

### 3.3.4 水資源分野

#### (1) 被害の概要

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が実施された（表-3.3.4.1）。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。

表-3.3.4.1 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	46	31	10	5
水資源機構	(11)	(6)	(3)	(2)
都道府県	104	81	22	1
	(8)	(6)	(2)	(0)
利水者	213	107	101	5
	(27)	(7)	(19)	(1)
計	363	219	133	11
	(46)	(19)	(24)	(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

#### (2) 調査の概要

国土交通省及び(独)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-3.3.4.2に、現地調査対象ダムの位置を図-3.3.4.1にそれぞれ示す。

表-3.3.4.2 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G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G水工構造物チーム	4/23(土) ～24(日)	
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)	神室ダム、 高坂ダム
独立行政法人土木研究所 水工研究G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

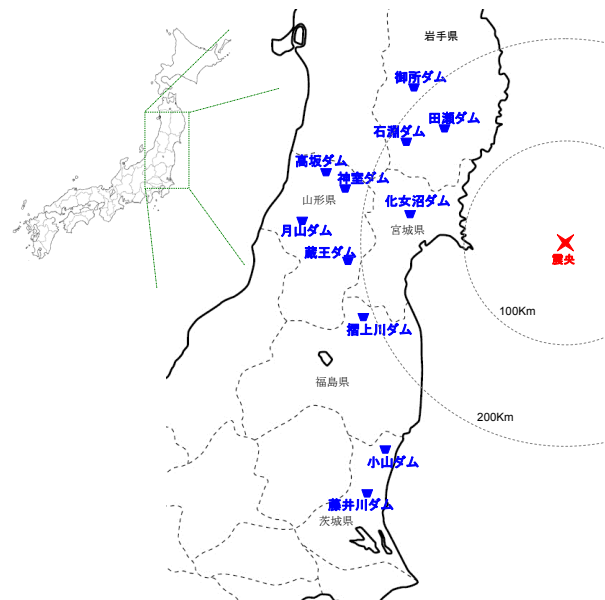


図-3.3.4.1 調査対象ダムの位置

(3) 調査結果及び考察

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-3.3.4.3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。

2) 個別ダム調査結果

(a) 摺上川ダム

摺上川ダム（図-3.3.4.2）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-3.3.4.1、写真-3.3.4.2）。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。

(b) 石淵ダム

石淵ダム（図-3.3.4.3）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-3.3.4.3）。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

表-3.3.4.3 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 右岸トネ ル：約 440	河床部： 約 3000 右岸トネ ル：約 700	河床部： 約 2000 右岸トネ 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（計測水路への葉の着着による堰上げの影響と判明）
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100ℓ/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250ℓ/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	495	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） ・基礎排水孔（BL21）で漏水が発生

\* 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

ロック用のピア)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-3.3.4.4)。

なお石淵ダムでは、2008年の地震によりやや大きな沈下(最大断面付近で約55cm)が生じたことから、その後の堤体の挙動を継続的に監視するため、堤体天端及び上下流面の各位置においてGPSセンサーによる

連続的な変位観測(図-3.3.4.4)を行っており、今回の東北地方太平洋沖地震時においてもデータが得られている。その観測データのうち、最大断面天端の計測点G-9の計測結果を図-3.3.4.5に示す。同図より3月11日の本震時の沈下量は最大断面付近で約12mmであることが分かる。また4月7日に発生した最大余震(M7.1)時にもわずかな沈下が生じていることが分かる。これらのデータも踏まえ、今回の地震で生じた堤体の沈下量

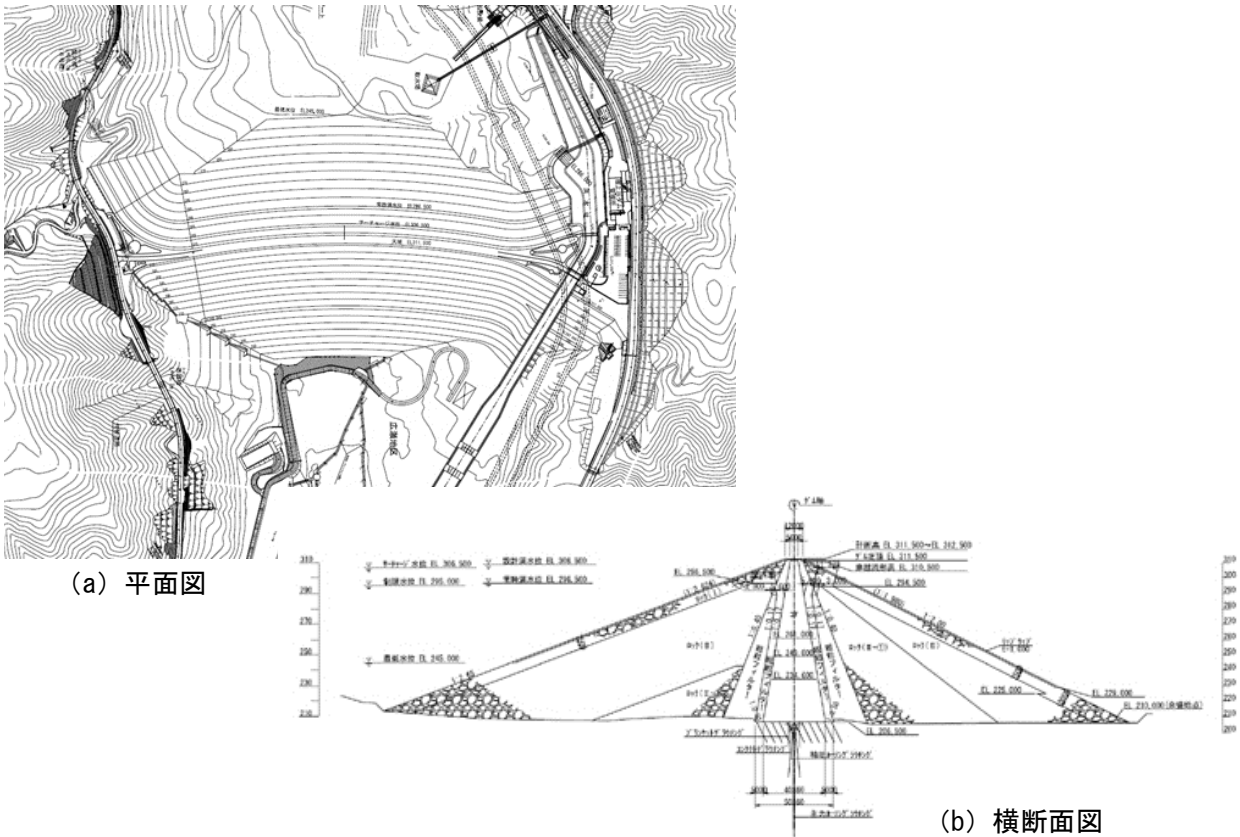


図-3.3.4.2 摺上川ダム



写真-3.3.4.1 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-3.3.4.2 ダム天端舗装クラックの接写(摺上川ダム)



