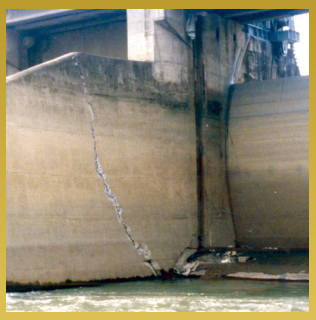
株式会社エイト日本技術開発
EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS Inc.

大地震の脅威に備えて、
ダム・関連構造物の耐震診断が必要です。

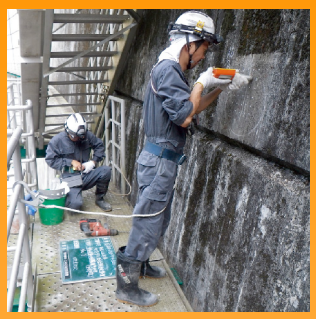
コンクリートダム

フィルダム

関連構造物・地震動



ダム総合点検



私たち、防災保全事業部は、『プライドと提案力』を
モットーに、安全・安心な環境づくりに取り組んでいます。

東北支社　担当者：高島（たかしま）
TEL：022-712-5288　FAX：022-712-5291
E-mail：takashima-te@ej-hds.co.jp

東京支社　担当者：森（もり）
TEL：03-5341-5134　FAX：03-5385-8530
E-mail：mori-a@ej-hds.co.jp

関西支社　担当者：藤田（ふじた）
TEL：06-6397-0762　FAX：06-6397-0080
E-mail：fujita-ryo@ej-hds.co.jp

中国支社　担当者：黒田（くろだ）
TEL：086-252-7644　FAX：086-252-8949
E-mail：kuroda-shu@ej-hds.co.jp

「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針」に基づく耐震診断を行います（コンクリートダム編）

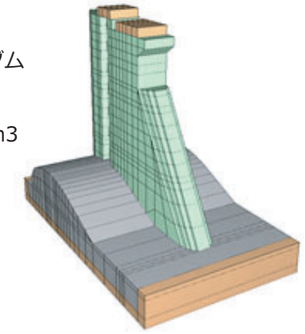
〔主な業務内容〕

- 「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針」に基づくレベル２地震動の作成
- レベル２地震動に対するダムおよび関連構造物の耐震検討（診断および補強対策設計）
- レベル２地震動に対するダムおよび関連構造物の液状化影響検討および対策工設計
- 各種ダムおよび関連構造物の健全度調査および評価

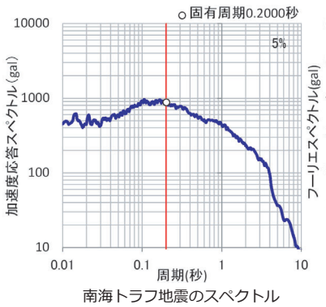
◆重力式コンクリートダム耐震診断(既設構造物)◆

本業務では、重力式コンクリートダム本体を対象に線形および非線形動的解析を実施し、耐震性能照査を行った。ダム本体とゲート操作塔および基礎岩盤を一体としたモデルを作成し、コンクリートと鋼材の非線形性を考慮した弾塑性ＦＥＭ解析を適用して詳細にダム本体の耐震性能を評価した。入力地震動として南海トラフや中央構造線を震源とする想定波を用いて動的解析と耐震性能照査を行った結果、上下流方向にはすべて弾性応答範囲であり、所要の耐震性能が確保されていることが確認できた。

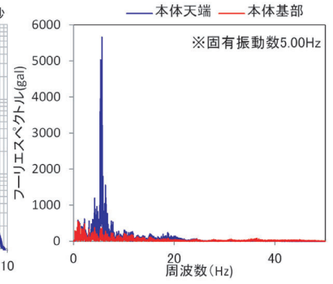
【ダム概要】
形式：重力式
　　コンクリートダム
堤頂長：247m
堤　高：24m
総貯水量：12650千m3
竣工年：昭和49年



