

7. ダム

7.1 ダムに関する変状等の概要

今回の地震を受け、河川法に基づき管理されているダムで、ダム基礎位置に設置された地震計で25gal以上または最寄りの気象台で震度4以上の揺れが観測されたダムでは、地震直後に各ダムの管理者による臨時点検¹⁾が実施された(表-7.1)。なお、臨時点検は、目視により外観等の点検を行う一次点検及び目視による各部の詳細点検及び安全管理用各種観測データの確認等を行う二次点検からなっている。

臨時点検の結果、ダム本体の関係では、重力式コンクリートダムでは漏水量の増加など、フィルダムでは、漏水量(浸透量)の増加のほか、一部のアースダムでは堤体の沈下や天端及び上下流面におけるクラックの発生、アスファルト表面遮水壁型ロックフィルダムでは上流面遮水壁のクラックの発生などが報告された。

これらは、いずれもダムの安全性に直ちに問題を生じる重大なものとはなっていないが、何らかの変状や漏水量(浸透量)の増加が見られたダムでは、監視を強化するとともに、一部のダムでは貯水位の低下や変状箇所の調査・補修等の対策を実施している。

なお、河川法に基づき管理されているダムではないが、河川区域外に位置する古い農業用貯水池で60年以上前に築造された堰堤(アースフィル型式)の1つで決壊被害が生じた²⁾。

表-7.1 臨時点検実施ダム数とその結果の概要*

管理者	合計	コンクリートダム	フィルダム	複合型ダム
国土交通省 ・水資源機構	46 (11)	31 (6)	10 (3)	5 (2)
都道府県	104 (8)	81 (6)	22 (2)	1 (0)
利水者	213 (27)	107 (7)	101 (19)	5 (1)
計	363 (46)	219 (19)	133 (24)	11 (3)

* ()は、ダム本体の変状や漏水量の増加が報告されたダム数

7.2 調査の概要

国土交通省及び独立行政法人土木研究所では、臨時点検の結果報告された変状の確認、漏水量などの計測データに基づくダムの安全性評価、今後の対応策の検討などを目的として、臨時点検の結果として報告された変状や漏水量の増加量、加速度記録(速報値)が相対的に大きかった東北地方のダムを中心に現地調査(詳細調査)を実施した。

なお、調査の対象としたダムの中には、地震直後には大きな変状は報告されなかったが、その後の降雨や気温上昇に伴う融雪出水による貯水位上昇に伴い、漏水量の増加が報告されたダムも含まれている。

現地調査の概要を表-7.2に、現地調査対象ダムの位置を図-7.1にそれぞれ示す。

表-7.2 現地調査の概要

調査者	日程	調査箇所
国土交通省河川局河川環境課流水管理室 " 国土技術政策総合研究所河川研究部水資源研究室 独立行政法人土木研究所水工研究グループ水工構造物チーム	4/7(木) ~10(日)	摺上川ダム、石淵ダム、 田瀬ダム、御所ダム、 化女沼ダム
独立行政法人土木研究所水工研究グループ水工構造物チーム	4/23(土) ~24(日)	神室ダム、高坂ダム
国土交通省河川局河川環境課流水管理室 " 国土技術政策総合研究所河川研究部水資源研究室	4/28(木)	
独立行政法人土木研究所水工研究グループ水工構造物チーム	4/28(木)	蔵王ダム
	5/6(金)	藤井川ダム、小山ダム
	5/22(日)	月山ダム

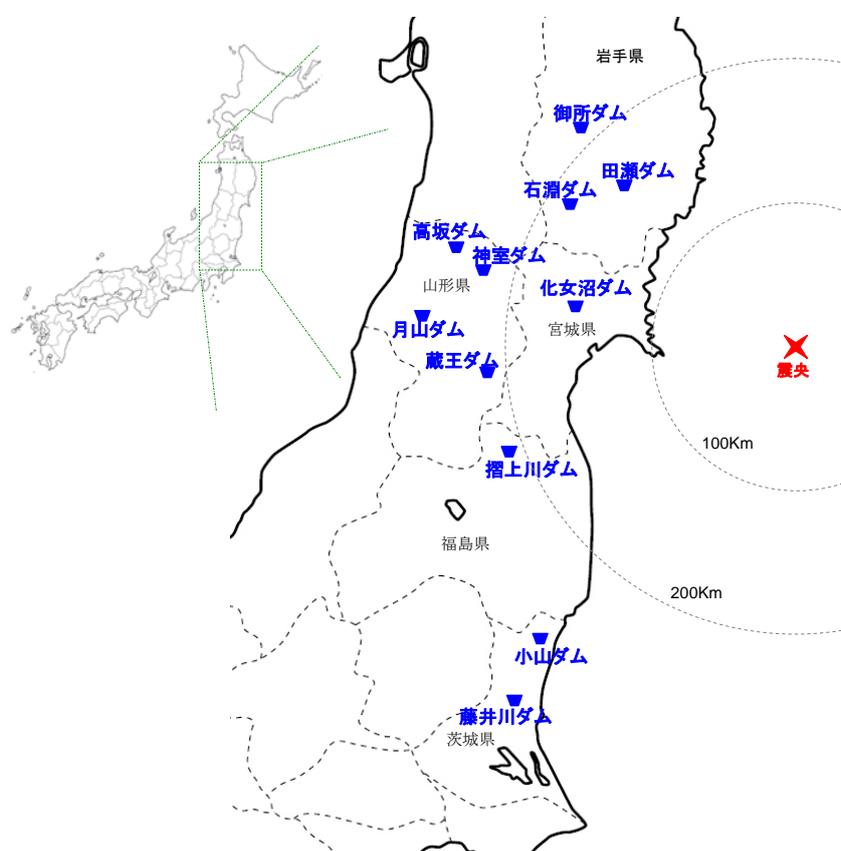


図-7.1 調査対象ダムの位置

7.3 調査結果及び考察

7.3.1 個別ダム調査結果の一覧

調査対象ダムの諸元、臨時点検での主な報告内容及び調査結果の概要を表-7.3 に示す。各ダムとも堤体の変状または漏水量(浸透量)の増加などが認められたが、いずれもダムの安全性に直ちに問題を生じる重大なものとはなっていない。

表-7.3 調査対象ダムの諸元、臨時点検結果及び調査結果

ダム名	管理者	竣工年度	型式*	堤高(m)	地震時水位EL(m) [貯水深(m)]	距離(km)		地震動**(gal)		臨時点検での 主な報告内容	漏水量(L/min)			詳細調査結果の概要 (主な変状等に関するもの)
						震央距離	断層最短距離	基礎	天端		地震前	地震後	調査時 [調査日]	
摺上川	東北地方整備局	2006	R	105.0	286.35 [79.85]	216	138	110	474	ダム天端クラック	約 70	約 100	約 85 [4/7]	・堤体の沈下(最大約 17cm) ・堤体天端両岸取付部舗装にクラック発生 (後日の調査により保護層内にとどまるものと判明) ・漏水量の増加(融雪による影響と判明)
石淵	東北地方整備局	1953	CFRD	53.0	302.37 [32.37]	204	145	(184)	607	ダム天端クラック	河床部: 約 2000 右岸トンネル: 約 440	河床部: 約 3000※ 右岸トンネル: 約 700	河床部: 約 2000 右岸トンネル: 710 [4/8]	・堤体の沈下(最大約 1cm) ・堤体天端高欄基礎にクラック発生 ・河床部漏水量計測値の増加 (計測水路への藻の付着による堰上の影響と判明)
田瀬	東北地方整備局	1954	G	81.5	197.34 [58.84]	192	121	-	-	漏水量増加	14	69	約 40 [4/8]	・堤体天端において、高欄コンクリート剥落、舗装継目クラックの開き及び段差 ・継目排水孔(最大断面付近)からの漏水量が増加(各 10L/min 程度以下)及び濁り(地震後1日で消滅)
御所	東北地方整備局	1981	G+R	52.5	176.99 [52.99]	237	157	39	125	漏水量増加	コンクリートダム部: 約 20	コンクリートダム部: 約 70	コンクリートダム部: 約 60 [4/9]	・コンクリートダム部の継目排水孔(J4)からの漏水量増加 ・フィルダム部堤体の沈下(微小)
月山***	東北地方整備局	2001	G	123.0	222 [75]	265	204	11	14	-	6.2	32.8	189 [5/22]	・地震後、継目排水孔(J14)から漏水(約 25L/min、その後安定) ・4月下旬からの水位上昇時に継目排水孔(J8,J17等)からの漏水量が増加 ・基礎排水孔(BL18)での揚圧力が増加
化女沼	宮城県	1995	E	24.0	25.97 [15.77]	176	121	269	462	漏水量増加	22	436	約 40 [4/10]	・堤体沈下(最大約 14cm) ・堤体天端左右岸取付部等にクラック ・浸透量(右岸)が地震直後に急増(その後減少)
神室***	山形県	1993	G	60.6	375.9 [42.9]	231	174	18	52	-	約 10	約 40	約 230 [4/24]	・4月上旬からの貯水位上昇に伴い、継目排水孔(2J3)からの漏水量が増加(その後、詳細調査・対策を実施。安定傾向)
高坂***	山形県	1967	G	57.0	184.27 [44.27]	254	197	26	32	-	約 35	約 15	約 300 [4/24]	・4月上旬からの貯水位上昇に伴い、継目排水孔(J9,J10)からの漏水量が増加(その後、詳細調査・対策を実施。安定傾向)
蔵王	山形県	1970	HG	66.0	583.17 [45.17]	212	146	91	535	-	8.6	38.9	約 50 [4/28]	・基礎排水孔(7BL等)からの漏水量が増加
藤井川	茨城県	1976	G	37.5	44.96 [26.96]	289	92	174	636	-	9※	76※	32 [5/6]	・最大断面付近(BL4.5)の基礎排水孔からの漏水量の増加 ・継目排水孔(J4)からの漏水の発生 ※地震前・地震直後の漏水量は参考値(自動計測値。後日、手動計測との比較により過大であることが判明)
小山	茨城県	2005	G	65.0	291.86 [36.86]	244	81	334	1242	-	83.3	137.6	152.2 [5/6]	・継目排水孔(J5,J19等)からの漏水量の増加(排水口付近にシルト状堆積物)

* G:重力式コンクリート、HG:中空重力式コンクリート、R:ロックフィル(土質コア)、CFRD:表面遮水壁型ロックフィル、E:アースフィル

** 水平成分(上下流方向及びダム軸方向)の最大値。石淵ダム(基礎)は参考値(岩盤でない右岸段丘部での観測値)、田瀬ダムは最大値不明。

*** 地震直後の臨時点検時点では特段の変状は報告されなかったが、後日貯水位の上昇に伴い漏水量の増加が報告されたため詳細調査を実施したダム

7.3.2 個別ダム調査結果

(1) 摺上川ダム

摺上川ダム(図-7.2)は、2006年に竣工した土質遮水壁型ロックフィルダム(堤高105.0m)である。本ダムでは、地震により漏水量(総量)が約70ℓ/minから100ℓ/minに増加したほか、変状として、堤体の沈下(最大断面付近で最大約17cm)及びダム天端の両岸取付部等の舗装に主にダム上下流方向のクラックの発生が認められた(写真-7.1、写真-7.2)。しかし、地震に伴う漏水量や沈下量の増加量はダム規模に対して小さく、その値が地震後も安定していること、また天端舗装のクラック幅も小さいこと、また上下流面に乱れが認められないことから、ダムの安全性に問題は生じていないものと判断した。ただし、安全性に関して万全を期すため、管理者によるクラック深さの調査を実施するとともに、漏水量等計測データの監視を継続して行うこととした。なお、クラック深さについては、追って管理者により実施された調査の結果、ダム天端の保護層内にとどまる軽微なものであることが確認されている。