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。また、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、他の箇所では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。

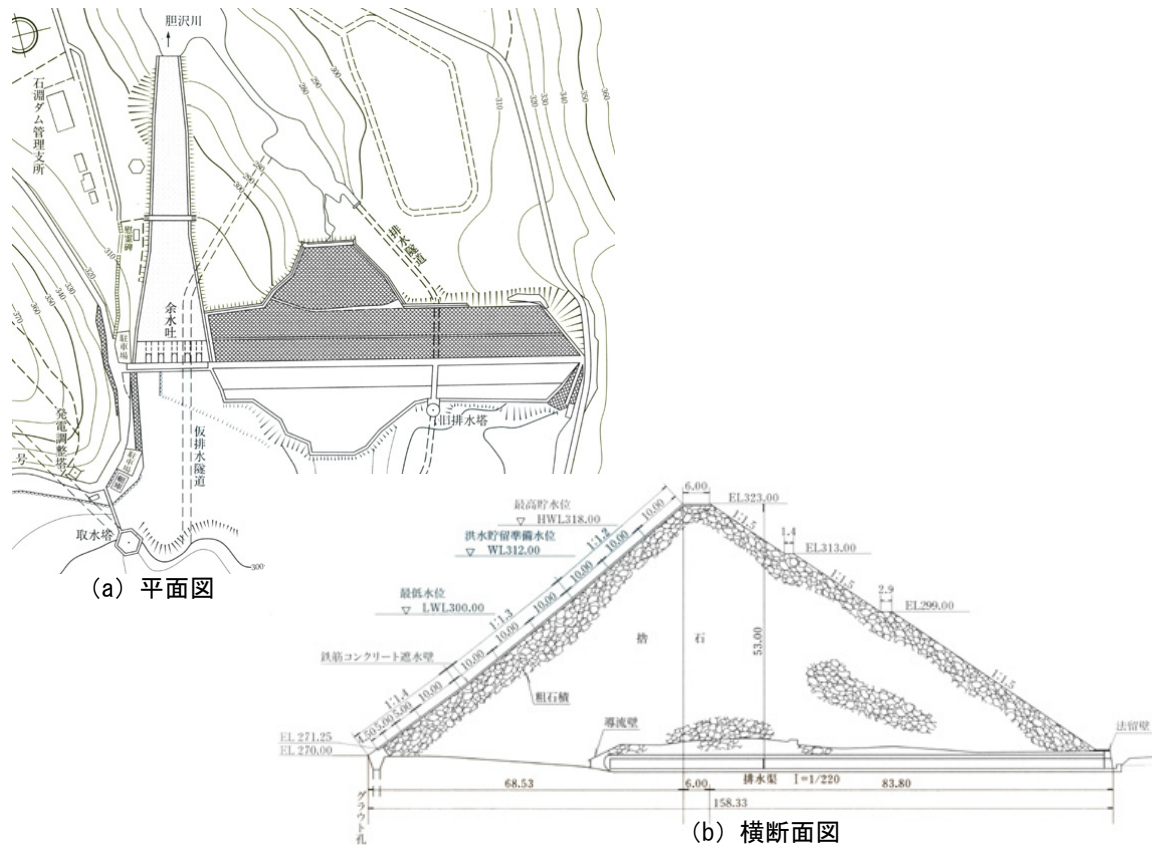


図-3.3.4.3 石淵ダム



写真-3.3.4.3 石淵ダム天端（2008年の地震）



写真-3.3.4.4 石淵ダム天端（今回の地震）  
\*舗装の補修跡は2008年の地震によるもの

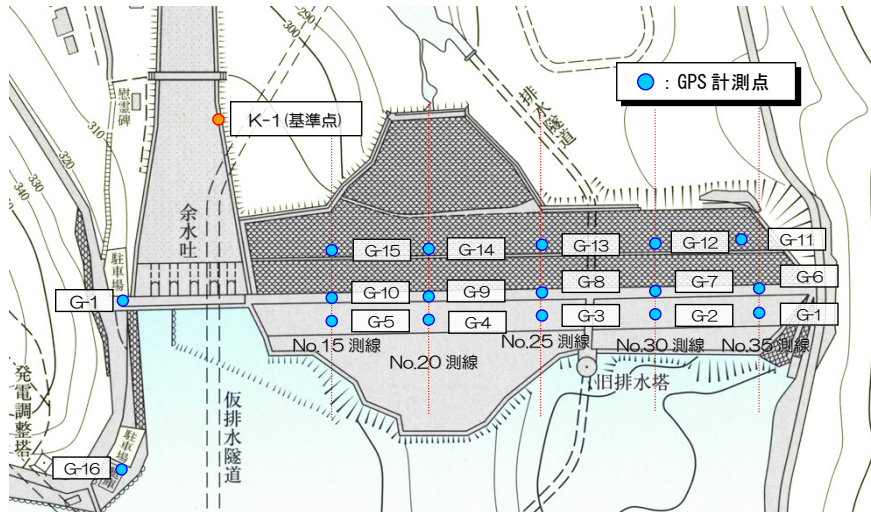
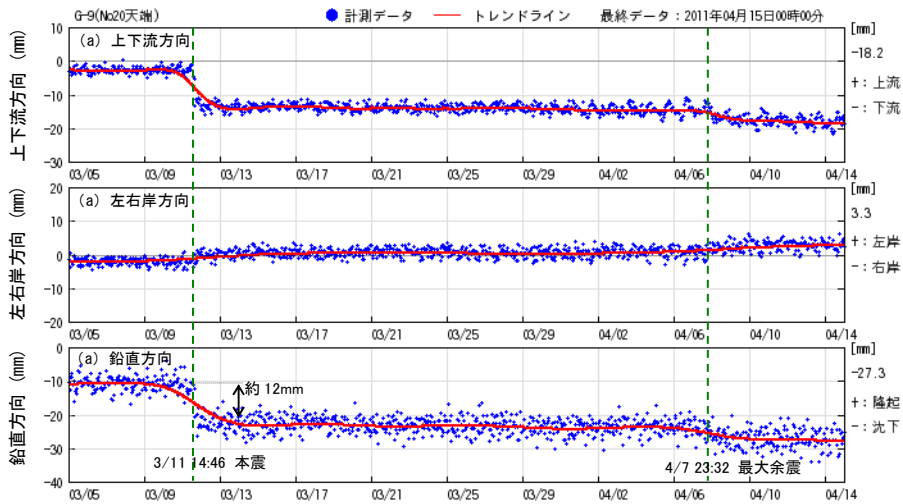