耐震性能照査用２次元FEMモデル



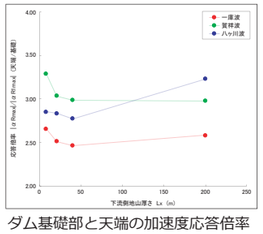
南海トラフ地震のスペクトル



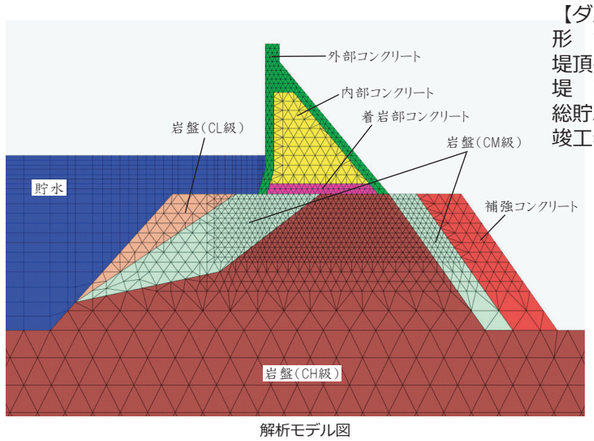
微動計測結果

◆重力式コンクリートダム耐震診断(新設構造物)◆

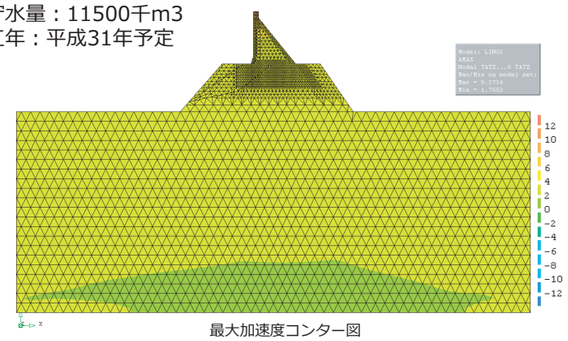
本業務は、新設ダムに対して「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針」及びその後の試行で得られた知見に基づき既往の耐震解析結果に対する見直しを行い、新たに右岸曲線ブロック部に対して耐震解析を実施したものである。ダム本体の耐震照査では、ダム距離減衰式により策定された地震動に対して損傷が発生しないことが確認された。また右岸曲線ブロックの安定性を向上させる補強盛土の静的な安定性を確認し、耐震性能についても十分な安定性が確保できることを確認した。



【ダム概要】
形　式：重力式コンクリートダム
堤頂長：270m
堤　高：81.7m
総貯水量：11500千m3
竣工年：平成31年予定



解析モデル図

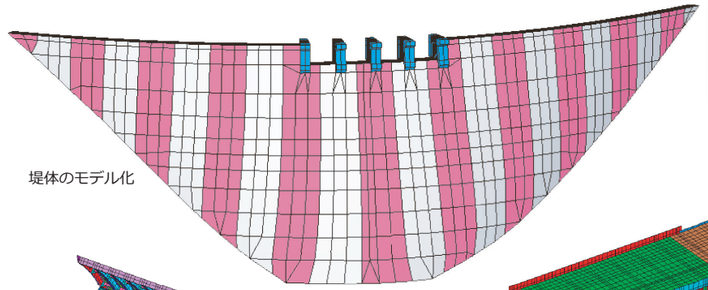


最大加速度コンター図

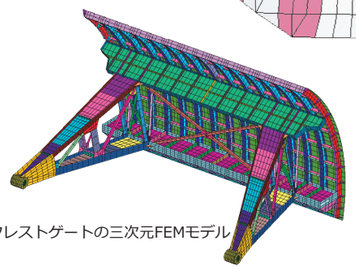
◆アーチダム耐震性能照査◆

本業務は、「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針(案)・同解説」及び「大規模地震に対するダムの耐震性能照査に関する資料」に基づき、アーチダムのレベル2地震動設定に必要な検討を行ったものである。また、レベル2地震動に対するダム本体の耐震性能照査に向けて、解析モデル構築のための各種解析を行うとともに、関連構造物(クレストラジアルゲート、コンジットローラーゲート)の解析モデル作成ならびにその他の関連構造物の耐震性能照査を行ったものである。ダム本体の解析モデルの構築にあたっては、複数の方法により物性値の同定を行った。モデルの挙動等の確認のため、線形動的解析、非線形動的解析を行った。

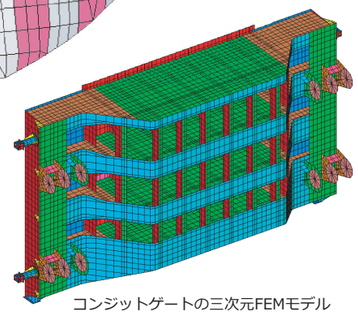
【ダム概要】
形　式：アーチダム
堤頂長：323.1m
堤　高：100m
総貯水量：80000千m3
竣工年：昭和45年