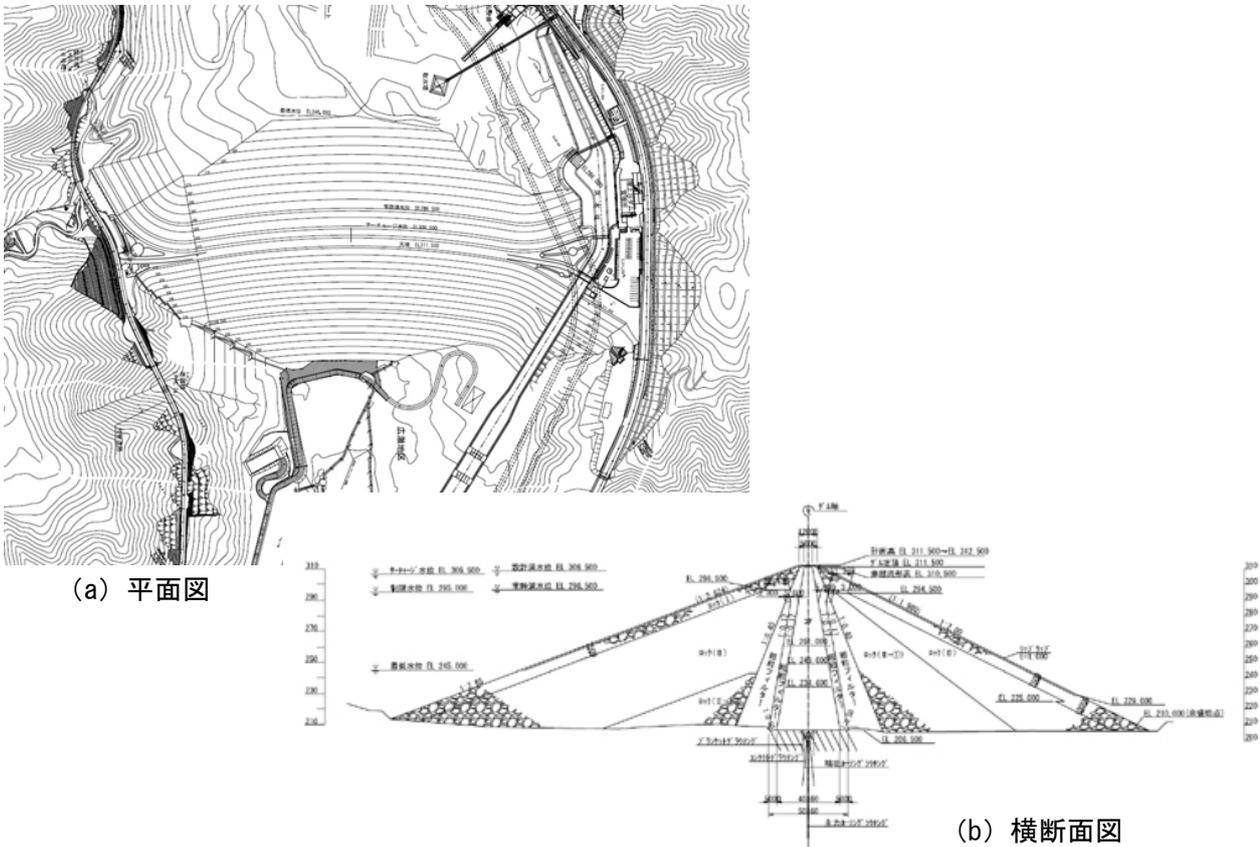


図-7.2 摺上川ダム



写真-7.1 ダム天端の左岸取付け部における
クラック(摺上川ダム)

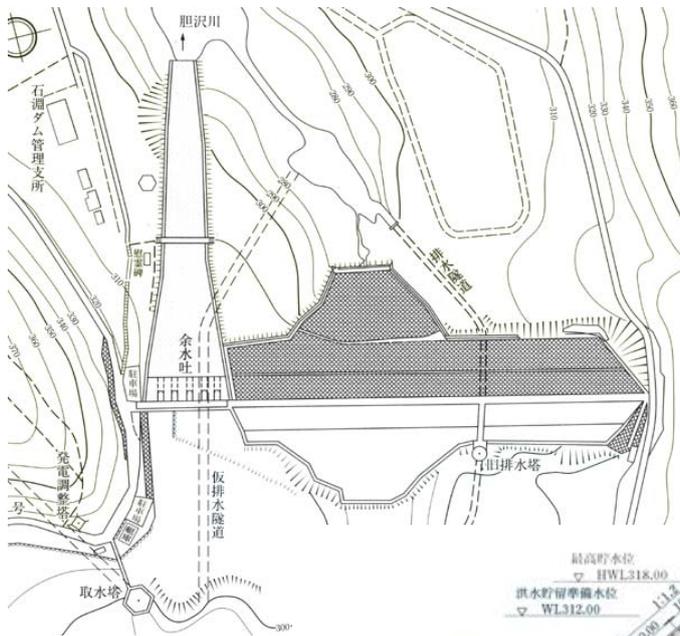


写真-7.2 ダム天端舗装クラックの接写
(摺上川ダム)

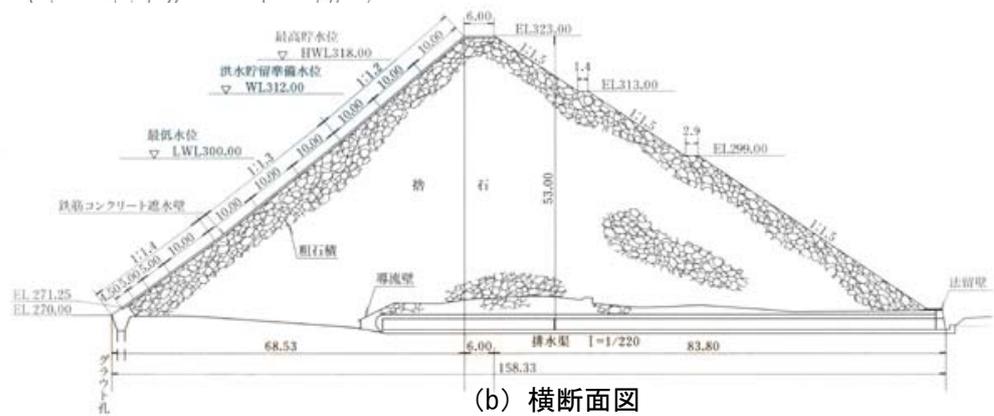
(2) 石淵ダム

石淵ダム(図-7.3)は、1953年に竣工したコンクリート表面遮水壁型ロックフィルダム(堤高53.0m)である。このダムでは、2008年に発生した岩手・宮城内陸地震(M7.2、内陸活断層地震)時にダム天端に設置された地震計で最大加速度1461gal(上下流方向)及び2070gal(鉛直方向)の地震動が観測され、天端舗装の波打ちや亀裂、天端舗装と高欄との境界の開きが生じるなどの被害を受けている(写真-7.3)^{3) 4)}。これに対し、今回の地震では、堤体の沈下や2008年の地震時に、堤体内埋設構造物(建設時に使用されたトロッコ用のピア)の影響で天端高欄の基礎部に生じたクラックの開きがみられたものの、ダム天端に生じた変状の程度としては、2008年の地震時の被災状況に比べると極めて軽微なものであった(写真-7.4)。

今回の地震で生じた堤体の沈下に関しては、その量(最大断面付近において最大で約1cm)がわずかであること及び上流の表面遮水壁に損傷が認められないことから、ダムの安全性に問題は生じていないものと判断した。なお、臨時点検結果として報告された河床部での漏水量計測値の増加(約2000ℓ/minから約3000ℓ/min)については、漏水量を計測する水路部に付着した藻による水路内水位せき上げの影響と判明したが、他の箇所でも計測している漏水量を含め、安全性に関して万全を期すため、管理者により漏水量等計測データの監視を継続して行うこととしている。



(a) 平面図



(b) 横断面図

図-7.3 石淵ダム



写真-7.3 石淵ダム天端(2008年の地震)³⁾



写真-7.4 石淵ダム天端(今回(2011年)の地震)
*舗装の補修跡は2008年の地震によるもの

(3) 田瀬ダム

田瀬ダム(図-7.4)は、1954年竣工の重力式コンクリートダム(堤高 81.5m)である。本ダムでは、3月11日の地震後に漏水量(総量)が14ℓ/minから69ℓ/minに増加した。また、天端高欄コンクリートの剥落及び天端舗装クラックの開きや段差が認められた(写真-7.5、写真-7.6)。しかしながら、これらの変状等は軽微なものであり、各横継目からの漏水量は最大でも10ℓ/min程度と少ないことから、ダムの安全性に問題はないものと判断した。ただし、地震前に漏水量がほぼ0ℓ/minであった継目排水孔からの漏水が認められたことから、ダムの安全性に万全を期すため、貯水位との相関に留意しつつ管理者による漏水量の監視を継続することとしている。

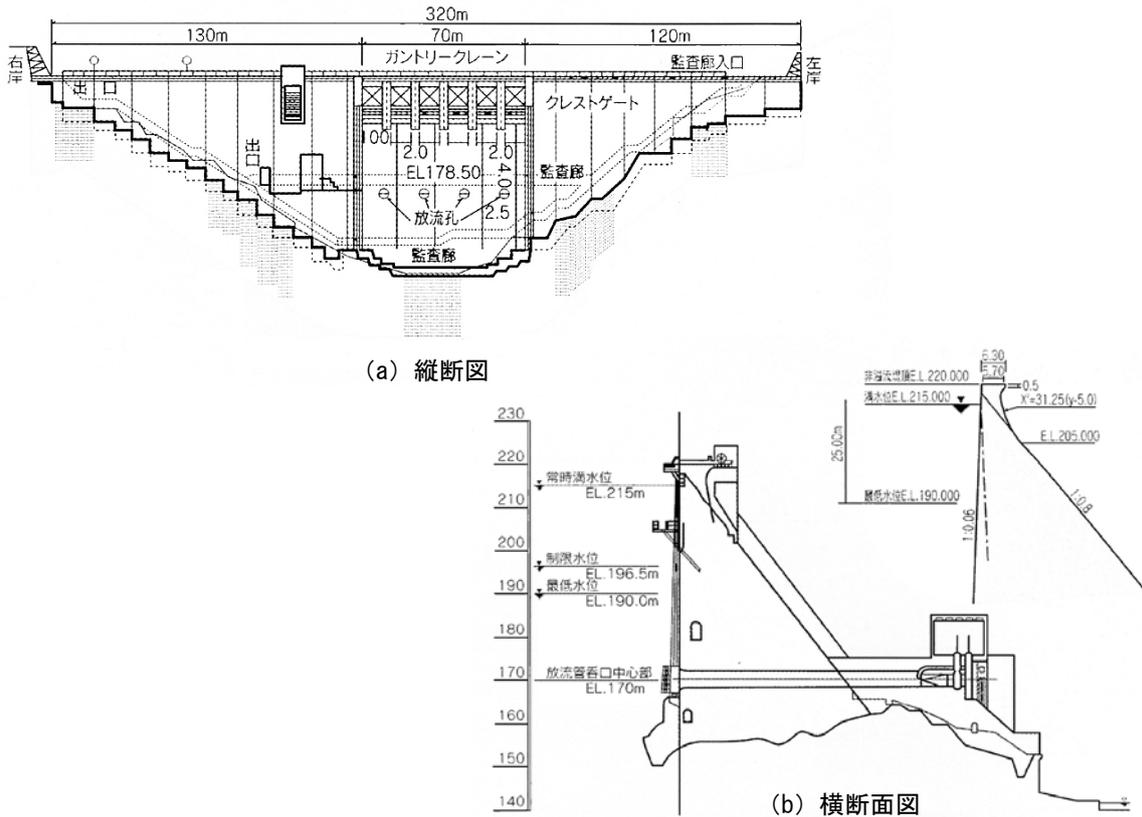


図-7.4 田瀬ダム



写真-7.5 天端高欄コンクリートの剥落(田瀬ダム)