図-3.3.4.4 石淵ダムにおける変位観測 (GPS センサー平面配置)



\* 変位は、2008年に発生した岩手・宮城内陸地震直後にGPSを設置した時点 zeroes をとしている。

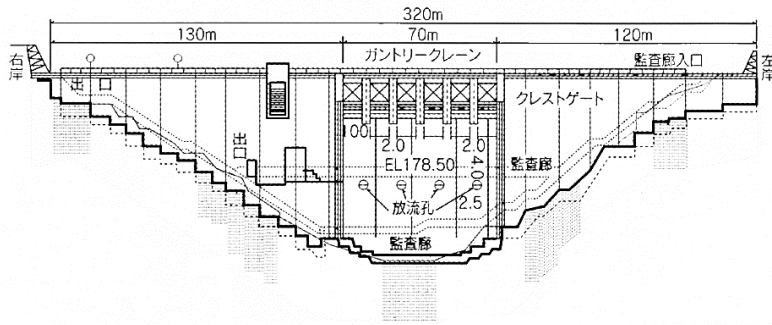
図-3.3.4.5 GPS 変位計による石淵ダム堤体変位量の推移(G-9)

### (c) 田瀬ダム

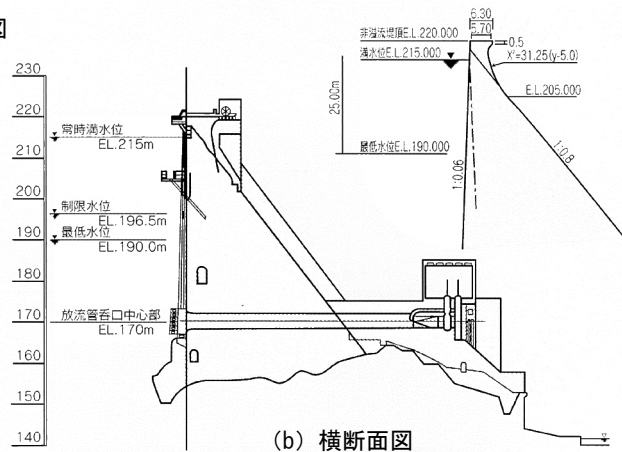
田瀬ダム (図-3.3.4.6) は、1954年竣工の重力式コンクリートダム (堤高81.5m) である。本ダムでは、3月11日の地震後に漏水量 (総量) が140/minから690/minに増加した (図-3.3.4.7)。また、天端高欄コンクリートの剥落及び天端舗装クラックの開きや段差が認められた (写真-3.3.4.5、写真-3.3.4.6)。しかしながら、これらの変状等は軽微なものであり、各横継目からの漏水量は最大でも100/min程度と少ないことから、ダムの安全性に問題はないものと判断した。ただし、地震前に漏水量がほぼ0 ℓ/minであった継目排水孔からの漏水が認められたことから、ダ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。





(a) 縦断面図



(b) 横断面図

図-3.3.4.6 田瀬ダム



写真-3.3.4.5 天端高欄コンクリートの剥落  
(田瀬ダム)



写真-3.3.4.6 天端舗装の継目の段差  
(田瀬ダム)

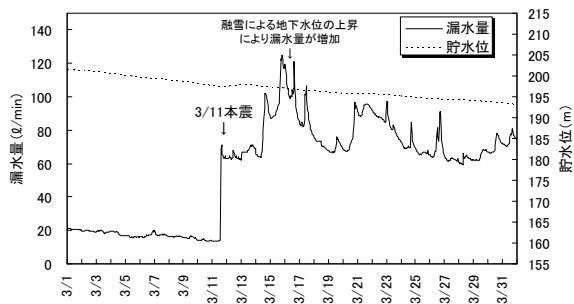


図-3.3.4.7 田瀬ダム漏水量

(d) 御所ダム

御所ダム（図-3.3.4.8）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-3.3.4.7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（2012年8月段階で、漏水量は安定している）。

