

常時微動・地震動観測による高経年化したアーチダムの動特性（その4） —2011年東北地方太平洋沖地震時のダムの振動挙動—

宮城大学 正会員 ○上島 照幸, 宮城大学 非会員 渋谷 允人
電力中央研究所 正会員 金澤 健司, 日本大学 正会員 仲村 成貴
日本大学 正会員 塩尻 弘雄, 弘前大学 フェロー会員 有賀 義明

1. はじめに

ダムの構造健全性評価手法を検討するための基礎資料を得ることを目的とし、高経年化したアーチダム（仙台環境開発大倉ダム）を対象として常時微動の高密度観測¹⁾、微動・地震動の長期継続観測²⁾を実施している。2011年東北地方太平洋沖地震時にも観測を継続実施中であり、ダム天端での本震記録の他、前震、多くの余震群の観測記録が、その前後での微動記録とともに得られた。本報告では、これらの観測記録を用い、若干の解析を行った結果を報告する。収録された本震記録は最大加速度が大きく、継続時間も非常に長いものであり、余震群、イベント前後での微動記録を含め、一連の記録は、極めて貴重なものと考えられる。

2. 観測対象ダムと観測概要

観測対象としたダムの概要については、(その1)に述べたとおりである。図-1にダム平面図と常設観測点位置図を示す。2点の常設観測点はいずれも天端上に設置されている。長期継続観測における観測量は、地震動から常時微動レベルまでのそれぞれ水平2方向の加速度と上下方向加速度である。

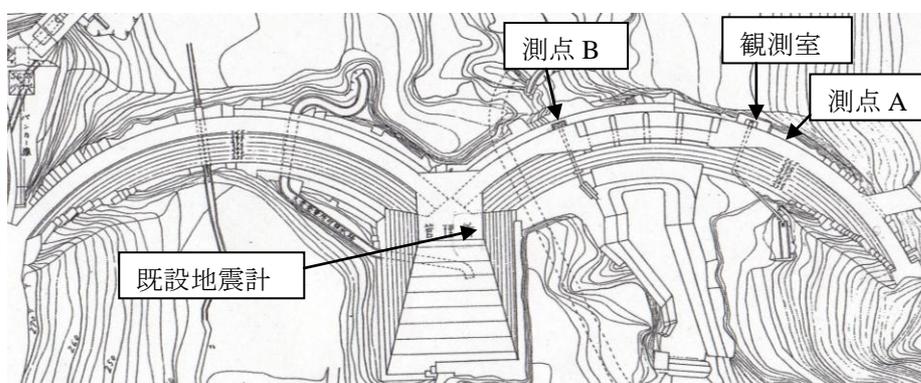


図-1 観測対象ダム平面図と常設観測点位置図

3. 2011年東北地方太平洋沖地震時の観測対象ダムの振動挙動

2011年3月11日14時46分頃に発生した東北地方太平洋沖地震（マグニチュード：9.0、震源：三陸沖、最大震度：7）時、当該ダム（震央距離：約189km）天端に設置された長期継続観測点(図-1)では、図-2に示されるような加速度時刻歴波形記録が収録された。同図中には、測点-A、-B、それぞれの上下方向成分(UD)、ダム軸直交方向成分(NS)、ダム軸接線方向成分(EW)、計6成分の加速度時刻歴波形記録が同スケール(gal/plot mm)で表示されている。各観測点・各成分の最大加速度とその発生時刻は表-1に示されるとおりである。本震前後における微動記録も収録されており、それらを併せ加速度スペクトル解析を実施して以下の諸点が明らかとなった；

1) 収録された東北地方太平洋沖地震の加速度記録では、地震動継続時間は3分程にも及ぶものであった。測点-A、-Bとも、3成分の中ではダム軸直交方向成分の加速度振幅が大きく、記録された最大加速度は測点-B(NS)において約630galに及んだ。既設地震計については、天端における最大加速度：185gal、天端より40.5m下の岩盤上における最大加速度：87gal（いずれもダム軸直交方向成分での値。最大加速度発生時刻は14:47:40:00）であった。

表-1 各観測点・各成分の最大加速度とその発生時刻

| 観測点 | 最大加速度 (gal) | 最大加速度発生時刻 (h:mm:ss) |
|------|----------------|------------------------|
| A-UD | 121.8 | 14:46:25.575 |
| A-NS | 395.8 | 14:46:24.130 |
| A-EW | 113.0 | 14:46:23.570 |
| B-UD | 125.6 | 14:46:23.475 |
| B-NS | 626.2 | 14:46:23.480 |
| B-EW | 135.2 | 14:46:25.200 |

(注) 観測に使用している PC に時刻のズレがあり表示時刻はそれに伴う誤差を含む。

- 2) 収録された加速度時刻歴波形記録を観察すると複数の波群から構成されており、第1波群より40-50秒程度後の第2波群において最大加速度が記録されている。これは、例えばK-NET 築館(MYG004)観測点など、宮城県内の多くの観測点における強震波形³⁾と共通の特徴であり、今回の地震の特徴の本観測対象ダムでの記録への現れと考えられる。
- 3) 本震およびその前後での微動のスペクトル解析によれば；a) 本震時には微動時に比して卓越振動数が著しく低下していたことが明らかとなった。b) 微動記録における本震前後での卓越振動数の変化はあるとしても極めて微小で、常時変動の範囲内にあると判断される。本震時卓越振動数の著しい低下を考慮に入れば、本震後微動における卓越振動数は、本震前微動における卓越振動数に概ね復したものと見ることができよう。
- 4) 本震前微動時に比し本震時卓越振動数は低下し、本震後微動時は本震前微動時卓越振動数に概ね復するとの上記3)で述べた現象は、2011年4月7日23時32分に発生したM7.2最大震度6強の余震（観測対象ダムの震央距離：約113km）をはじめ、他の大規模余震時にも再現していることを確認した。