写真-7.6 天端舗装の継目の段差(田瀬ダム)

(4) 御所ダム

御所ダム(図-7.5)は、洪水吐きを含む重力式コンクリートダム部とこれに接続するロックフィルダム部からなる複合型ダム(1981年竣工、堤高52.5m)である。地震により、コンクリートダム部の漏水量が約20ℓ/minから70ℓ/minに増加した。このうち主なものは写真-7.7に示す横継目部(J-4)からの漏水である。この箇所からの漏水は、従来から気温低下によりコンクリートが収縮する冬季に最大で20ℓ/min程度が計測されていたが、今回の地震により20ℓ/minから35ℓ/minに増加するとともに、従来は見られなかった下流側の監査廊壁面からも漏水が見られた。このため、当該箇所を中心に管理者により漏水量の監視を継続することとしている。

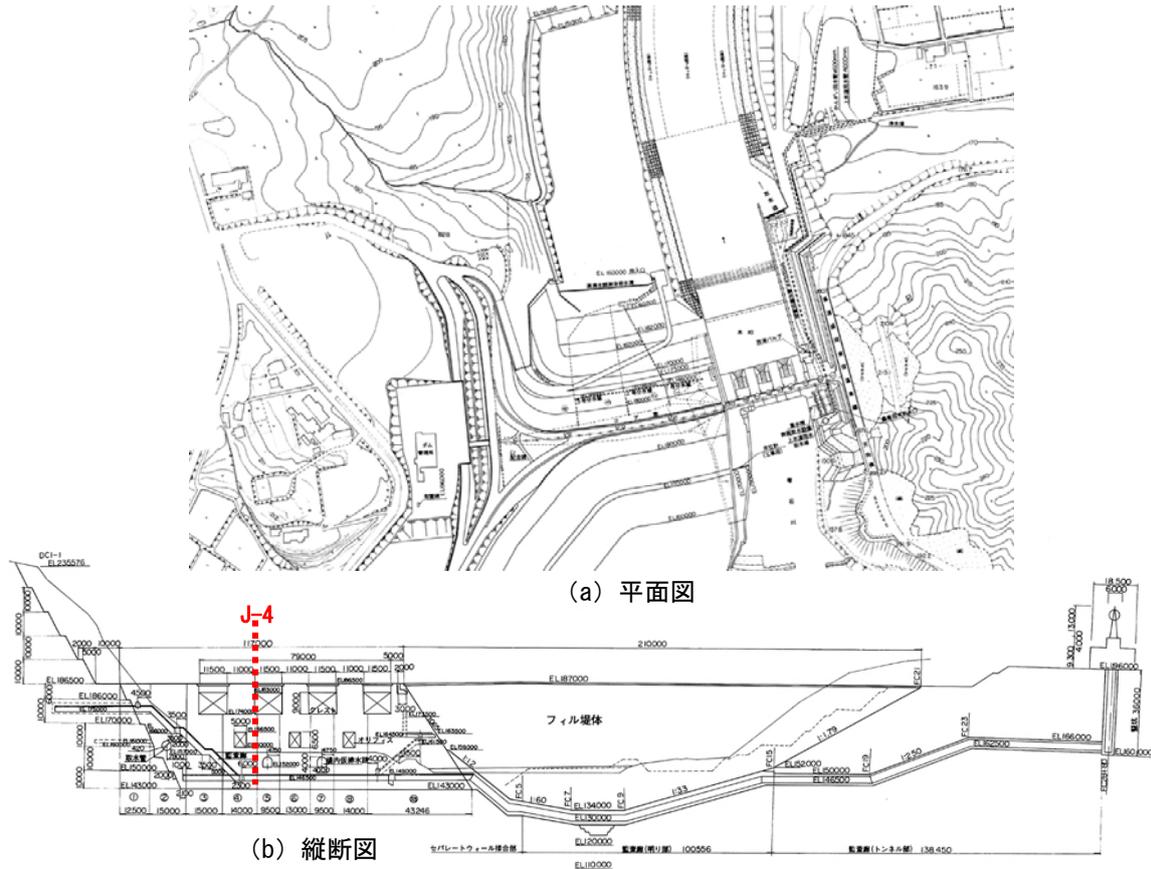


図-7.5 御所ダム



写真-7.7 重力式コンクリートダム部継目(J-4)の漏水(御所ダム、重力式コンクリートダム部)

(5) 月山ダム

月山ダム(図-7.6)は、2001年竣工の重力式コンクリートダム(堤高123.0m)である。本ダムでは、3月11日の地震直後より一部の継目排水孔からの漏水量が増加したが、4月25日頃に貯水位が上昇した際、他の継目排水孔からも漏水量の増加が報告された。このため、地震との関連性は不明であるものの、詳細現地調査を実施した。

調査時において、地震直後に増加が見られた継目排水孔(J14)の漏水量は安定していたが、継目排水孔J8(写真-7.8)、J17(写真-7.9)については、その後貯水位が大きく変化しない状況下においても漏水量の継続的な増加傾向が認められ、その量もそれぞれ40ℓ/min、90ℓ/min程度(調査日時点)と比較的多くなっていた。このため、既に管理者により漏水経路の調査や一部対策が開始されていたが、引続き漏水経路の特定及びその結果に基づく対策を進める必要がある。

なお、本ダムでは基礎排水孔の1つ(U18-2)において、過去の同一貯水位における最大値を上回る漏水量(25ℓ/min)が計測されており、この箇所では揚圧力も高めの値(約0.3MPa)で増加傾向となっている。この点については、周囲の基礎排水孔で計測される揚圧力や同基礎排水孔が設置されているブロック内の上下流方向に設置された間隙水圧計で計測される間隙水圧の値に変化が見られないことや、管理者により実施されたボアホールカメラによる孔内調査結果などから、堤体着岩部付近もしくは岩盤からの漏水の可能性が考えられるものの、ただちに安全上問題となるものではないと考えられる。しかし、ダムの安全に万全を期すため、管理者において引続き当該箇所の漏水量や揚圧力の監視を継続することとしている。

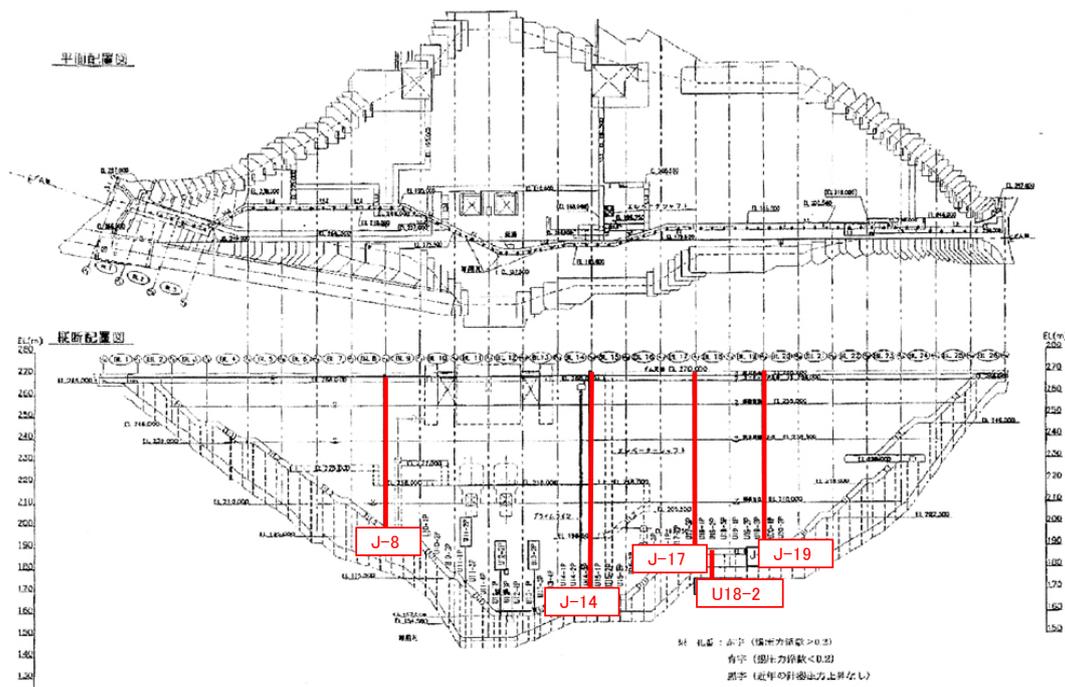


図-7.6 月山ダム



写真-7.8 継目(J8)排水状況(月山ダム)