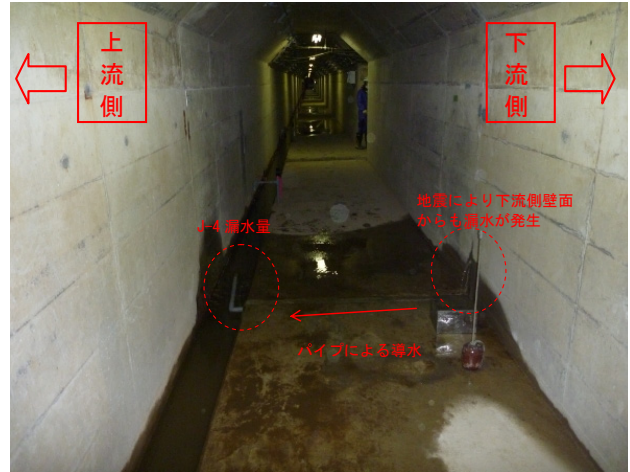


写真-3.3.4.7 重力式コンクリートダム部継目（J-4）の漏水（御所ダム、重力式コンクリートダム部）

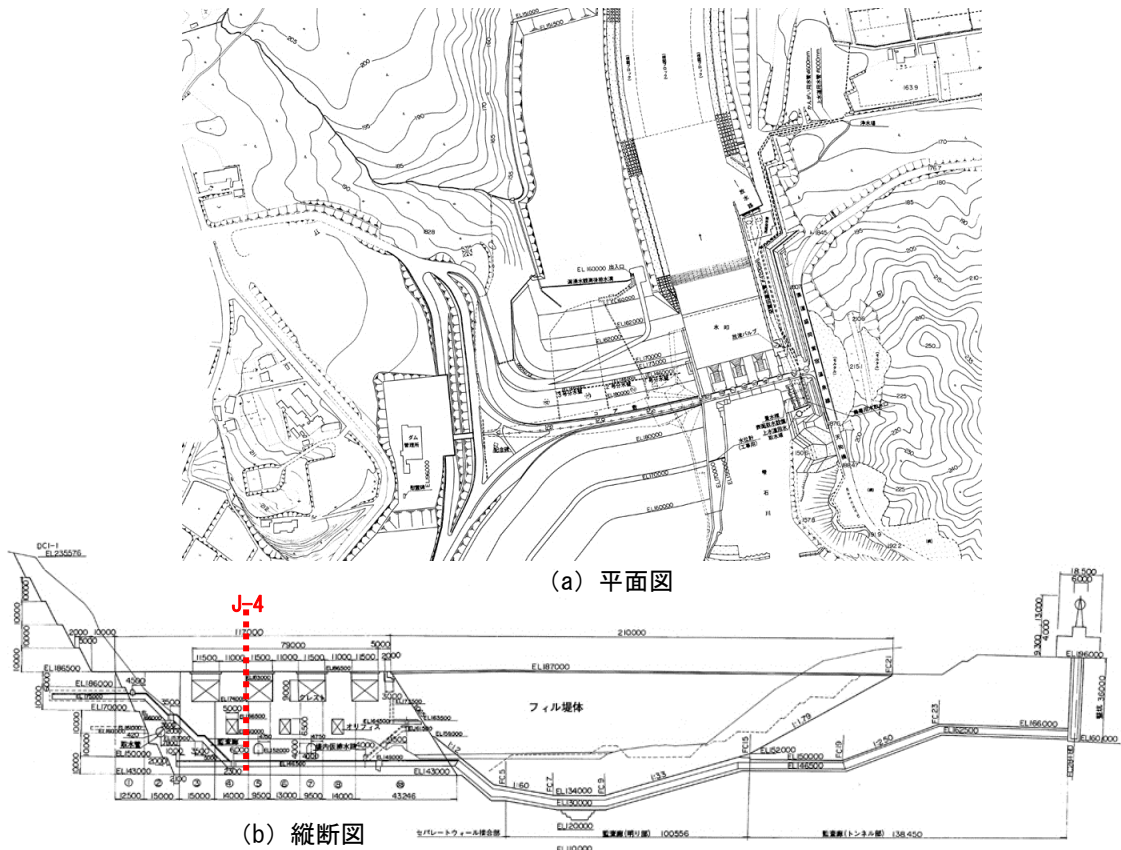


図-3.3.4.8 御所ダム



(e) 化女沼ダム

化女沼ダム（図-3.3.4.9）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20ℓ/min

から約430ℓ/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

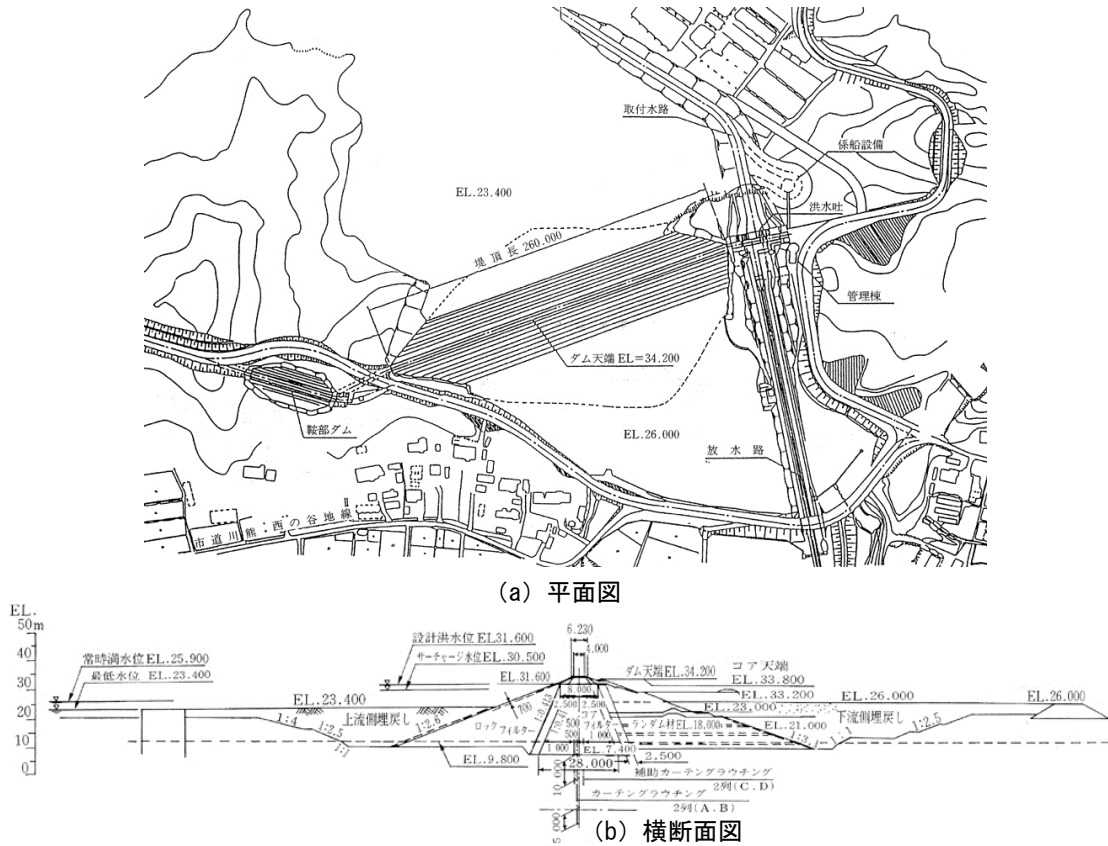


図-3.3.4.9 化女沼ダム

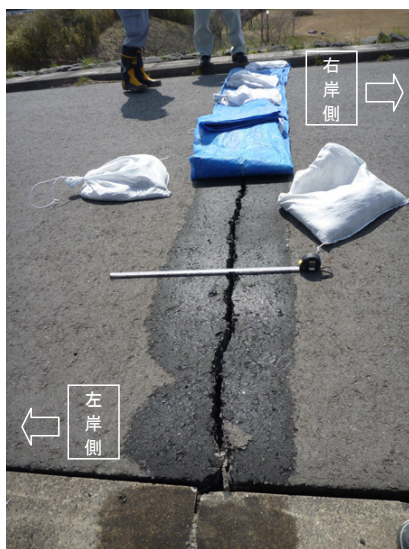


写真-3.3.4.8 上下流方向に発生したクラック（化女沼ダム）



写真-3.3.4.9 天端中央部の縁石と舗装の開き（化女沼ダム）



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（図-3.3.4.10）。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-3.3.4.8）。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-3.3.4.9）。調査時点において、ただちにダム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。