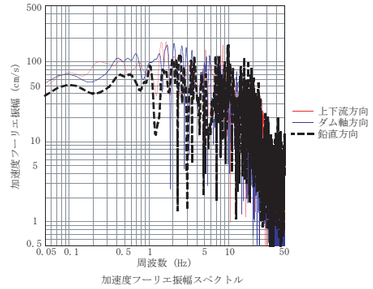
堤体のモデル化



クレストゲートの三次元FEMモデル



コンジットゲートの三次元FEMモデル



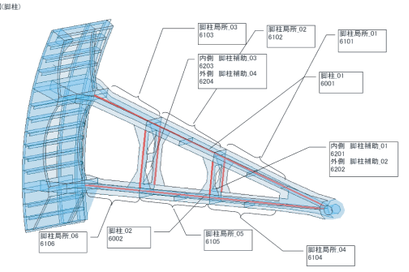
レベル2地震動のスペクトル

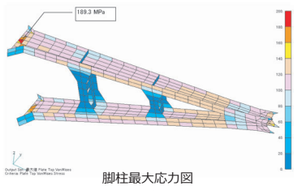
◆重力式コンクリートダム耐震診断(既設構造物)◆

本業務は「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針」に基づき、大規模地震を想定したレベル２地震動を重力式コンクリートダムに対して設定し、ダム本体及び関連構造物の耐震計算を行い、耐震性能を評価したものである。

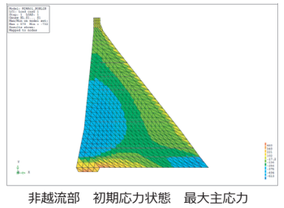
【ダム概要】
形　式：重力式コンクリートダム
堤頂長：367.5m
堤　高：69.1m
総貯水量：34300千m3
竣工年：昭和34年

【検討内容】
- レベル2地震動の作成
- 堤体の耐震性能照査
- 門柱、ゲート、取水塔、管理橋等の耐震性能照査
- 耐震解析結果の照査と耐震性評価

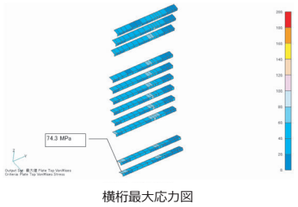




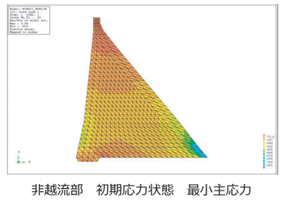
脚柱最大応力図



非越流部　初期応力状態　最大主応力



横桁最大応力図



非越流部　初期応力状態　最小主応力

「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針」に基づく耐震診断を行います（フィルダム編）

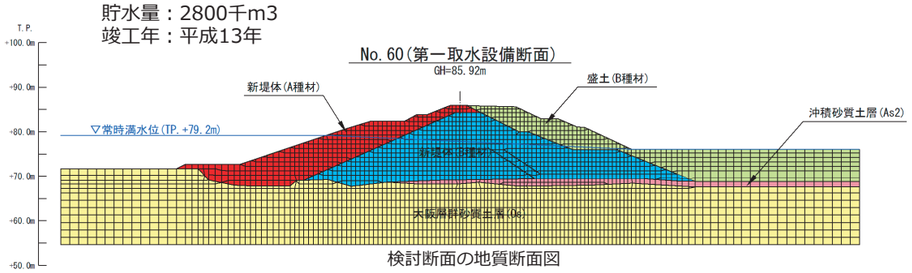
〔主な業務内容〕

- 「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針」に基づくレベル２地震動の作成
- レベル２地震動に対するダムおよび関連構造物の耐震検討（診断および補強対策設計）
- レベル２地震動に対するダムおよび関連構造物の液状化影響検討および対策工設計
- 各種ダムおよび関連構造物の健全度調査および評価

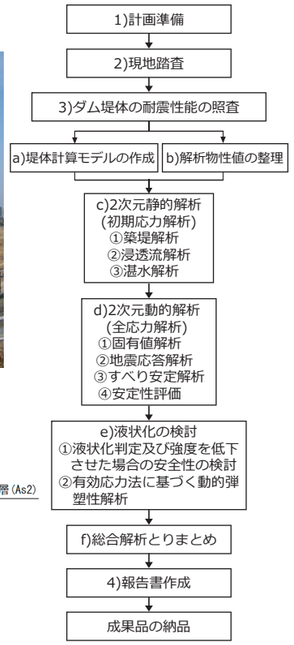
◆耐震性能照査◆

本業務では、「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針(案)」(平成17年3月国土交通省河川局)及びその後の試行で得られた知見に基づき、大規模地震を想定したレベル2地震動を設定し、ダム本体及び関連構造物等の耐震計算を行った上で解析結果を検討してとりまとめ、ダムの耐震性を総合的に評価した。