4. おわりに

今後、得られた諸記録のより詳細な分析をはじめ、FEM解析を含め、アーチダムの耐震安全性、構造健全性などに係わる検討を深めていきたいと考える。本振動観測の実施にあたっては、

(社)東北建設協会・技術開発支援制度より支援を受けていること、宮城県

仙台地方ダム総合事務所からはフィールドの提供を受けていること、また研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究C（課題番号：23560576）によっていることを付記し、謝意を表する次第である。

参考文献 1)仲村成貴, 上島照幸, 塩尻弘雄: 常時微動・地震動観測による高経年化したアーチダムの動特性(その1) -高密度観測に基づく動特性の同定結果-, 土木学会第66回年次学術講演会, I-661, 2011.

2)上島照幸・金澤健司・村上弘太・仲村成貴・塩尻弘雄・有賀義明: 常時微動・地震動の長期継続観測による高経年化したアーチダムの振動特性同定と2011年東北地方太平洋沖地震時のダムの振動挙動, 第31回土木学会地震工学研究発表会講演論文集, 1-073(8頁), 2011.

3) 防災科学技術研究所: 2011年東北地方太平洋沖地震, 「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」(<http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/off-tohoku110311/>), 2011.

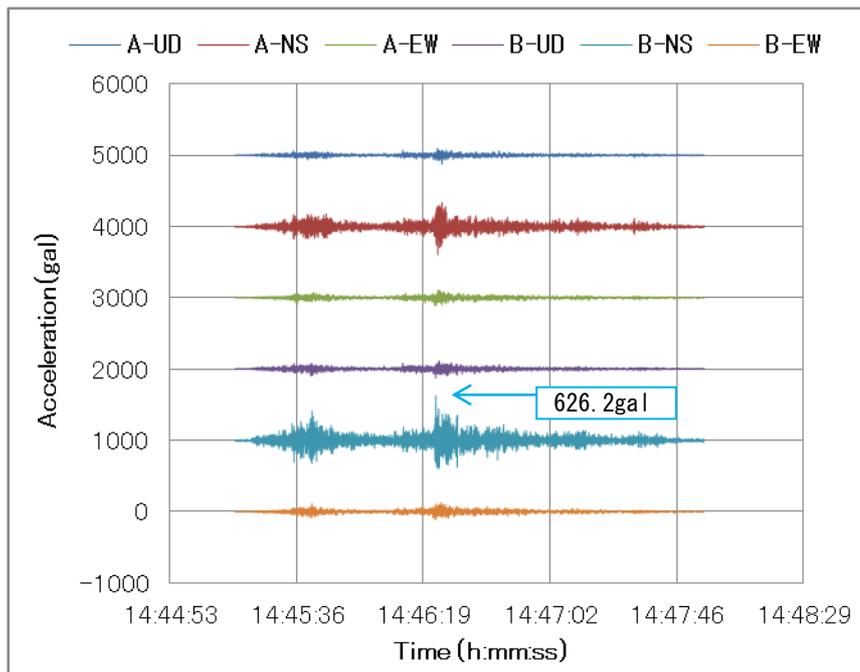


図-2 2011年東北地方太平洋沖地震時に当該ダム天端で観測された加速度時刻歴波形記録：上段より、測点-A(UD), -A(NS), -A(EW), -B(UD), -B(NS), -B(EW) (注) 観測に使用しているPCに時刻のズレがあり表示時刻はそれに伴う誤差を含む。

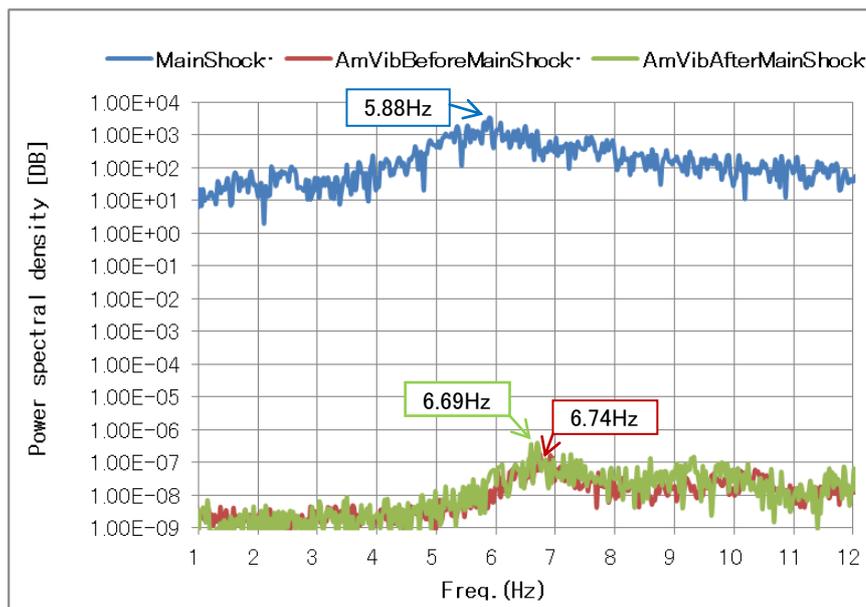


図-3 2011年東北地方太平洋沖地震・本震時、及びその前後での微動のダム天端での加速度記録のスペクトル：測点-B(NS)