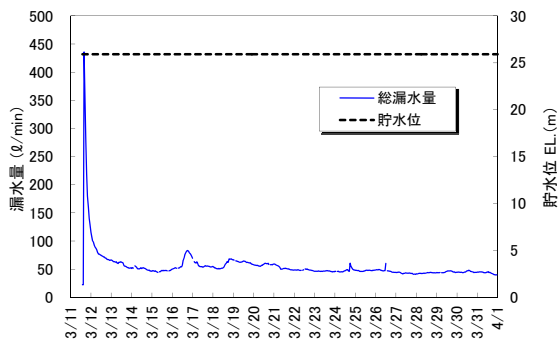


図-3.3.4.10 化女沼ダム漏水量

(f) 神室ダム及び高坂ダム

神室ダム（図-3.3.4.11）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-3.3.4.12）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-3.3.4.10）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-3.3.4.13）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-3.3.4.11）及びJ10からの排水孔で顕著な漏水量の

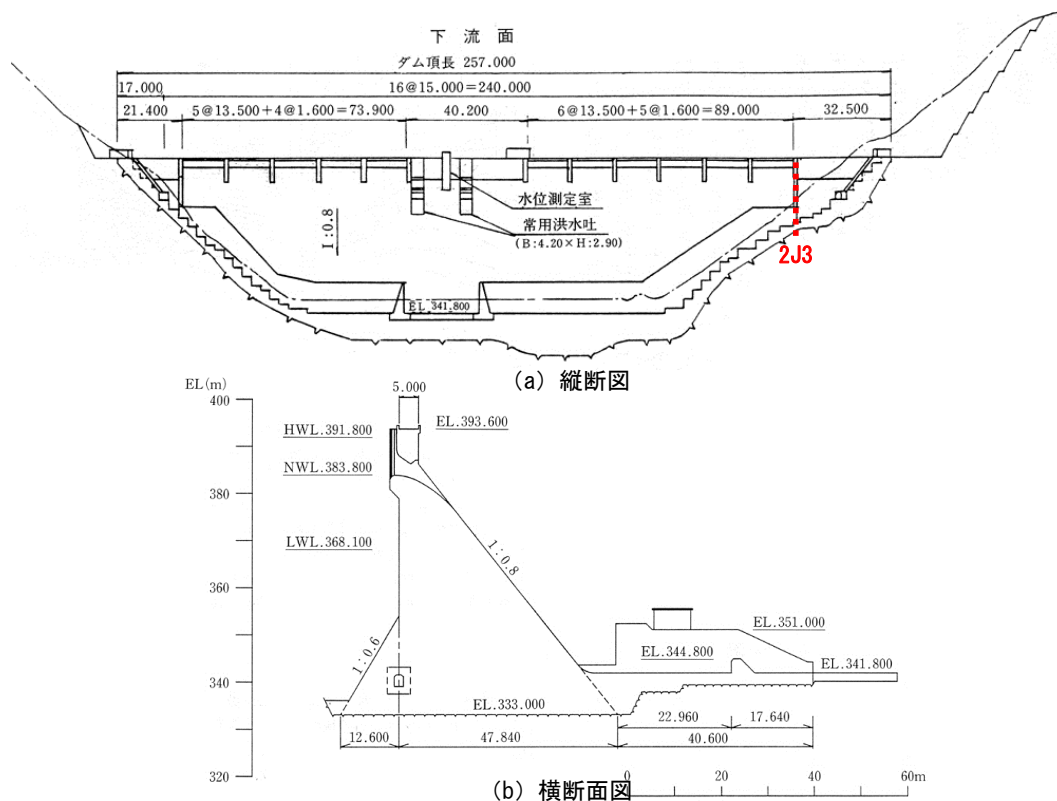


図-3.3.4.11 神室ダム

増加が認められた(図-3.3.4.14)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(2012年2月段階で漏水量は安定している)。

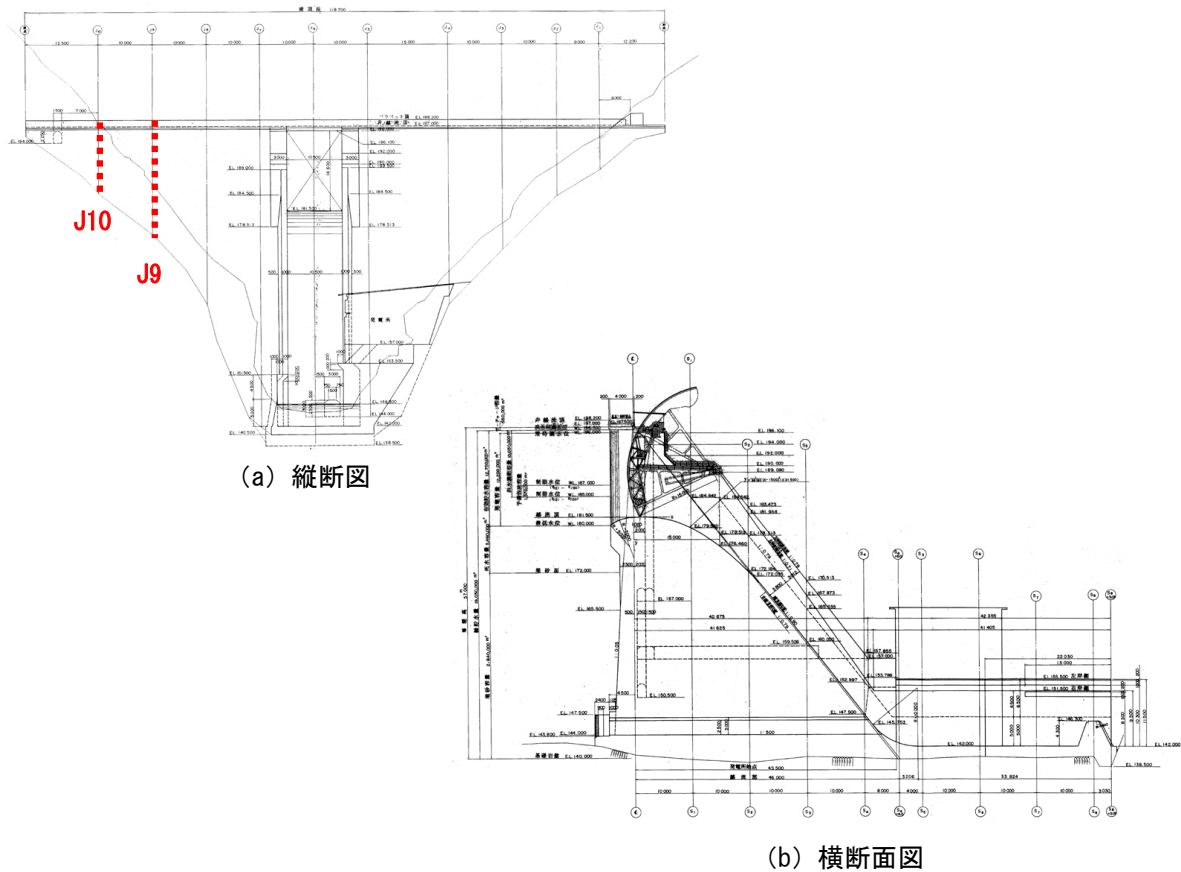


図-3.3.4.12 高坂ダム



写真-3.3.4.10 横継目(2J3)からの漏水の状況  
(神室ダム)