【ダム概要】
形　式：アースダム
堤頂長：997m
堤　高：18.5m
貯水量：2800千m3
竣工年：平成13年

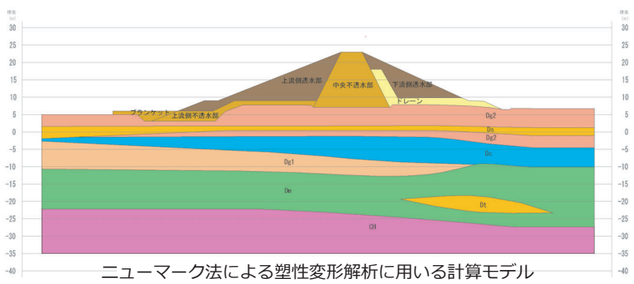


検討断面の地質断面図



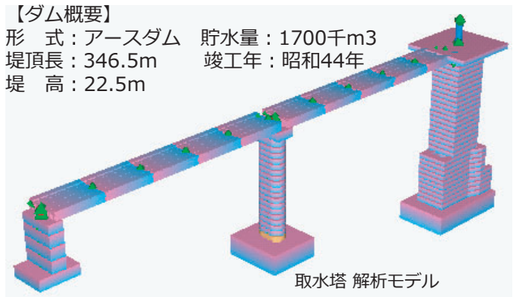
◆耐震対策実施設計◆

本業務は、ため池主堤について最大断面及び底樋断面を対象とし、耐震性能照査を実施し、対策工の検討を行ったものである。業務では、地質断面図及び解析物性値を見直し、レベル1地震動に対しては震度法によるすべり安定計算、レベル2地震動に対して有効応力動的解析を実施し、堤体天端の沈下抑制効果について検証した。その結果、現況断面において要求される耐震性能が確保されないため、対策工の検討を実施した。対策工法はレベル1地震で要求される対策仕様に対して、レベル2地震時の液状化による堤体天端の沈下量を抑制する工法を検討し、押え盛土案、鋼管矢板案、深層混合処理案を比較検討し、経済性に優れる押え盛土案を選定した。



ニューマーク法による塑性変形解析に用いる計算モデル

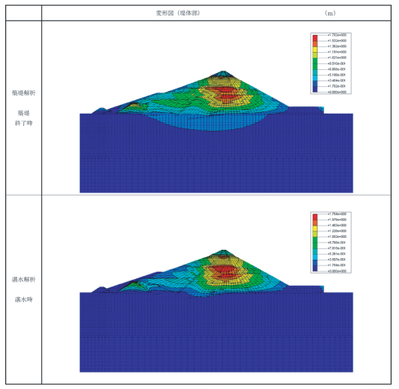
【ダム概要】
形　式：アースダム　貯水量：1700千m3
堤頂長：346.5m　竣工年：昭和44年
堤　高：22.5m



取水塔 解析モデル

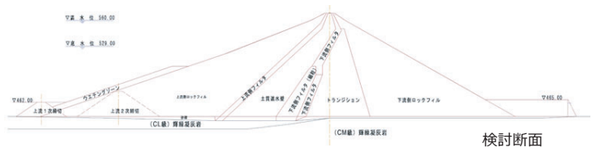
◆耐震性能照査◆

本業務は、「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針」に基づき、大規模地震を想定したレベル2地震動を該当地域の2ダムに対して設定し、ダム本体及び関連構造物等の耐震計算を行ったうえで、解析結果を評価してとりまとめ、耐震性能を評価したものである。

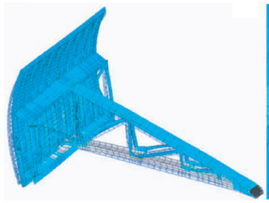


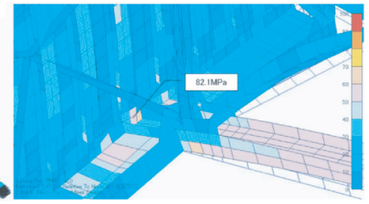
【ダム概要】
形式　：ロックフィルダム
堤頂長：355.0m
堤高　：128.0m
貯水量：35300万m3
竣工年：昭和43年

