

(117) 昭和59年長野県西部地震の震央域のダムの挙動

東京大学生産技術研究所 正会員 田村重四郎

1. 緒言

昭和59年9月14日長野県西部御岳山麓の王滝村で発生した地震は本邦の内陸部で発生すると期待される最大級の地震である。余震域中心より略10kmの範囲には5箇のダムが建設されていた。このダムの内1箇所は高さが100mをこすロックフィルダムであった。この級の地震の震央近くには100mをこすフィルダムがあった例は極めて稀であり、本邦では1961年北美震地震 ($M=7.0$) の際の御母衣ダムがあげられる程度である。御母衣ダムはこの地震の直前に完成した高さ131mのロックフィルダムで、震央域中心より10数kmの所にあったとみられるが、北美震地震により天端で3cm沈下、5cm下流側へ移動したのみで被害はなかったと報告されている。

本地震の震央域にあって強い地震動を受けたであろうこれ等のダムの挙動は、ダムの耐震性の評価、耐震設計の妥当性の判断の上で重要な意味をもっている。最も注目されたフィルダムについては、天端ならびに下流面の上部に変状があらわれた程度であった。ここでは地震動の強さに対応させてダムの挙動を記述する。

2. 地震の概要

地震の諸元は次の通りである。

発生日時 昭和59年9月14日 8時48分49秒
 震央位置 $137^{\circ}33.6'E$ $35^{\circ}49.3'N$
 震源深さ 2km
 マグニチュード 6.8

図-1は余震域の中心を王滝村役場の西側にとり、これを中心に半径10, 20, 30kmで円を描いたものである。图中①~⑤はダムの位置を示している。余震域と震央の位置とダムの位置との関係を更に詳細に示したのが図-2である。●印は地震目録から拾った $M=3$ 以上の地震の位置を示し、番号は発生した順番をあらわす。1が本

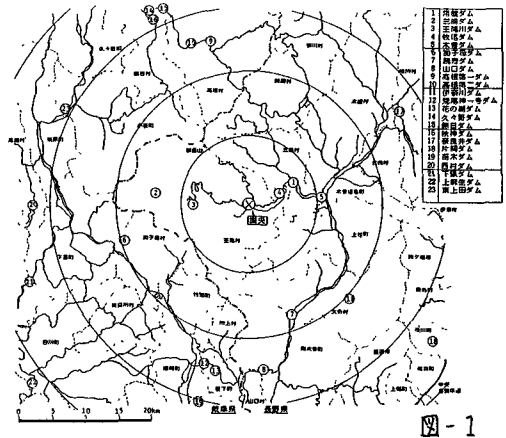


図-1

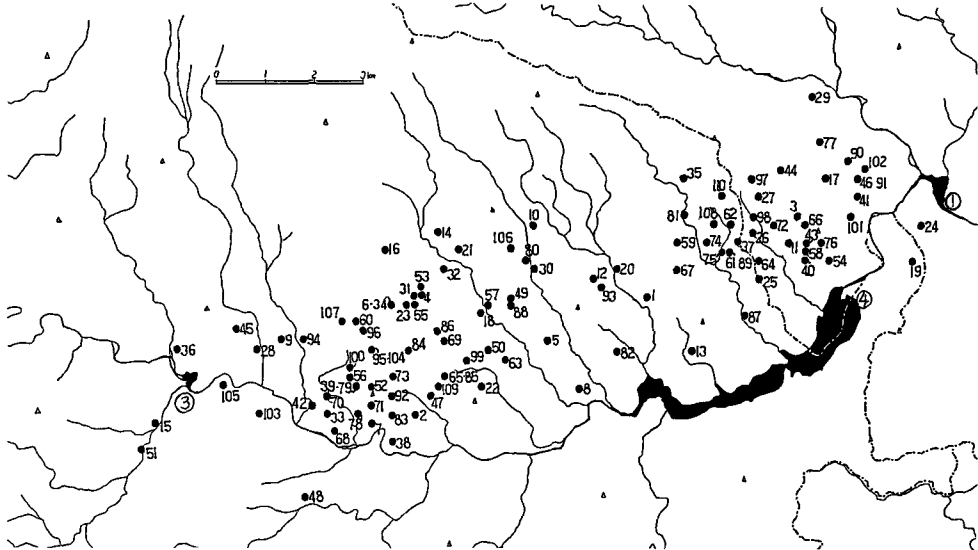


図-2

震の位置で、この図には翌15日7時14分に発生した最大の余震 ($M=6.2$) 前までのものを記してある。

余震域は略々東北東にのびる長さ12~13km幅約3kmの矩形の範囲である。本震を含めて110箇の地震を記載しているが、この時間の範囲の余震域の中心は前述の位置の位置としてよいと考えられる。この場合、最も余震域中心に近い牧尾ダムは5~6kmにある。