写真-3.3.4.11 横継目(J9)からの漏水の状況  
(高坂ダム)

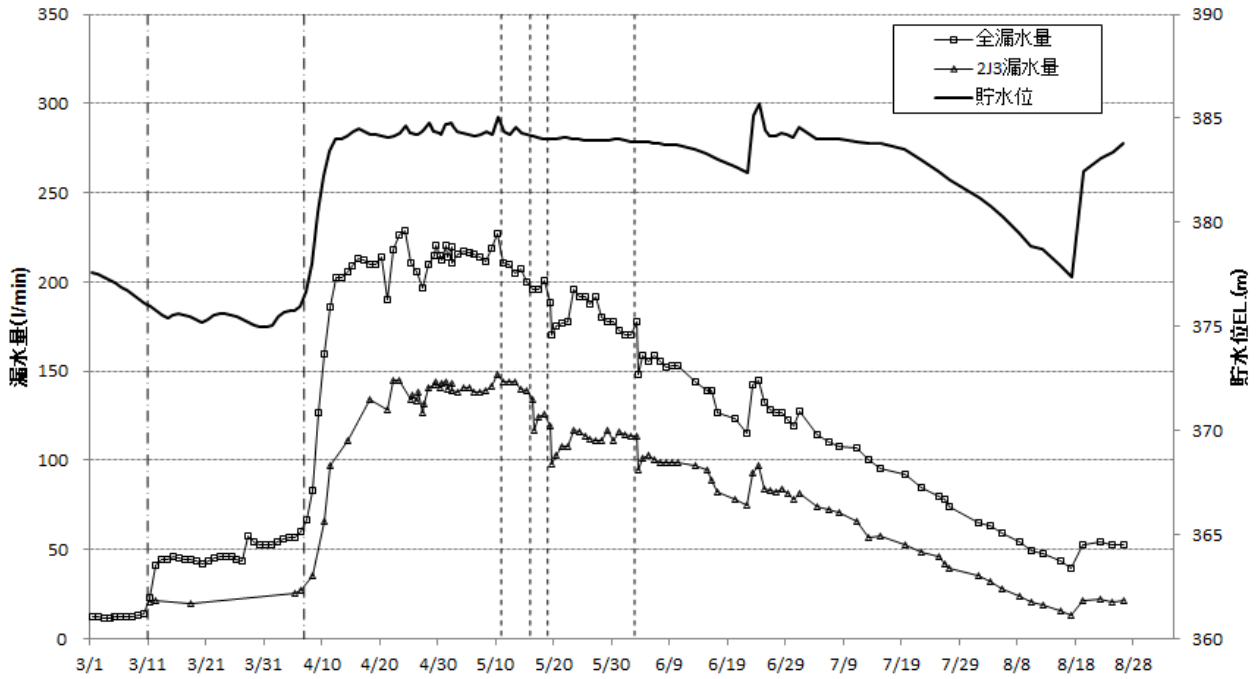


図-3.3.4.13 神室ダム漏水量の変化

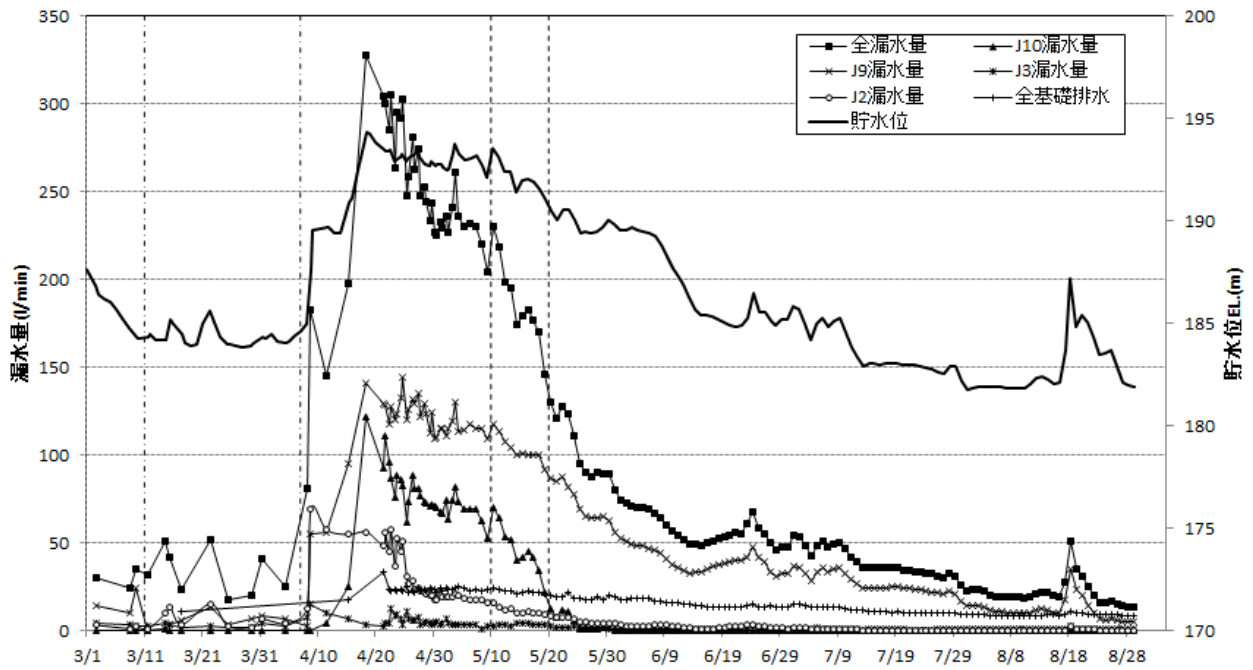


図-3.3.4.14 高坂ダム漏水量の変化



#### (4) 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-3.3.4.15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-3.3.4.4）。