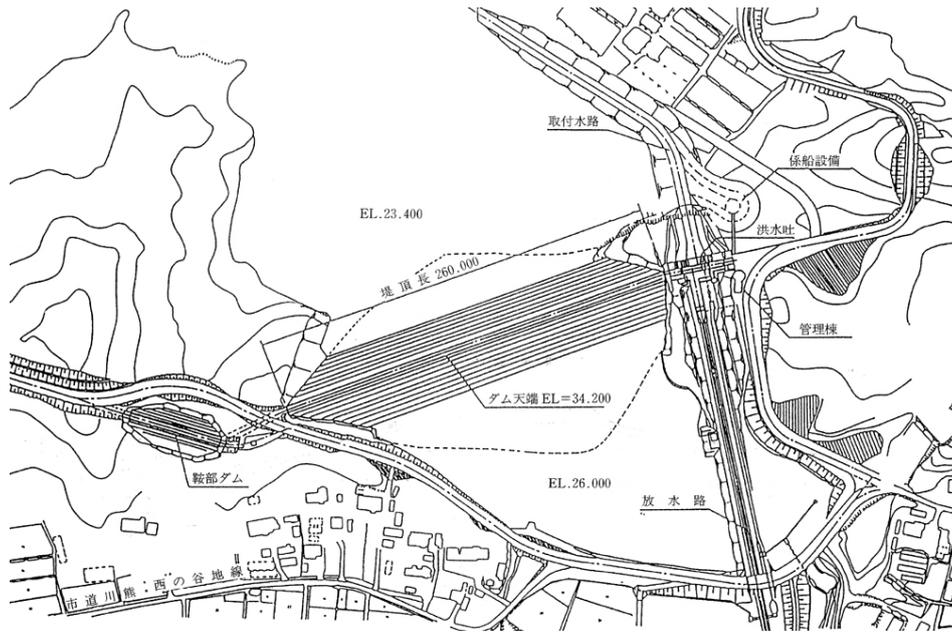
*側溝中の気泡は、漏水箇所調査のための発泡剤による



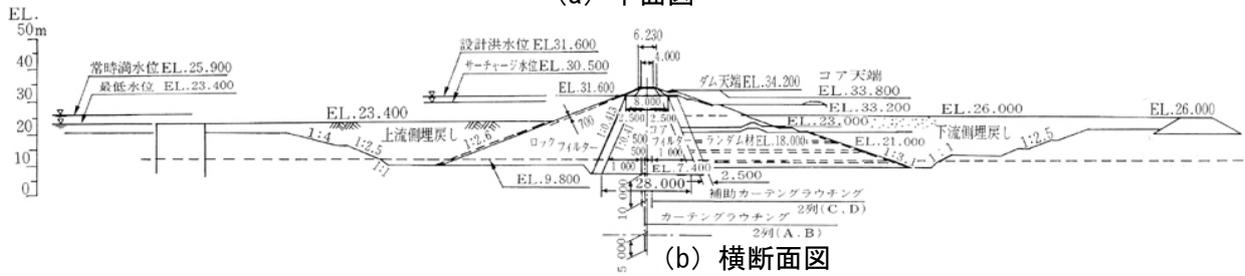
写真-7.9 継目(J17)排水状況(月山ダム)

(6) 化女沼ダム

化女沼ダム(図-7.7)は1995年竣工のアースフィルダム(堤高24.0m)である。本ダムでは、3月11日の地震の後、総漏水量(浸透量)が地震前の約200/minから約4300/minに急増した。なお、当ダムでは、漏水量(浸透量)を左岸、中央、右岸及びボーリング孔からのものに各々分けて計測しているが、このうち大きく増加したのは右岸からの漏水量(浸透量)で、約70/minから約2900/minに増加した。しかしながら、その後漏水量(浸透量)は急激に減少し、3月15日以降は総約500/min程度と安定している。また、地震後の測量により、最大変位量を計測した天端中央部付近において13.9cmの沈下及び下流側へ5.8cmの変位が認められた。堤体天端では、上下流方向に数本のクラックが発生し、うち左岸部では幅が2.5~3cm程度のものが確認された(写真-7.10)。また、天端中央から左岸側の縁石と舗装の間に開きが生じていた(写真-7.11)。調査時点において、ただちにダムの安全性に問題を生じる点は認められなかったが、漏水量(浸透量)の継続的な監視が必要である。



(a) 平面図



(b) 横断面図

図-7.7 化女沼ダム



写真-7.10 上下流方向に発生したクラック
(化女沼ダム)



写真-7.11 天端中央部の縁石と舗装の開き
(化女沼ダム)

(7) 神室ダム及び高坂ダム

神室ダム(図-7.8)は、1993年竣工の重力式コンクリートダム(堤高 60.6m)、高坂ダム(図-7.9)は1967年竣工の重力式コンクリートダム(堤高 57.0m)である。両ダムとも、3月11日の地震(本震)から約1ヶ月経過した4月上旬になって、降雨や融雪による貯水位の上昇とともに漏水量が大幅に増加した。なお、これとほぼ同時期の4月7日には最大余震(M7.4)も発生している。報告された漏水量の増加と地震との関連性は不明であるものの、漏水量の増加原因や対応について検討するため、管理者である山形県の要請により詳細調査を実施した。なお、両ダムの基礎部における地震動の最大加速度(水平方向成分)は本震・余震とも15~25gal程度とあまり大きな加速度は観測されていない。

詳細調査の結果、神室ダムでは、主に横継目2J3(写真-7.12)からの排水孔において顕著な漏水量の増加が認められ、その量は過去の同一貯水位での既往最大値を上回るものとなっていることがわかった(図-7.10)が、基礎排水孔からの漏水量や揚圧力、堤体の変位などに顕著な変化は認められなかった。また、高坂ダムについても、同様に主に横継目J9(写真-7.13)及びJ10からの排水孔で顕著な漏水量の増加が認められた(図-7.11)が、基礎排水孔からの漏水や濁りなどは認められなかった。

このため、両ダムともただちにダムの安全性に問題を生じるものではないと考えられるものの、漏水量の顕著な増加が認められた横継目を中心に、漏水量や継目の開きについて管理者による監視を強化するとともに、漏水経路の調査及び対策の検討を行うこととした。

その後、両ダムにおける横継目からの漏水については、漏水経路の調査及びその結果を踏まえた漏水防止材料の投入による対策が実施されるとともに継続的な監視が続けられており、ともに安定化する傾向にある。

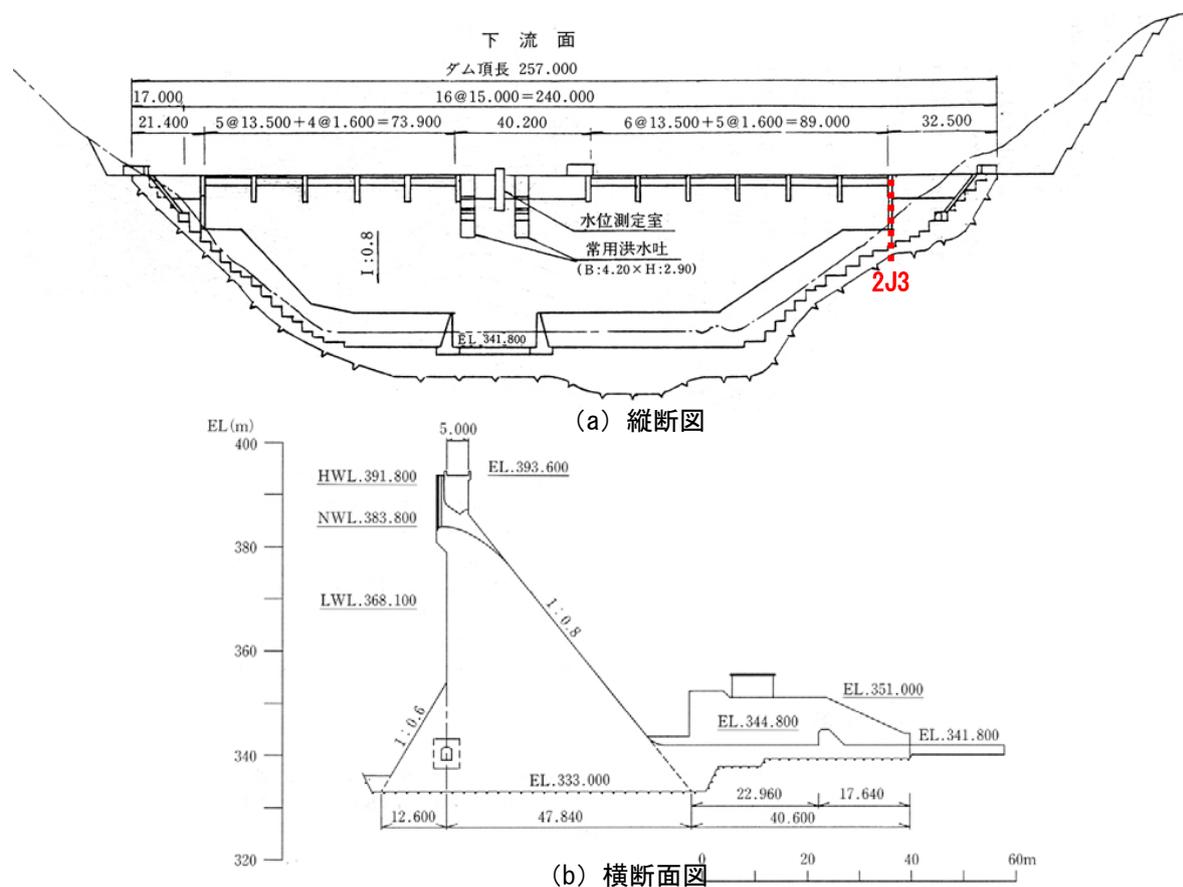
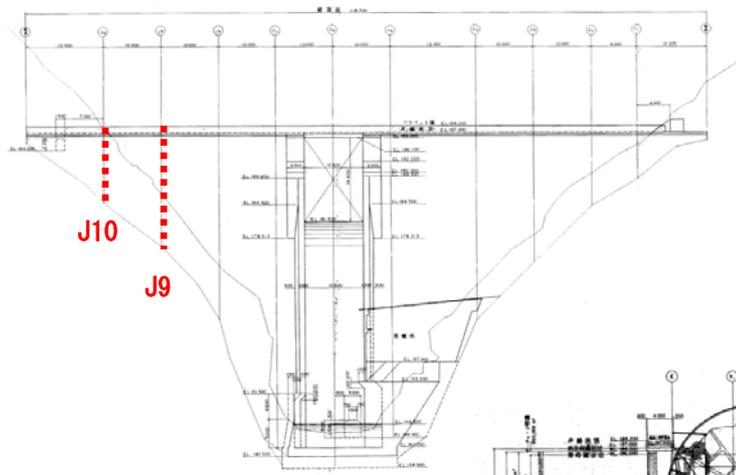
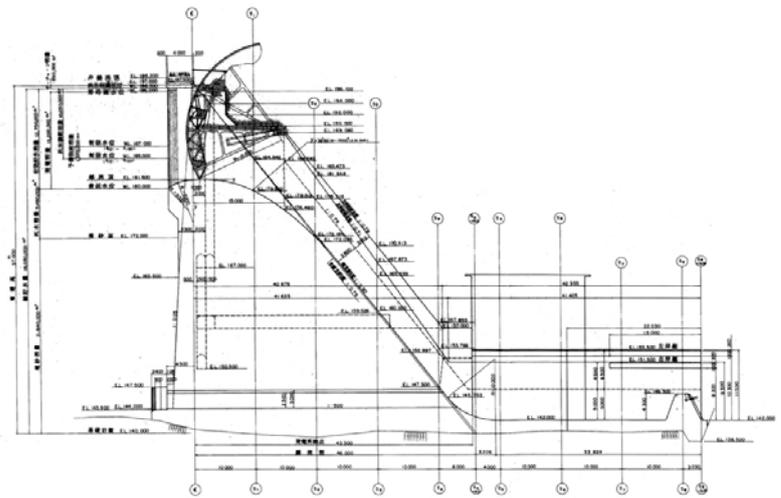