3. 最大加速度

図-3は防災センター発行の地震速報の資料を主として、調査を得た資料も加えて、最大加速度を余震域中心からの距離と対応させて示したものである。图中×印はダムサイトの岩盤上又は岩盤中、●印は地盤中又は建物の地下階、○印は普通の地盤上の記録である。牧尾ダムにも強震計が設置されていたが、記録装置が作動して間もなく発生した停電のため記録しなかった。図-3で岩盤における最大加速度が最も低いレベルにあること及び、地中又は建物の地下階の加速度が小さいことも著者が今まで調査した場合と一致している。又、ダム地点の岩盤における加速度の大きさは、かなりせまい幅で震央近くまで推測することができるが、この地震では距離による減衰が急激であることが特徴で、1978年伊豆大島近海地震の場合に類似しており、昭和58年8月8日神奈川・山梨県境地震 ($M=6.0$) の場合ともよく似ていることが認められる。

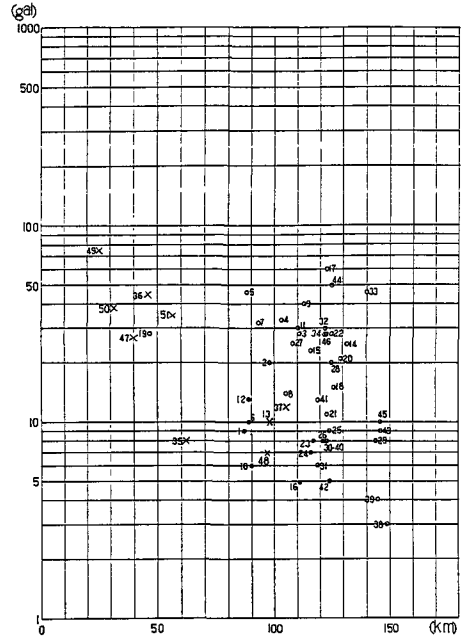
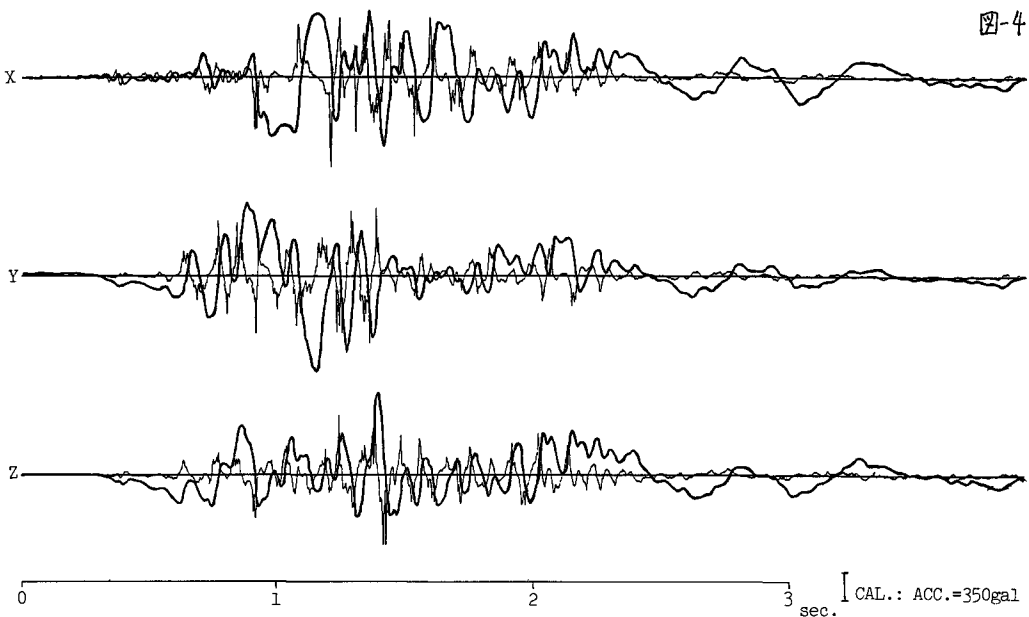
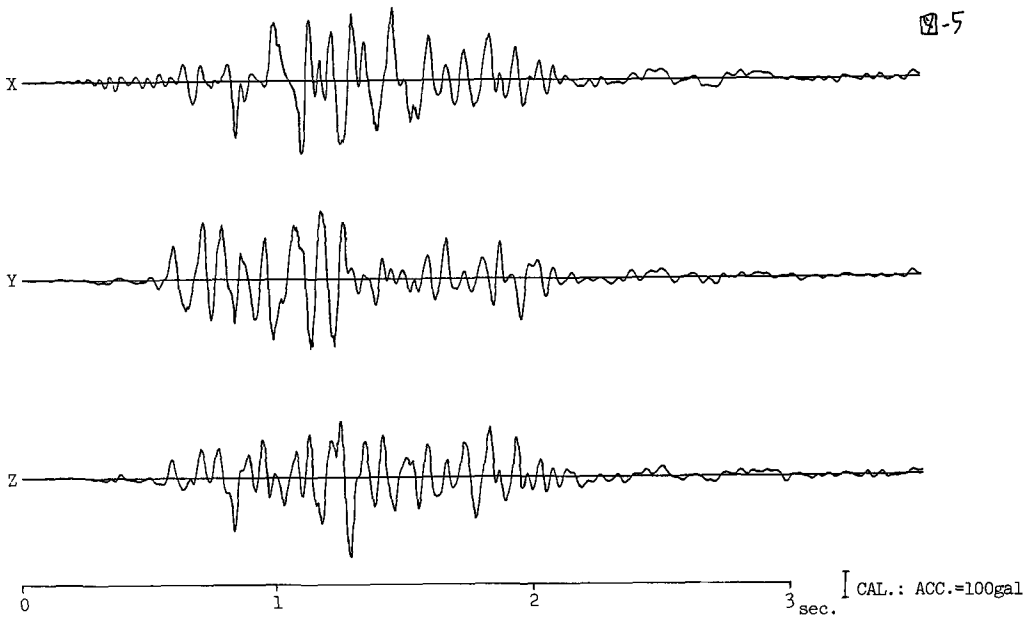