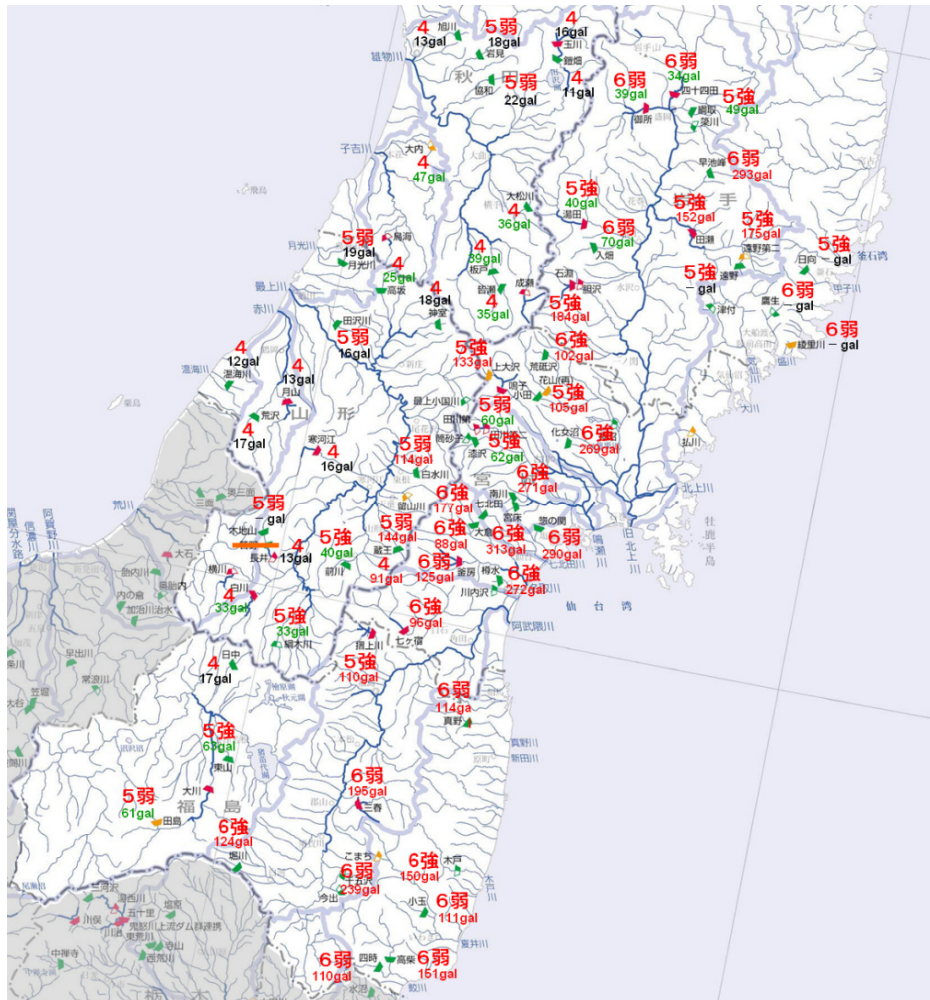


図-3.3.4.15 東北地方太平洋沖地震におけるダム周辺の震度及び、ダム地点の最大加速度の分布

表-3.3.4.4 ダム基礎における水平最大加速度  
(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 (所在県名)	型式	堤高 (m)	最大加速度 (基礎部) (gal)	ダム名	管理者 (所在県名)	型式	堤高(m)	最大加速度 (基礎部) (gal)
宮床ダム	宮城県	G	48	313	留山川ダム	山形県	G	46.0	144
早池峰ダム	岩手県	G	73.5	293	十王ダム	茨城県	G	48.6	139
花貫ダム	茨城県	G	45.3	290	小山ダム	茨城県	G	65.0	334
惣の関ダム	宮城県	G	23.5	290	上大沢ダム	宮城県	E	19	133
樽水ダム	宮城県	R	43	272	釜房ダム	東北地整 (宮城県)	G	45.5	125
南川ダム	宮城県	G	46	271	堀川ダム	福島県	R	57	124
化女沼ダム	宮城県	E	24	269	白水川ダム	山形県	G	54.5	114
こまちダム	福島県	G	37	239	真野ダム	福島県	G	69	114
三春ダム	東北地整 (福島県)	G	65	195	塩原ダム	栃木県	G	60.0	112
石淵ダム	東北地整 (岩手県)	CFRD	53	184**	小玉ダム	福島県	G	102	111
水沼ダム	茨城県	G	33.7	183	摺上川ダム	東北地整 (福島県)	R	105	110
七北田ダム	宮城県	R	74	177	花山ダム	宮城県	G	47.8	110
遠野第二ダム	岩手県	G	23.1	175	四時ダム	福島県	R	83.5	110
藤井川ダム	茨城県	G	37.5	174	小田ダム	宮城県	R	43.5	105
高柴ダム	福島県	G	59.5	151	荒砥沢ダム	宮城県	R	74.4	102
木戸ダム	福島県	G	93.5	150					

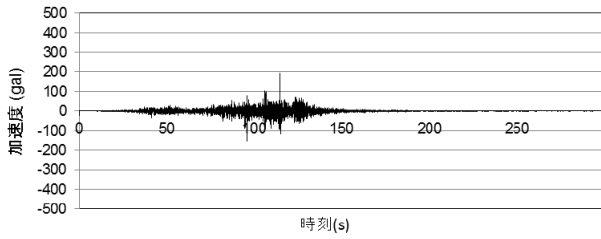
\* G:重力式コンクリート、R:ロックフィル(土質コア型)、CFRD:表面遮水壁型ロックフィル、E:アースフィル。

\*\* 石淵ダムは、右岸段丘部の値(岩盤ではない)。

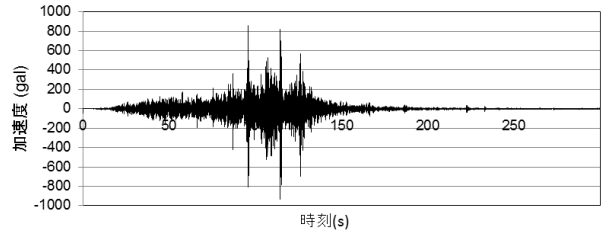
今回の地震は、地震の規模としては極めて大きかったものの、地震の震源域からダム地点までの距離がある程度離れており、過去の内陸活断層地震で震源に近いダムで観測されたほど大きな最大加速度の記録は観測されていない。