【検討内容】
・レベル２地震動の作成
・堤体の耐震性能照査
・門柱、ゲート、取水塔、管理橋等の耐震性能照査
・耐震解析結果の照査と耐震性評価



検討断面

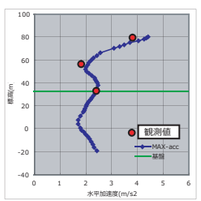




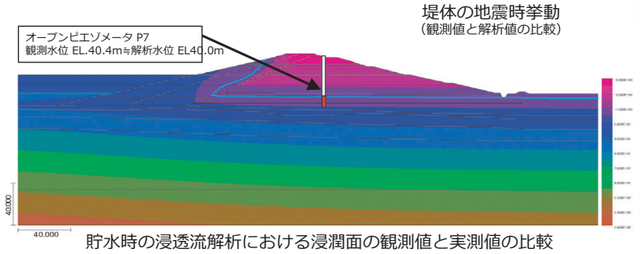
◆アースダム耐震照査◆

本業務は、アースダムについて、全応力法及び有効応力法による動的解析から耐震性照査を行ったものである。中央防災会議で作成された東京湾北部地震波と千葉県東方沖地震の観測波を用い、全応力法による動的解析結果を用いてすべり安定に対する耐震性能を評価した。また、地震動によりその強度低下(液状化)を生じる可能性のある堤体材料および基礎地盤に対して、動的有効応力解析を適用し、変形に対する耐震性能を評価した。検討の結果、全応力(等価線形)解析において観測値が精度良く再現でき、解析の妥当性が確認された。また当該ダムは地震時のすべり破壊や残留変形は小さく、耐震性能が確保できていることを確認した。

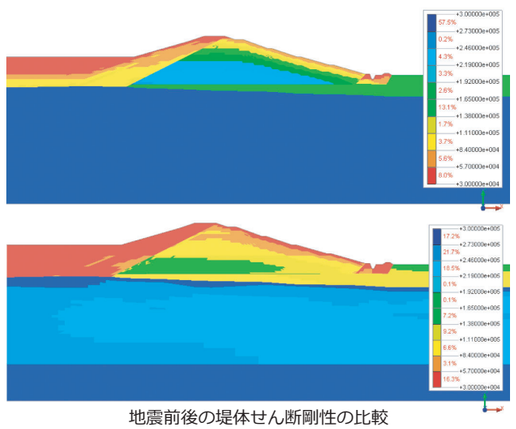
【ダム概要】
形　式：アースダム
貯水量：10000千m3
堤頂長：250m
竣工年：平成5年
堤　高：52m



堤体の地震時挙動
（観測値と解析値の比較）



貯水時の浸透流解析における浸潤面の観測値と実測値の比較



地震前後の堤体せん断剛性の比較

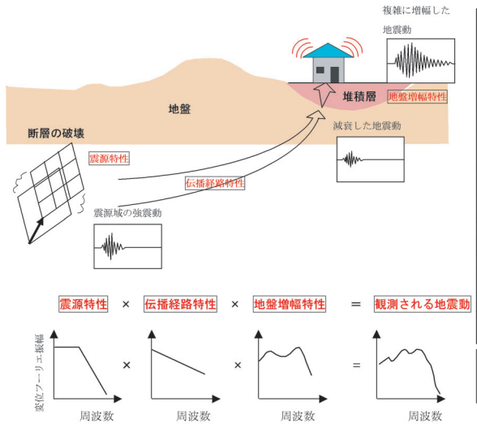
「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針」に基づく耐震診断を行います（ダム関連構造物・地震動編）

〔主な業務内容〕

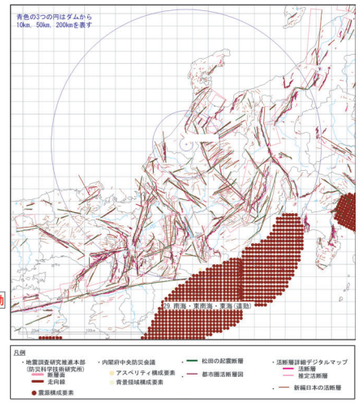
- 「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針」に基づくレベル２地震動の作成
- レベル２地震動に対するダムおよび関連構造物の耐震検討（診断および補強対策設計）
- レベル２地震動に対するダムおよび関連構造物の液状化影響検討および対策工設計
- 各種ダムおよび関連構造物の健全度調査および評価

◆レベル2地震動作成◆

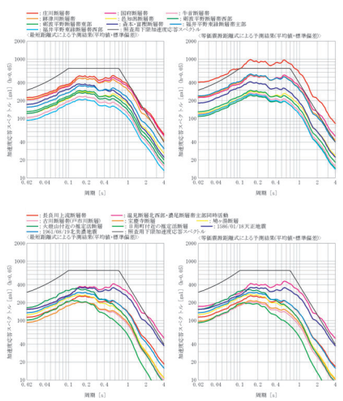
本業務は、大規模地震に対するダムの耐震性能を照査するために、ダム地点において現在から将来にわたって考えられる最大級の強さを持つ地震動であるレベル2地震動を最新の情報・データおよび知見・手法に基づいて作成したものである。業務の対象4地点において、半径50km以内の活断層・歴史地震に加えてシナリオ地震の比較評価に基づき、影響の大きな想定地震を選定し、ダムサイト特性を考慮した耐震性能照査用の地震動を経験的手法、半経験的手法等により作成した。