図-3

図-4は牧尾ダム直下で10月3日に発生した大きな余震 ($M=5.8$) のダムサイト岩盤上における速度記録(岐阜大学村松教授提供)と、これを当研究室で0.003秒毎に数値化し微分して加速度波形を示したものである。極めて瞬間的ではあるが、最大加速度が640ガルに達していることが分かる。更にこの数値を0.02秒毎にとって平均

図-4





化して示したのが図-5である。この場合、衝撃的な波形はなくなり、最大加速度は260ガル前後になる。震央近傍にある一般の構造物を対象とした場合、この最大加速度の差異は、耐震性を考慮する上で参考になるであろう。

本震において、余震域中心より数km~10kmの岩盤においては、上述の瞬間的な加速度のピーク値を除けば250~300ガル程度の最大加速度に達していたものと推測される。

4. ダムの挙動

表-1には余震域中心より約15km以内にあったダムの諸元と竣工年度が記されている。常盤、三浦、王滝川、牧尾、木曾の各ダムは図-1の①~⑤に対応している。これ等のうち余震域中心に最も近いダムは牧尾ダムである。表-1に示されている中に牧尾ダムを除く4つのダムは何れも重力ダムで、最も高いダムは三浦ダムで83.2m、ついで木曾ダムの37.2mとなっている。これ等の重力式コンクリートダムでは全く変状が認められなかった。図-6、7には王滝川、三浦、各ダムの非越流部の断面を参考までに示してある。

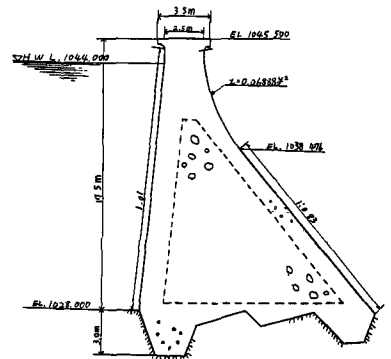


図-6 王滝川

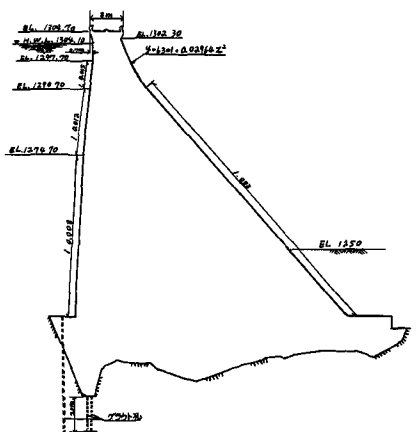


図-7 三浦

表-1

| ダム名 | 型式 | 堤高(m) | 堤長(m) | 竣工年度 |
|-------|-----------|-------|-------|------|
| 常盤ダム | 重力式コンクリート | 21.4 | 111.9 | 1941 |
| 三浦ダム | " | 83.2 | 290.0 | 1943 |
| 王滝川ダム | " | 18.2 | 80.0 | 1948 |
| 牧尾ダム | ロックフィルダム | 104.5 | 260.0 | 1961 |
| 木曾ダム | 重力式コンクリート | 37.2 | 132.5 | 1968 |