図-7.8 神室ダム



(a) 縦断面図



(b) 横断面図

図-7.9 高坂ダム

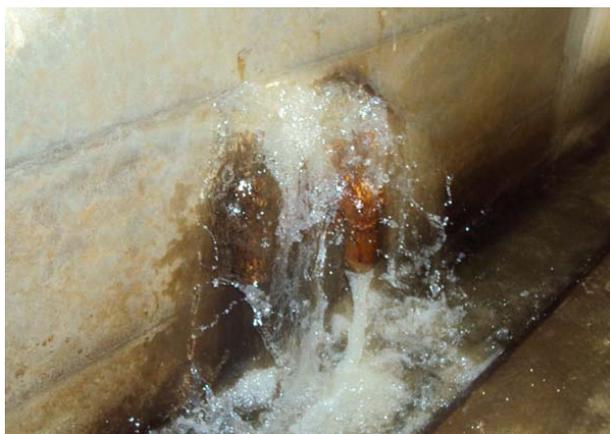


写真-7.12 横継目(2J3)からの漏水の状況
(神室ダム)



写真-7.13 横継目(J9)からの漏水の状況
(高坂ダム)

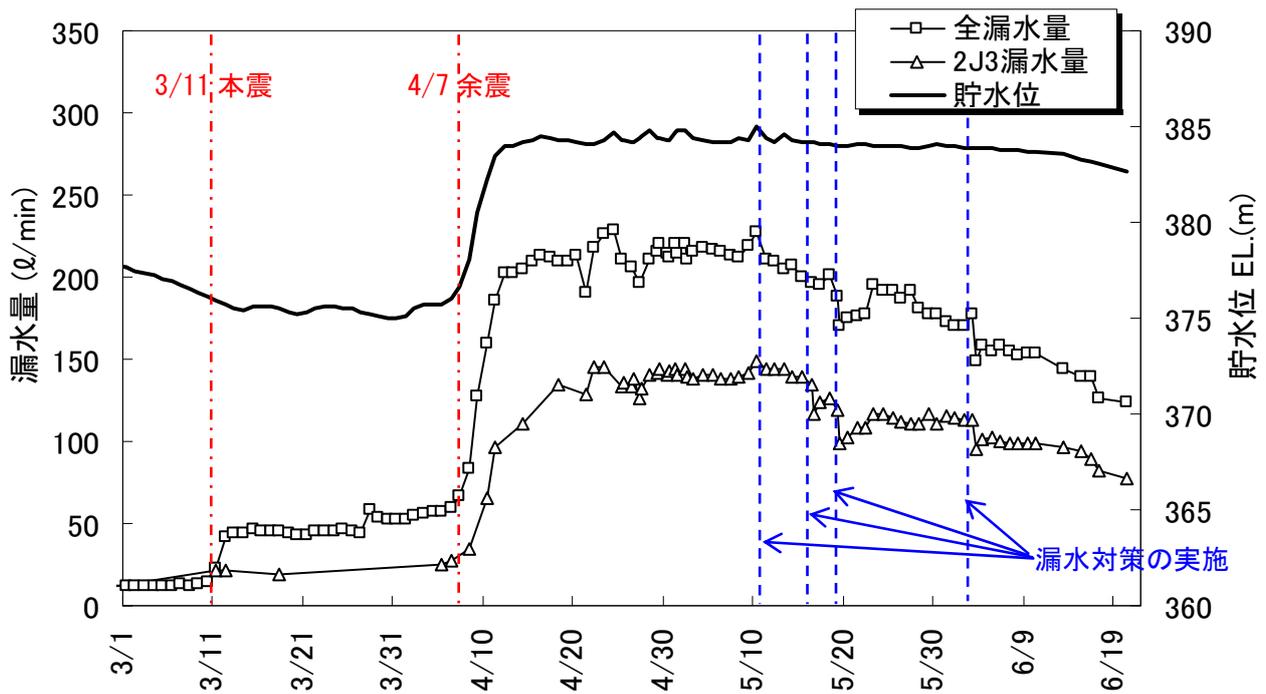


図-7.10 神室ダム漏水量の変化

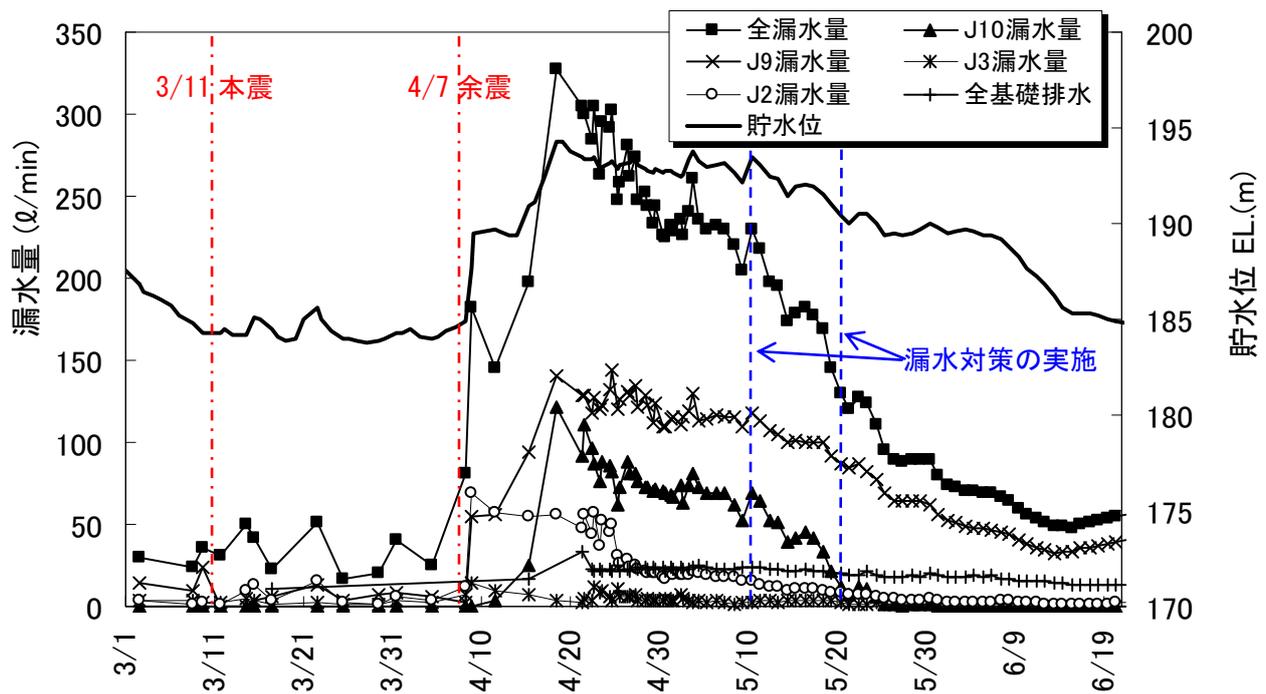


図-7.11 高坂ダム漏水量の変化

(8) 蔵王ダム

蔵王ダム(図-7.12)は1970年竣工の中空重力式コンクリートダム(堤高66.0m)である。本ダムでは、3月11日の地震直後、全漏水量が8.6ℓ/minから38.9ℓ/minに増加した。漏水量は4月上旬頃まではほぼ一定でその後やや増加傾向にある(調査日時点で50ℓ/min程度)が、貯水位の上昇に対応したものと考えられる。なお、漏水の総量として特に多くはないが、基礎排水孔の1つ(7BL-9)では地震後に漏水量が1ℓ/minから15ℓ/minに増加した。また、詳細調査時において、J8などホロー内のいくつかの継目排水孔出口の下部に黄白色の砂状の堆積物が認められた(写真-7.14、写真-7.15)。これらが地震時に生じたものかは臨時点検時に確認されていないため不明であるが、漏水量の継続監視とあわせ、今後の点検時においては継目排水孔の状況についても確認する必要がある。なお、外観上ダムに特段の変状は認められていない。

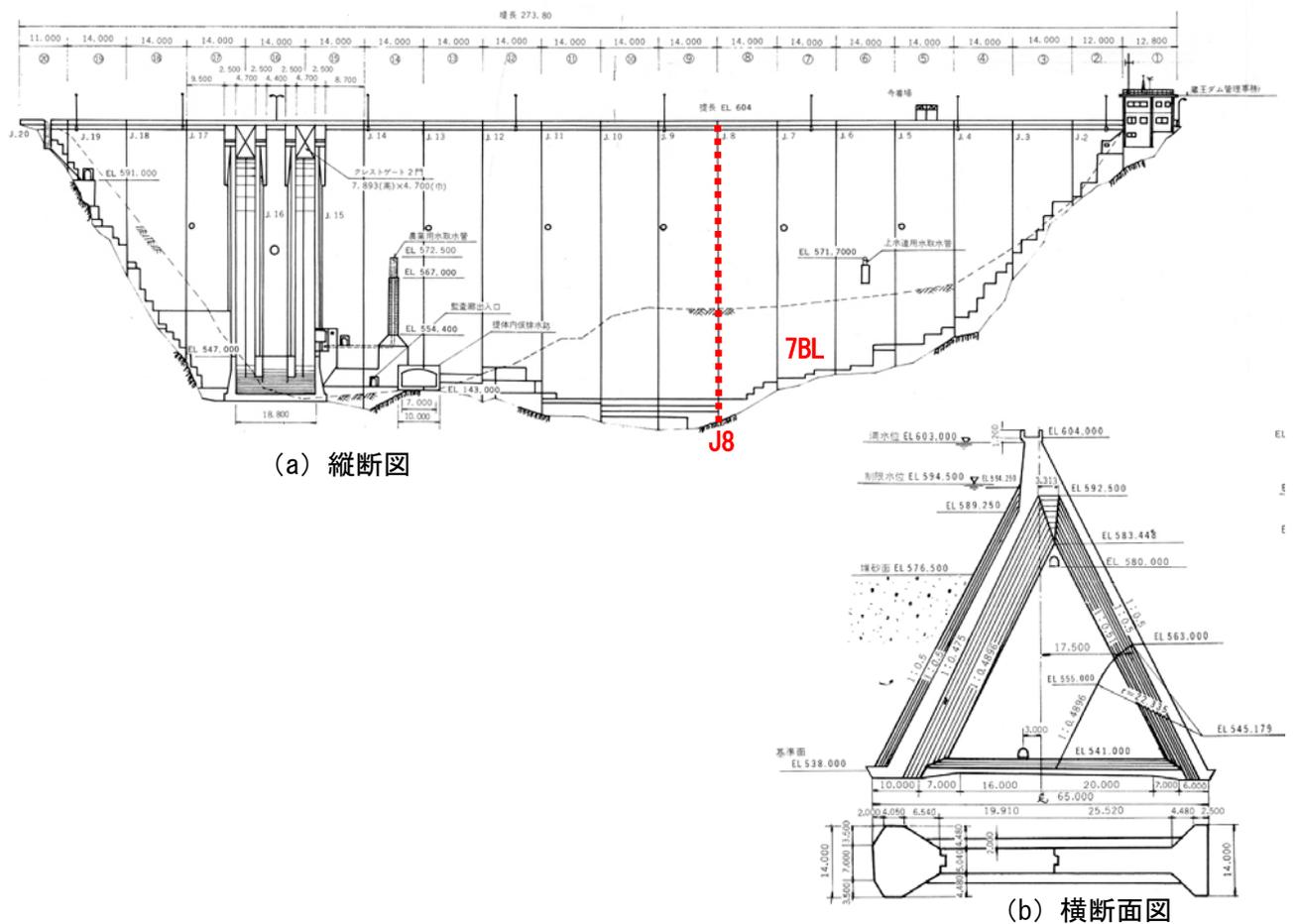


図-7.12 蔵王ダム



写真-7.14 継目(J8)排水孔
(蔵王ダム)