### 3) 加速度時刻歴

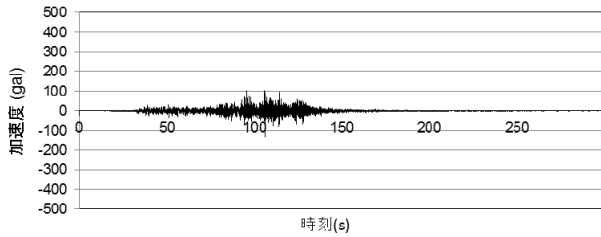
三春ダム(重力式コンクリートダム)及び摺上川ダム(ロックフィルダム)において得られた本震の加速度時刻歴をそれぞれ図-3.3.4.16、図-3.3.4.17に示す。三春ダムでは、ダム基礎において最大加速度194.8gal、天端において最大加速度932.4galを記録した。また、摺上川ダムでは、ダム基礎において最大加速度110.3gal、天端において最大加速度473.9galを記録した。なお、図-3.3.4.16、図-3.3.4.17から読みとれるように、今回の地震は地震動の継続時間が非常に長かったことが大きな特徴である。



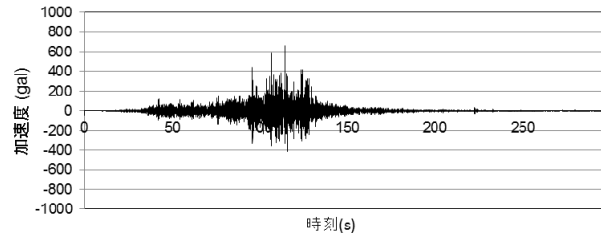
上下流方向(最大加速度 : 194.8gal)



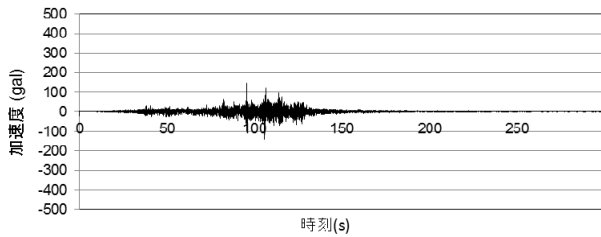
上下流方向(最大加速度 : 932.4gal)



ダム軸方向(最大加速度 : 130.8gal)

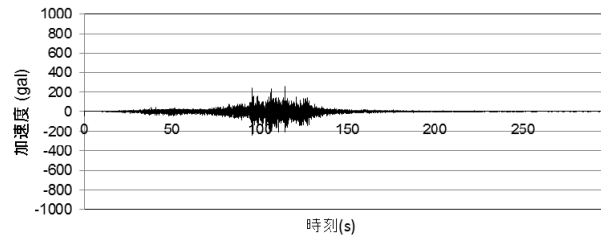


ダム軸方向(最大加速度 : 661.2gal)



鉛直方向(最大加速度 : 146.9gal)

(a) ダム基礎

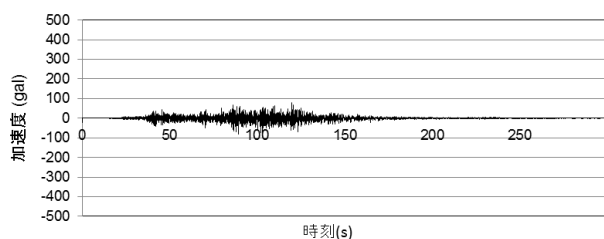


鉛直方向(最大加速度 : 262.5gal)

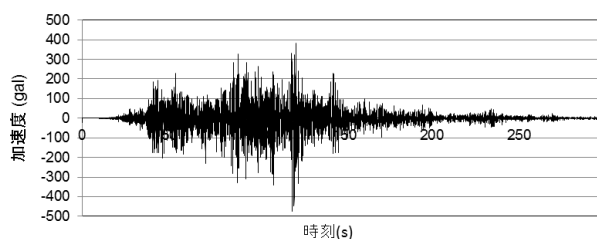
(b) ダム天端

図-3.3.4.16 三春ダムで観測された加速度時刻歴

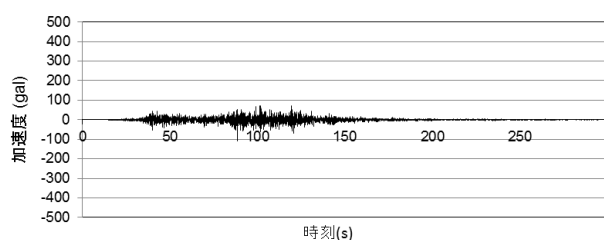




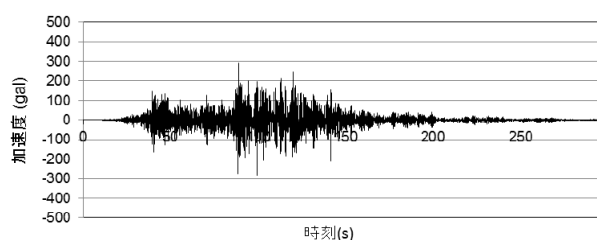
上下流方向(最大加速度：81.6gal)



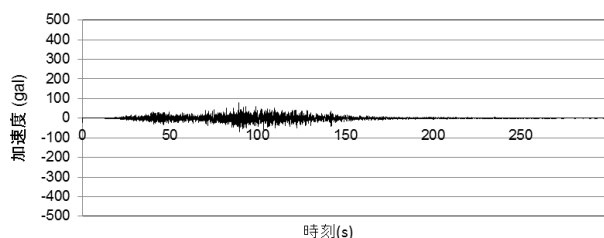
上下流方向(最大加速度：473.9gal)



ダム軸方向(最大加速度：110.3gal)

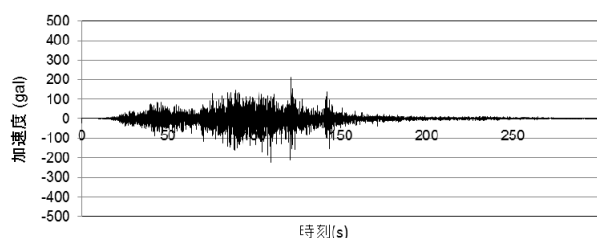


ダム軸方向(最大加速度：294.1gal)



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-3.3.4.17 摺上川ダムで観測された加速度時刻歴

## (5) 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) 国土技術政策総合研究所、(独) 土木研究所：平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震土木施設災害調査速報、国土技術政策総合研究所資料(第646号)・土木研究所資料(第4202号)、pp. 342～366、2011
- 2) 山口嘉一：東北地方太平洋沖地震におけるダムの挙動(安全性)評価と観測地震動の特性、財団法人ダム技術センター「東日本大震災後における地震及び津波に対する治水構造物の強化対策」講演資料(於：中華民国經濟部水利署)、2012