地震動の考え方



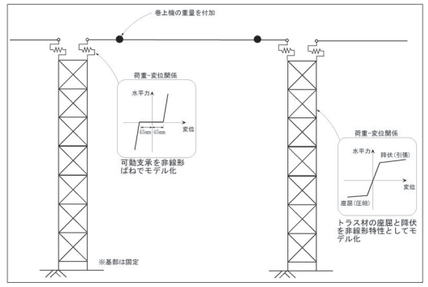
ダム周辺の活断層
プレート境界地震の震源断層



ダム地点での
加速度応答スペクトルの比較

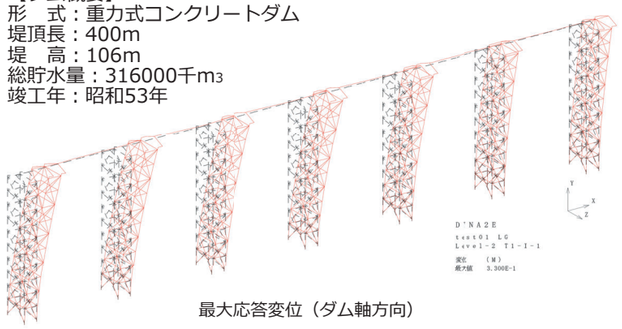
◆ダム上部構造の耐震補強検討◆

本業務は、レベル2地震動としてプレート境界を震源とする強震動を想定し、ダム上部構造の挙動解析を行い、ダム機能の生命線であるゲートの制御に必要不可欠な鋼製操作塔及び操作橋支承部の耐震安全性を3次元骨組みモデルを用いた非線形動的解析にもとづき評価し、所定の耐震性を確保させるために必要な補強対策について概略設計検討を実施したものである。



解析モデル概要

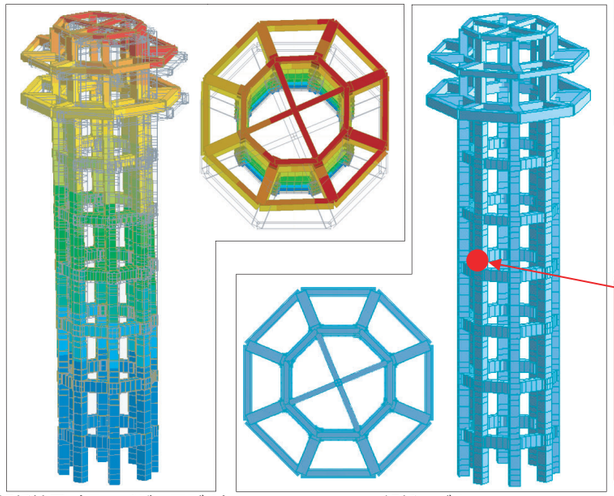
【ダム概要】
形　式：重力式コンクリートダム
堤頂長：400m
堤　高：106m
総貯水量：316000千m3
竣工年：昭和53年



最大応答変位（ダム軸方向）

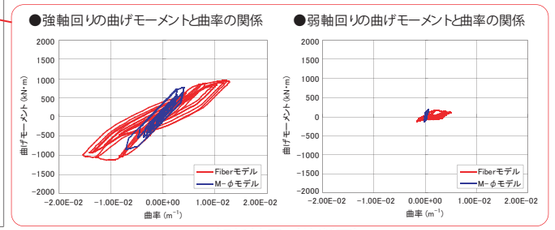
◆独立取水塔耐震補強実施設計◆

本業務では、独立取水塔を対象として耐震補強設計を実施した。補強設計にあたっては、立体骨組みモデルを用いた非線形動的解析を適用し、対象構造物の地震時挙動を精度よく把握した上で効果的な補強工法を選定した。また、補強対象が水中になることから、施工性を勘案してかみ合わせ継手を用いた鋼板巻立て補強を採用し、補強効果と施工性のバランスがとれた構造とした。さらに、地震後の点検・機能回復のために重要となる管理橋に落橋防止構造を設置し、耐震性を高めた。