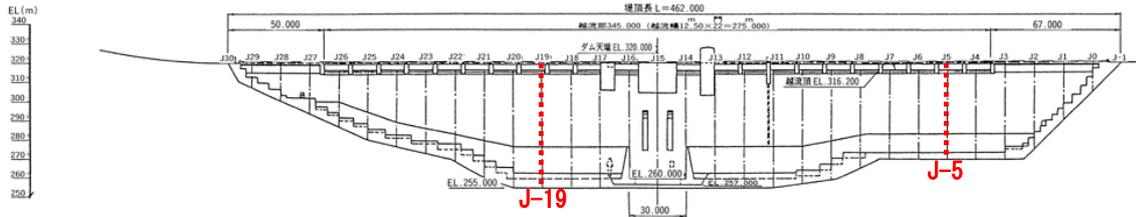
写真-7.15 継目排水孔からの流出物と思われる
堆積物(今回の地震によるものかは不明)
(蔵王ダム)

(9) 藤井川ダム及び小山ダム

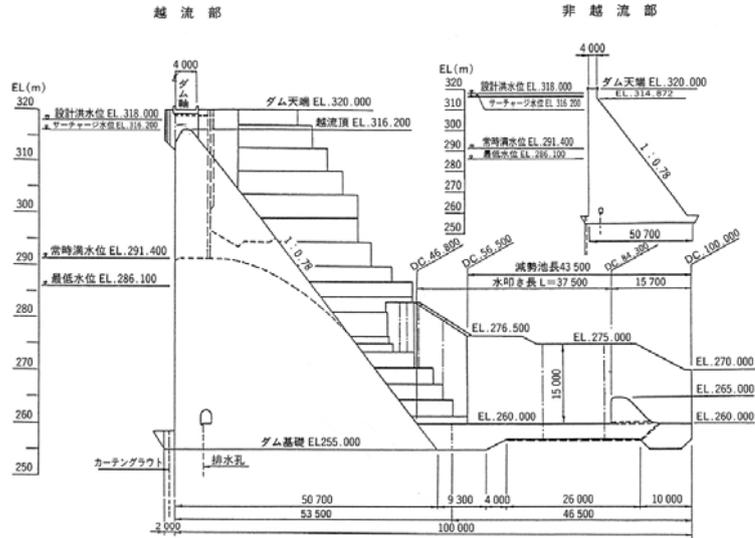
藤井川ダム(図-7.13)は1976年の重力式コンクリートダム(堤高37.5m)、小山ダム(図-7.14)は2005年竣工の重力式コンクリートダム(堤高65.0m)である。3月11日の本震後、両ダムとも漏水量の計測値が増加したことから、管理者である茨城県の要請により詳細調査を実施した。

このうち、藤井川ダムでは、貯水位がほぼ常時満水位であった3月11日の地震直後に全漏水量の自動計測値が90/minから760/minに急激に増加し、その後930/minに達したことから、安全のため4月4日より洪水期制限水位に向けて貯水位の低下を開始している。詳細調査の結果、外観上、特段の変状は認められなかったが、管理者によれば、目視により河床部の基礎排水孔(写真-7.16)からの漏水の増加や、常時満水位以上の水位となった場合に目視で横継目(J4)からの漏水が認められたとのことであった。本ダムは、本震時に比較的強い地震動を受けていることも考慮し、今後の水位上昇時に向けてダムの安全性を確認しておく必要があると考えられることから、管理者による漏水量等の監視を強化することとした。

小山ダムでは、3月11日の地震後、一部の基礎排水孔や継目排水孔(J5, J19など)で漏水量の増加が認められた。なお、漏水量の増加分のほとんどは継目排水孔からの漏水量の増加によるものである。詳細調査において、漏水量の増加が認められたこれら継目排水孔の排水口付近を確認したところ、茶褐色のシルト状堆積物(写真-7.17)が見られた。これが地震によるものかどうかは不明であるが、地震により横継目部の止水機能に何らかの問題が生じた可能性も考えられるため、管理者により引続き漏水の濁りの有無や漏水量などの監視を継続するとともに、漏水経路等についての調査を行うこととした。

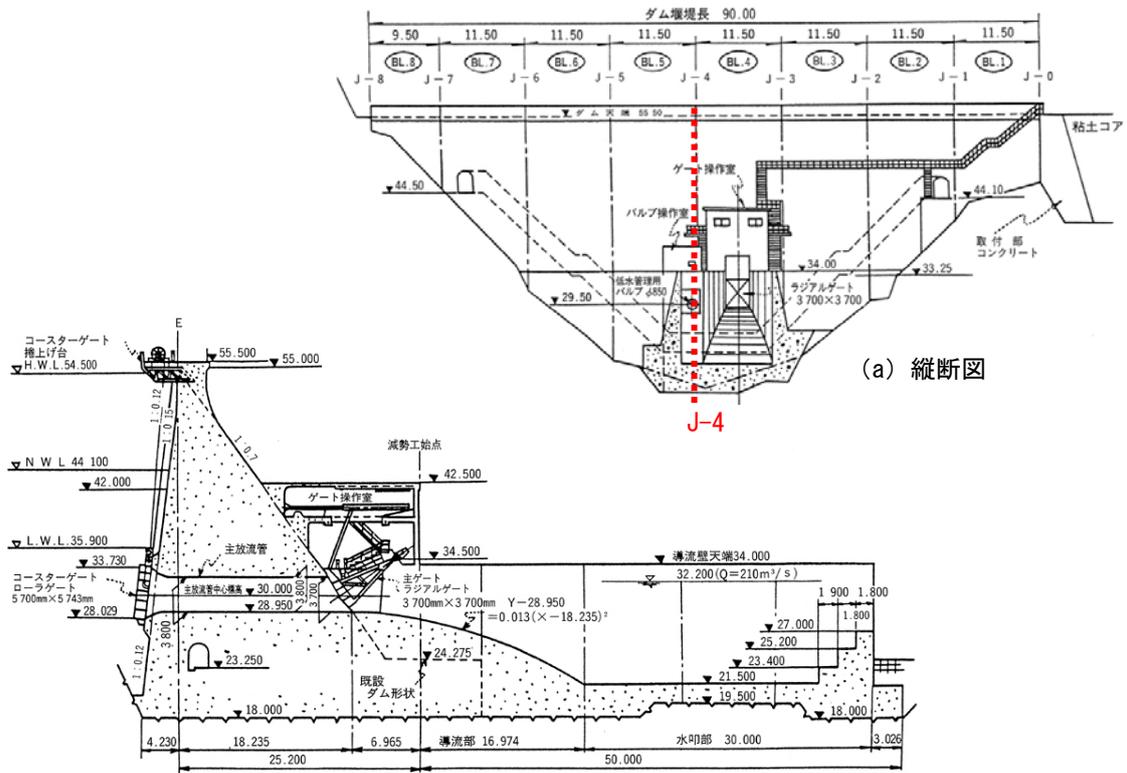


(a) 縦断面図

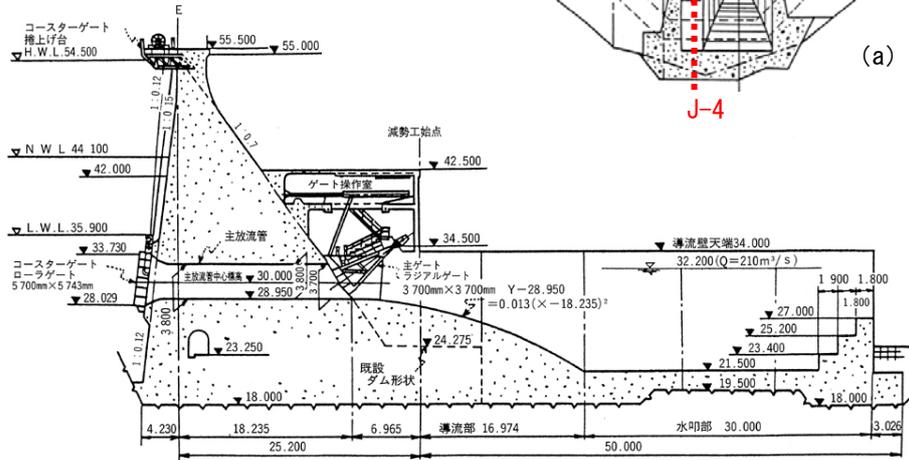


(b) 横断面図

図-7.13 小山ダム



(a) 縦断面図



(b) 横断面図

図-7.14 藤井川ダム



写真-7.16 基礎排水孔(No. 11)からの漏水
(藤井川ダム)



写真-7.17 監査廊内排水溝の茶褐色のシルト状
堆積物(小山ダム)

7.3.3 ダムで観測された地震動

(1) 最大加速度記録

今回の地震により、ダムの基礎または低標高部の監査廊内など(以下、ダム基礎)に設置された地震計で観測・報告された最大加速度は、図-7.15 に示すとおりである。100gal 以上の水平加速度を記録した国土交通省所管ダムは 23 ダム(直轄ダム 4 ダム、補助ダム 19 ダム)であった(表-7.4)。

なお、ここに示す最大加速度は、ダム管理者から報告された速報値であり、加速度の時刻歴記録を処理して確定した値ではないため、暫定値である。

直轄ダムにおいては、三春ダムにおける 194.8gal が最も大きい最大加速度(水平方向)の観測値となっている。補助ダムについては、沿岸部のダムのデータが十分には集まっていないが、収集されている範囲では、宮城県の宮床ダムにおける 313gal を最大値として、水平方向で 200gal 以上の最大加速度値が 7 ダムから報告されている。

