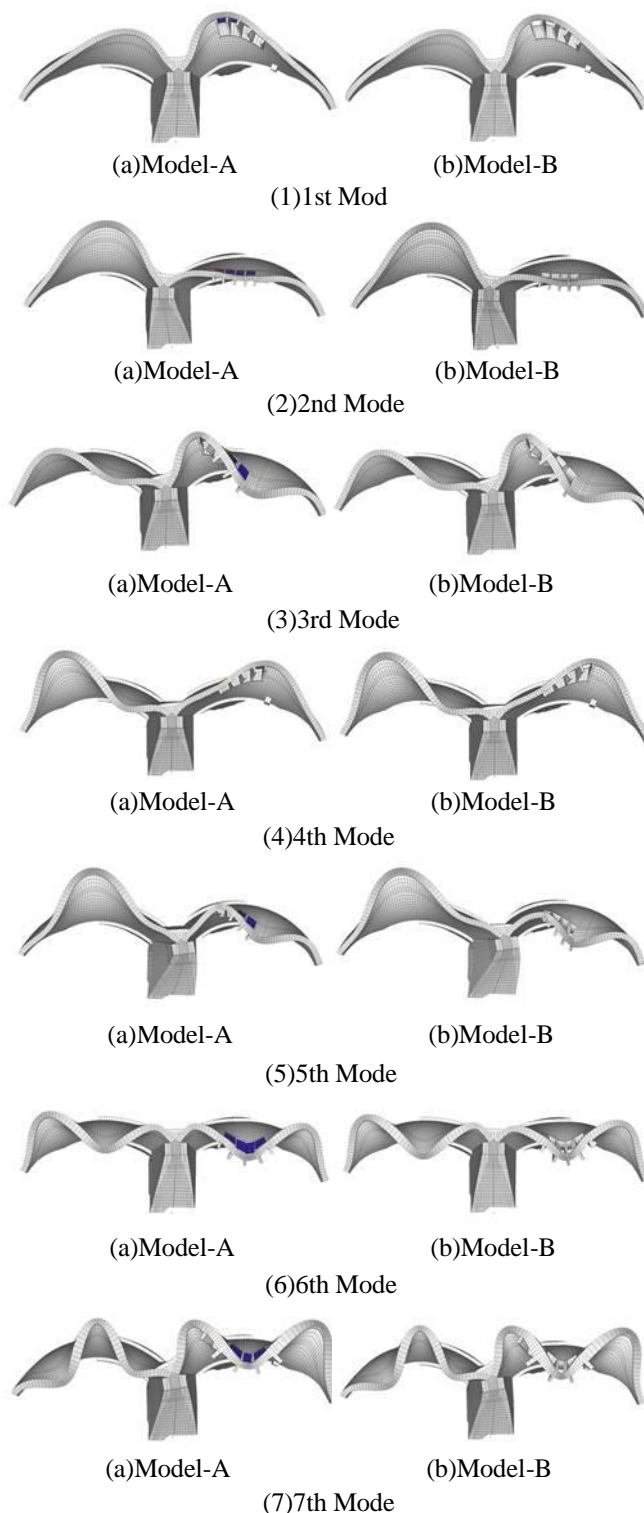


Figure2. Mode shapes