解析結果（ファイバーモデル）　解析モデル

【ダム概要】
形　式：重力式コンクリートダム
堤頂長：177m　　総貯水量：45300千m3
堤　高：45.5m　　竣工年：昭和45年

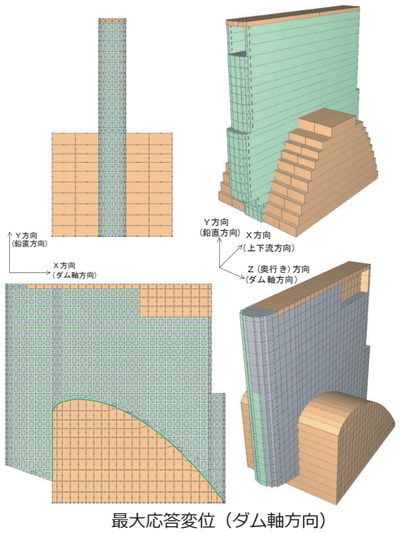


解析結果（柱断面）

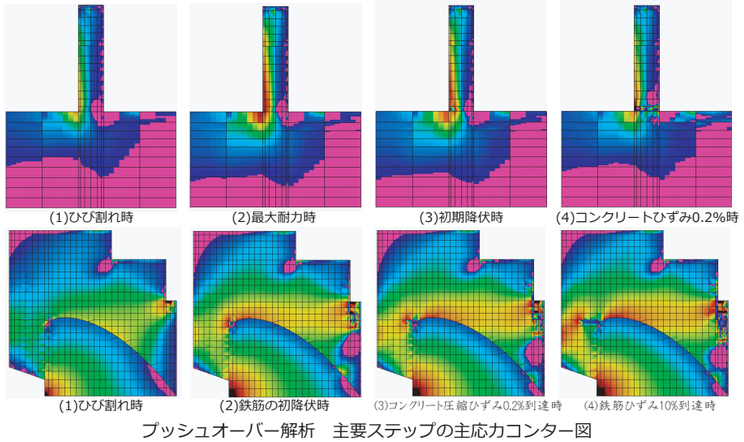
◆ダム門柱耐震性能照査手法検討◆

本検討では、3つの異なる解析法(1次元骨組みモデル、2次元FEMモデル、3次元骨組みモデル)および耐震性能照査法をダム門柱に適用して試算を行い、方法の違いによる結果の違いや、適用にあたっての留意点を抽出・整理した。また、これら３つの方法の組合せによるダム門柱の耐震性能照査の流れを構築した上で、その手順と各段階における留意点等をまとめた手引書を作成するとともに、手引きに沿った計算例を作成した。