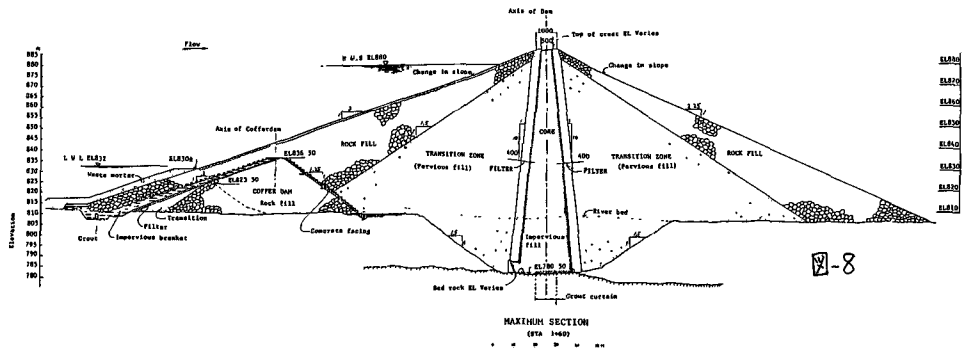


図-8

次に、高さ104.5mのロックフィルダム牧尾ダムについて述べる。牧尾ダムの標準断面図は図-8の通りで、センターコア型リーン式ロックフィルダムで上流面・下流面の勾配は夫々1:3及び1:2.25で、天端幅は10mである。図-9に示されている様にこのダムの下流面には村道が建設されており、常用されていた。又、左岸側はトンネルを通じて余水吐に達する。

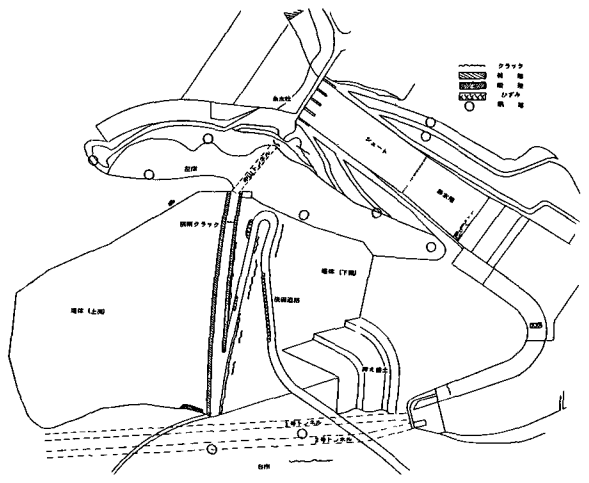


図-9

地震当時、水位は常時満水位より約30m低下していた。地震により生じた変状は図-9に模式的に示してある。堤体の変状は天端及び下流面に限られる。中央部右岸寄りの天端に縦亀裂が発生したが、深さは最大で1.5mで上置層に止まり、コアに達していなかった。天端下流法面は中央部で最大30~40cmの段落が発生した。図-8にみられる様に天端はコアならびにフィルター層が全幅を占め、ロックフィル部はこれに取り付く形式になっているため、局所的な沈下が生じたものとみられる。

下流法面の変状は、道路に沿う小規模な亀裂である。村道建設のため下流法面では切土及び盛土が施工された。従って盛土部は局部的に急勾配下流法面に取りつけられている。そのため、盛土部分に道路に沿って小規模な亀裂が発生した。これ等はどれもダムの安定性に影響を与えるものではない。本ダムの設計震度は0.15であり、昭和36年に完成している。

ダムの兩岸の山腹では、数箇所小規模な崩落が発生し、左岸の山の余水吐側斜面では数箇所亀裂が認められ、又トンネル坑口にも亀裂が生じていた。道路の落石、路肩の縦亀裂の発生、更に家屋の被害時を総合して、強い地震動があったことは明らかである。M=6.8の震央極く近くにおいて、既述の変状を生じたのみであることは重要である。

5. まとめ

従来より本邦の重力ダムについては、高い耐震性を有していることはよく知られているが、最近の技術によって築造されたフィルダムが、局部的には強い地震動を起す本邦の内陸の地震に対し耐え得ることを示す貴重な例が得られることになった。

この調査に当り協力を受けた、ダム管理事務所及び関係機関の諸賢、ならびに(財)ダム技術センター、(財)国土開発技術センターの方々に謝意を表します。