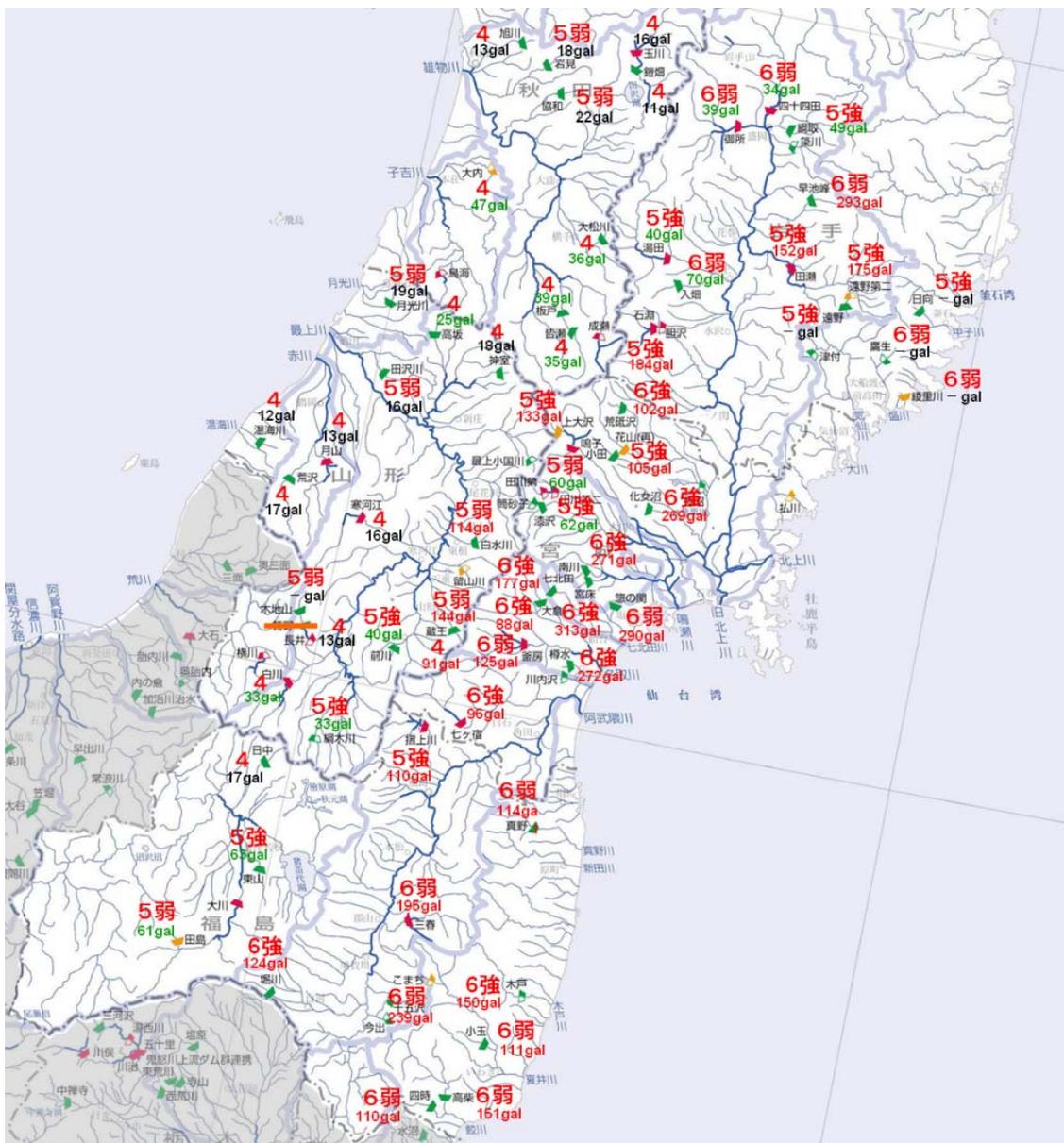


図-7.15 東北地方太平洋沖地震におけるダム周辺の震度および、ダム地点の最大加速度の分布

表-7.4 ダム基礎における水平最大加速度(暫定値)

(国土交通省所管のダム(直轄・補助)で100gal以上を記録したもの)

ダム名	管理者	型式	堤高(m)	最大加速度 (基礎)(gal)
宮床ダム	宮城県	重力式コンクリート	48	313
早池峰ダム	岩手県	重力式コンクリート	73.5	293
惣の関ダム	宮城県	複合式	23.5	290
樽水ダム	宮城県	ロックフィル	43	272
南川ダム	宮城県	重力式コンクリート	46	271
化女沼ダム	宮城県	アースフィル	24	269
千五沢ダム	福島県	アースフィル	43	239
三春ダム	東北地方整備局	重力式コンクリート	65	194.8
石淵ダム	東北地方整備局	ロックフィル	53	183.8*
七北田ダム	宮城県	ロックフィル	74	177
遠野第二ダム	岩手県	重力式コンクリート	23.1	175
蔵王ダム	山形県	中空重力式コンクリート	66	144
木戸ダム	福島県	重力式コンクリート	93.5	134
上大沢ダム	宮城県	アースフィル	19	133
釜房ダム	東北地方整備局	重力式コンクリート	45.5	125.4
堀川ダム	福島県	ロックフィル	57	124
白水川ダム	山形県	重力式コンクリート	54.5	114
真野ダム	福島県	重力式コンクリート	69	113.5
小玉ダム	福島県	複合式	102	111.4
摺上川ダム	東北地方整備局	ロックフィル	105	110.3
小田ダム	宮城県	ロックフィル	43.5	105
荒砥沢ダム	宮城県	ロックフィル	74.4	102
四時ダム	福島県	ロックフィル	83.5	101.9
田瀬ダム	東北地方整備局	重力式コンクリート	81.5	—**

* 石淵ダムは、右岸段丘部での観測値(岩盤ではない)

** 田瀬ダムは、100gal以上の地震動が記録されているが、地震途中で記録が中断し、最大加速度が評価できない。

図-7.16 にダム基礎において観測・報告された水平最大加速度の距離減衰を示す。なお、最短距離の算出においては国土地理院による断層モデル⁵⁾を使用した。また、今回のような極めて規模の大きい地震への適用には議論が必要であるが、ダム基礎岩盤での地震動観測記録に基づく加速度応答スペクトルの推定式で、「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針(案)・同解説」⁶⁾に基づくダムの耐震性能照査に用いられる距離減衰式(プレート境界地震の場合における最短距離式(平成20年式)⁷⁾)による計算値(地震動のばらつきを考慮した平均値相当の値)を比較のため併記する。なお、同式において、地震の規模は気象庁マグニチュードにより定義されているが、ここではモーメントマグニチュードの値(M9.0)を用いた計算値であることに注意を要する。

今回の地震は、地震の規模としては極めて大きかったものの、地震の震源域からダム地点までの距離がある程度離れており、過去の内陸活断層地震で震源に近いダムで観測されたほど大きな最大加速度の記録は観測されていない。

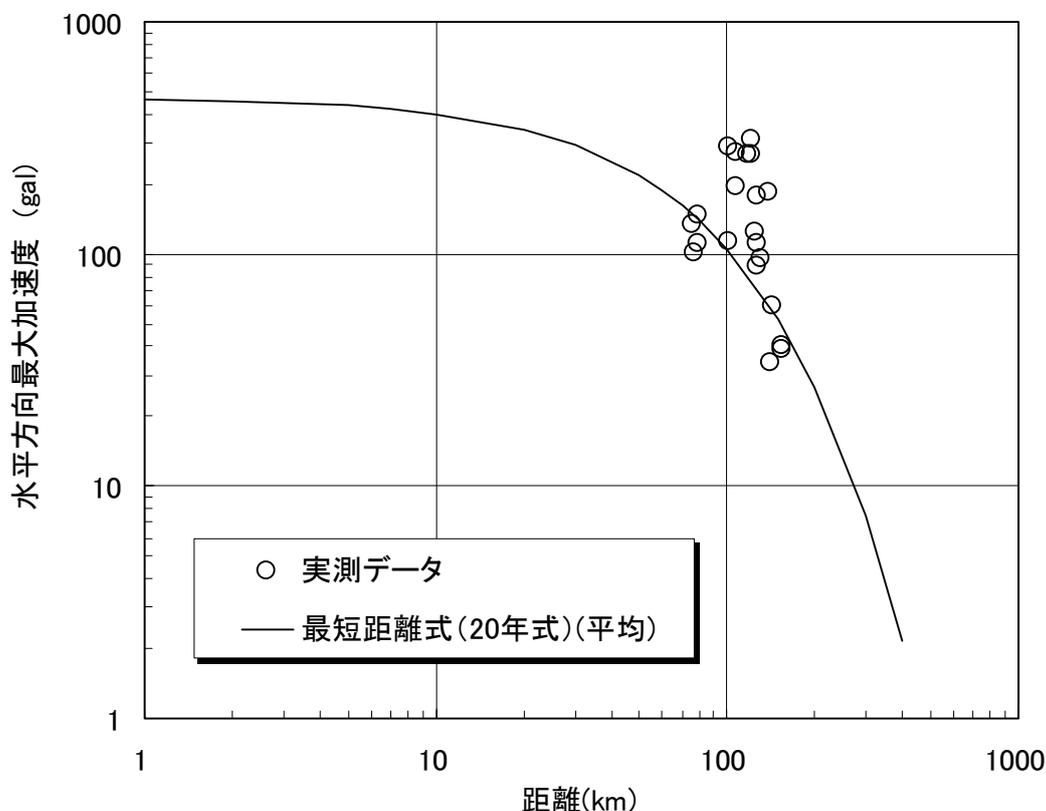
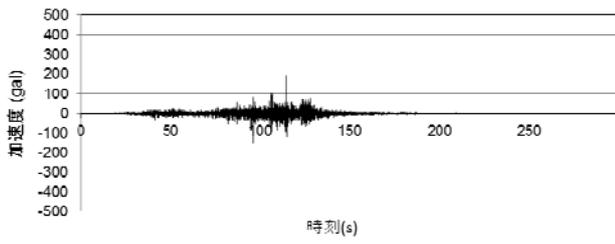


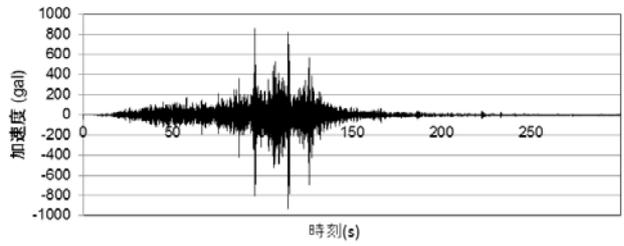
図-7.16 ダム基礎で観測された水平方向の最大加速度

(2) 加速度時刻歴

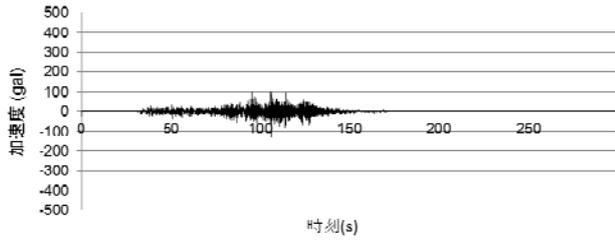
三春ダム(重力式コンクリートダム)及び摺上川ダム(ロックフィルダム)において得られた本震の加速度時刻歴をそれぞれ図-7.17、図-7.18 に示す。三春ダムでは、ダム基礎において最大加速度 194.8gal、天端において最大加速度 932.4gal を記録した。また、摺上川ダムでは、ダム基礎において最大加速度 110.3gal、天端において最大加速度 473.9gal を記録した。なお、図-7.17、図-7.18 から読みとれるように、今回の地震は地震動の継続時間が非常に長かったことが大きな特徴である。



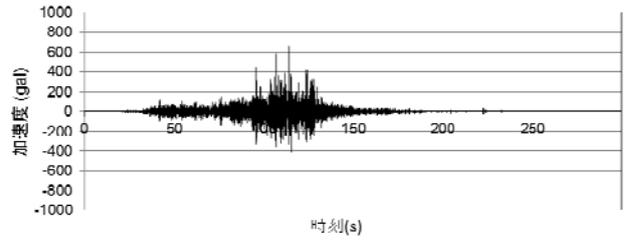
上下流方向(最大加速度：194.8gal)



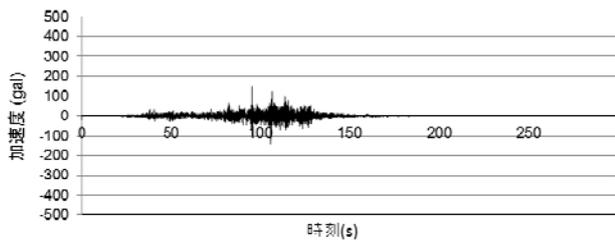
上下流方向(最大加速度：932.4gal)



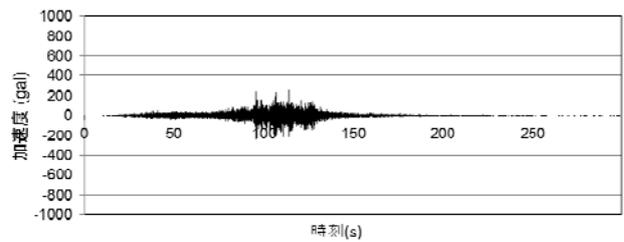
ダム軸方向(最大加速度：130.8gal)



ダム軸方向(最大加速度：661.2gal)



鉛直方向(最大加速度：146.9gal)

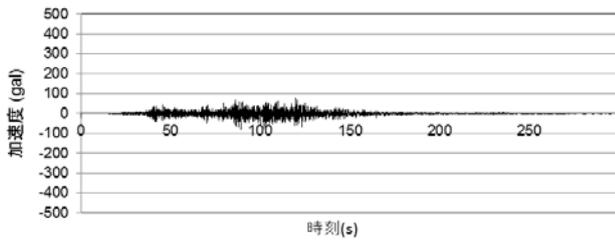


鉛直方向(最大加速度：262.5gal)

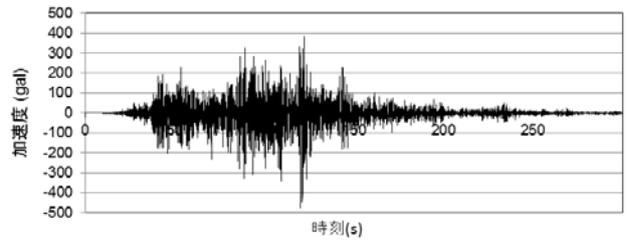
(a) ダム基礎

(b) ダム天端

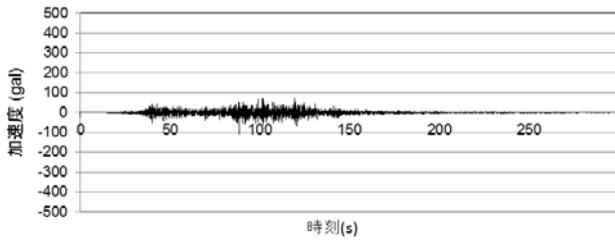
図-7.17 三春ダムで観測された加速度時刻歴



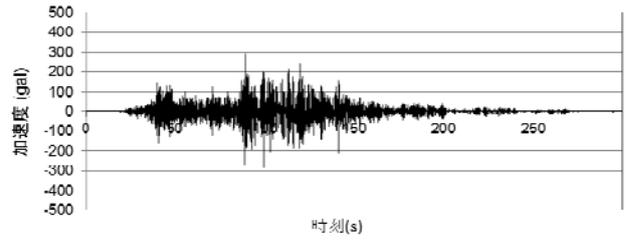
上下流方向(最大加速度 : 81.6gal)



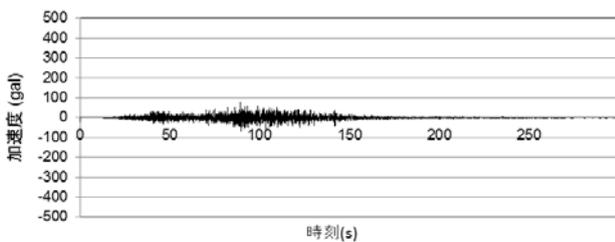
上下流方向(最大加速度 : 473.9gal)



ダム軸方向(最大加速度 : 110.3gal)

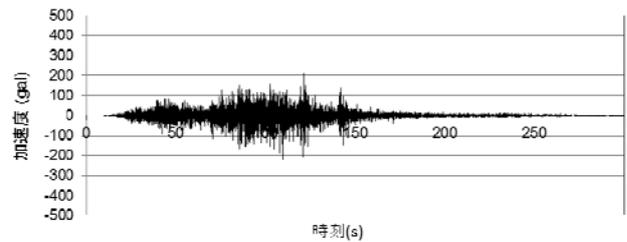


ダム軸方向(最大加速度 : 294.1gal)



鉛直方向(最大加速度 : 79.8gal)

(a) ダム基礎



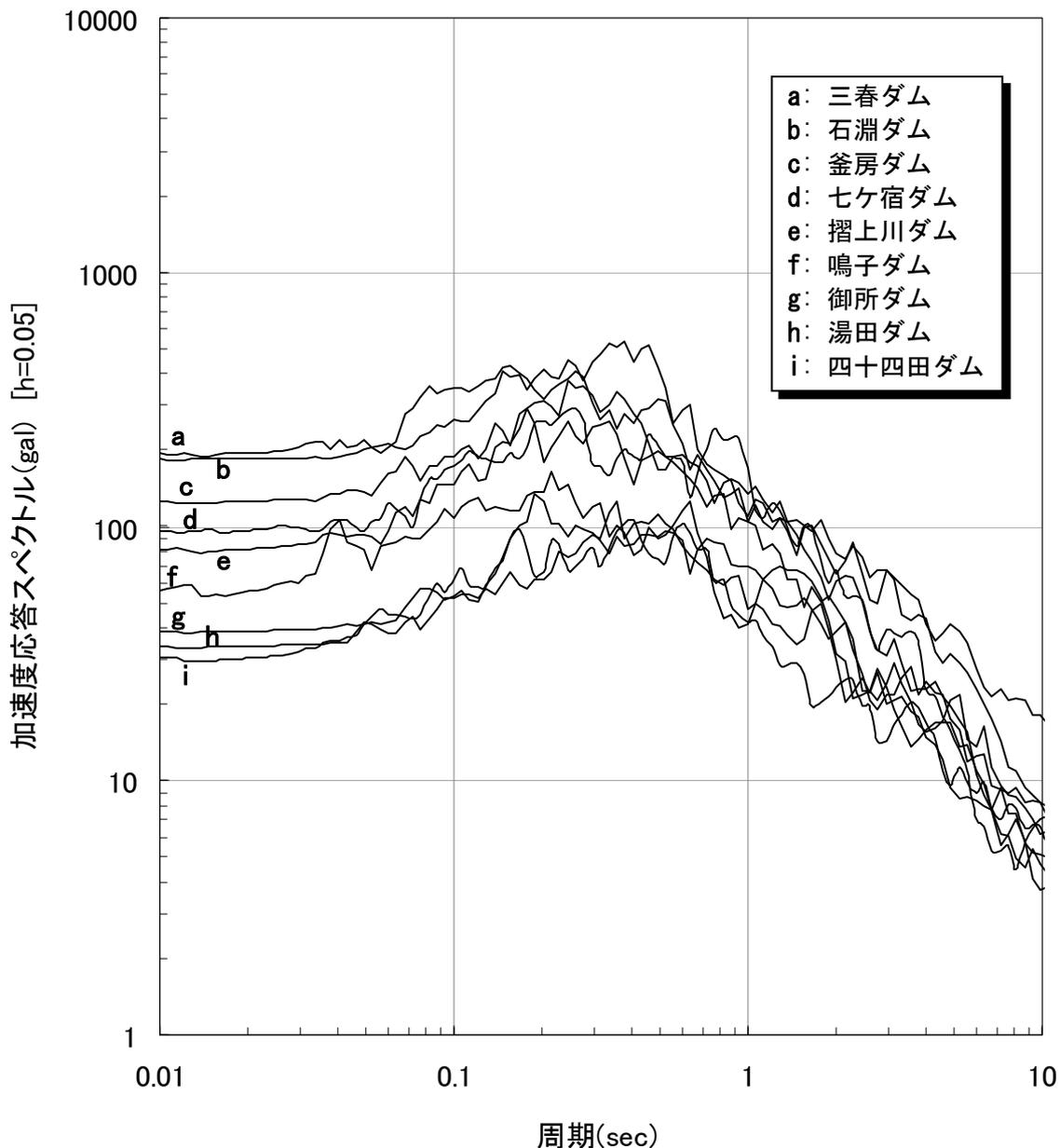
鉛直方向(最大加速度 : 224.8gal)

(b) ダム天端

図-7.18 摺上川ダムで観測された加速度時刻歴

(3) 加速度応答スペクトル

国土交通省が管理するダムで震源域から比較的近い計9ダムにおける地震動について、ダム基礎の水平方向(上下流方向およびダム軸方向)の加速度応答スペクトルを求めた。図-7.19に上下流方向の加速度応答スペクトルを示す。現時点で収集されている地震動波形記録は限られているが、今後、国土交通省以外が管理するダムも含め波形データの収集を継続し、今回の地震による地震動の特性やダムへの影響について分析を進める必要がある。



※石淵ダムは、右岸段丘部の値(岩盤ではない)

図-7.19 本震におけるダム基礎の加速度応答スペクトル(上下流方向、減衰5%)

7.4 まとめ

今回の地震では、東日本の極めて広い範囲の多数のダムが臨時点検の対象となった。点検対象となったダムでは、ただちにダムの安全性に影響を及ぼすような重大な被害はみられなかった。その原因について、今後さらなる調査・分析が必要であるが、現時点では、日本のアースフィルダム以外の型式のダムはほとんどが堅固な岩盤を基礎として築造されていること、今回の地震の震源域からダム地点までの距離がある程度離れており、地震動が過去の内陸活断層地震で震源に近いダムで観測されたものほど強いものではなかったことなどが考えられる。

なお、今回の地震においてダム地点で観測された地震動の大きな特徴として、極めて継続時間が長い揺れが作用した点が挙げられる。この点に関しては、ダムの安全管理や、現在試行中のダムの耐震性能照査への反映に向けて、さらなる地震動記録の収集・解析とあわせ、今後詳細な分析・評価が必要である。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局河川環境課：地震発生後のダム臨時点検結果の報告について、2005年9月
- 2) 松本徳久、佐々木隆、雨宮宏文：東北地方太平洋沖地震のダムへの影響―福島県南部―、ダム技術、No. 296、pp. 48-54、2011年5月
- 3) 国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人土木研究所・独立行政法人建築研究所：平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震被害調査報告、国土技術政策総合研究所資料第486号、土木研究所資料第4120号、建築研究所資料第115号、2008年12月
- 4) Yoshikazu YAMAGUCHI, Tomoya IWASHITA: Preliminary Investigation of Dams stricken by the Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake in 2008, The 5th EADC, International Symposium on Coexistence of Environment and Dams, 2008
- 5) 国土交通省国土地理院：報道記者発表資料「平成23年3月の地殻変動について」、2011年4月8日
<http://www.gsi.go.jp/common/000060173.pdf>
- 6) 国土交通省河川局治水課：大規模地震に対するダム耐震性能照査指針(案)、2005年3月
- 7) 三石真也、島本和仁：大規模地震に対するダム耐震性能照査について、ダム技術、No. 274、pp. 6-35、2009年7月