【ダム概要】
形　式：重力式コンクリートダム
堤頂長：285m
堤　高：75m
総貯水量：33300千m3
竣工年：昭和58年



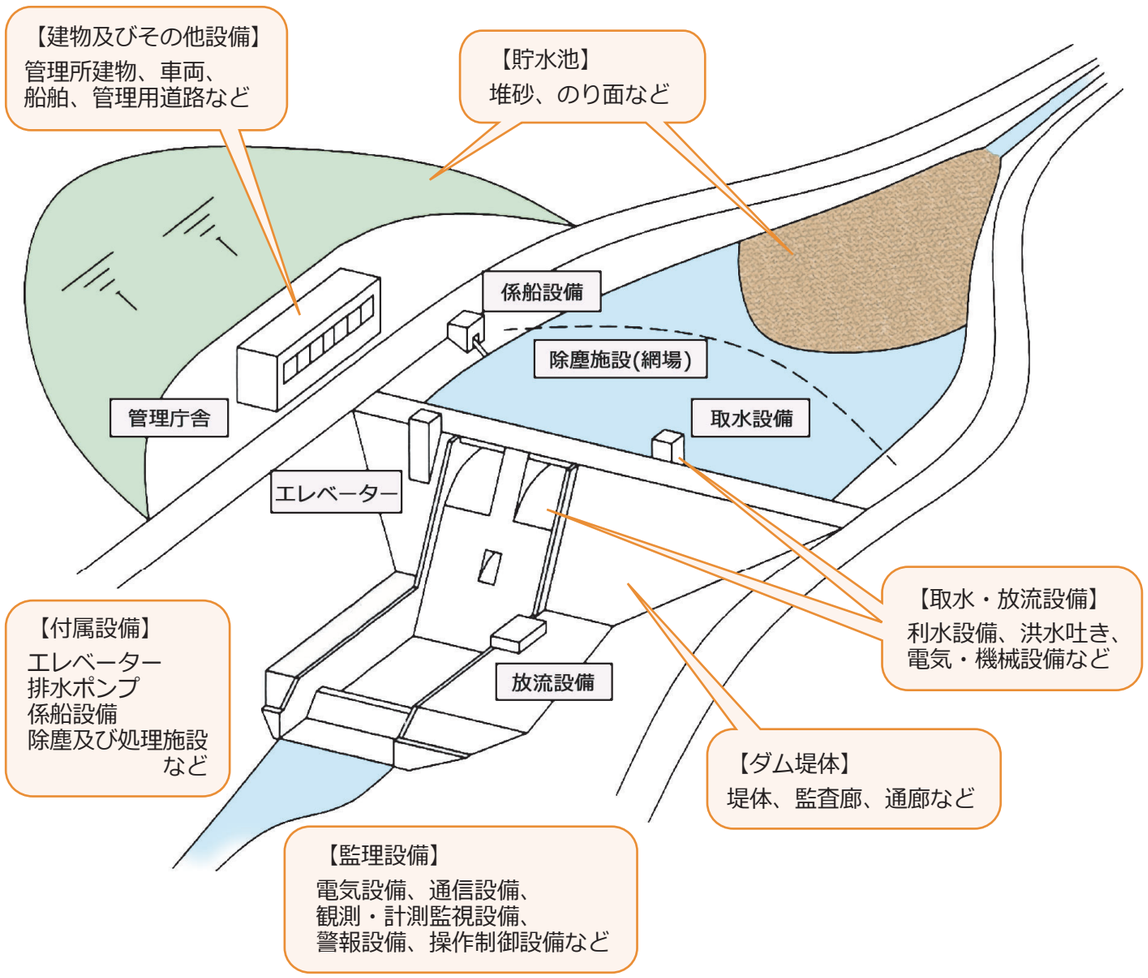
最大応答変位（ダム軸方向）



プッシュオーバー解析　主要ステップの主応力コンター図

（ダム総合点検編）

ダムの維持管理・長寿命化計画策定から突発的大地震に対するリスク診断まで専門技術者が幅広く網羅的に対応します。



ダム管理の対象施設

ダム施設の安全性評価・機能維持・長寿命化について

【ダムをとりまく近年の社会情勢の変化】

- 大規模地震の頻発
- 老朽化ダムの増加
- 公共投資財源の縮小など

以上のような社会情勢の変化にともない、既存ダムストックに対して以下のような要求が高まっています。

① ダム本体並びに関連施設の耐震安全性の確保 ⇒ 耐震性能照査

② ダム本体並びに関連施設の健全性の評価と長寿命化
③ 維持管理コストの縮減・平準化
⇒ 点検調査、維持管理計画策定

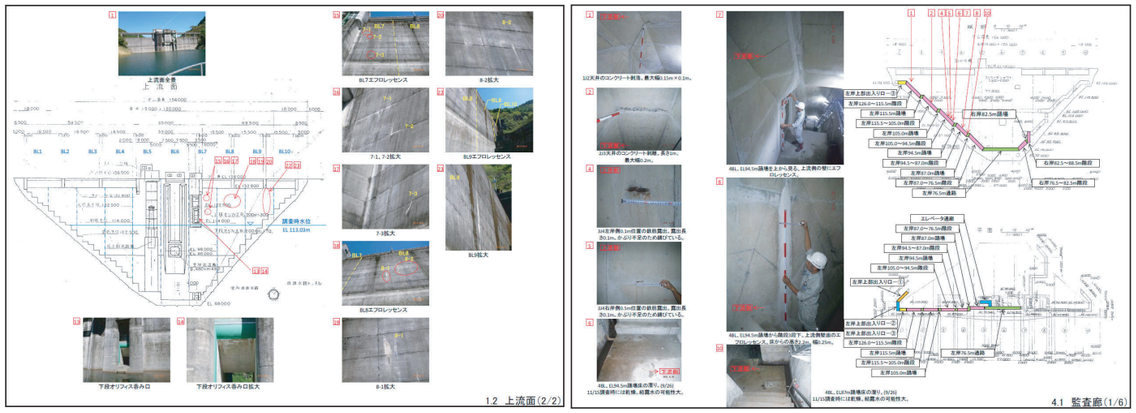
⇓

また、上記のことに関する説明責任

◆ダム総合点検業務◆

本業務は、「ダム総合点検実施要領・同解説(平成25 年10 月・国土交通省水管理・国土保全局河川環境課)及び参考資料」に基づき、ダム土木構造物に関し、長期的な経年変化の状況や構造物の内部の状態等に着目し、ダムの健全度について総合的な調査及び評価を行い、その結果得られる維持管理方針を日常管理や定期検査等に反映させるとともに、ダムの確実な安全性を確保しつつ、長寿命化を促進し、効果的・効率的な維持管理を実現することを目的として実施したものである。本業務では、特に以下の 1）～3）に示す目標を達成できるよう、維持管理方針を策定した。

1）安全性及び機能の保持
　長期間にわたりダムの安全性を保持し、既存ダムを最大限有効的に活用する。
2）維持管理費の最小化、効率的な予算執行の実現
　財政的制約下における計画的・効率的な予算執行により、投資効果を向上させる。
3）アカウンタビリティの確保
　合理的な基準に基づく補修等により、予算執行の説明責任を果たす。

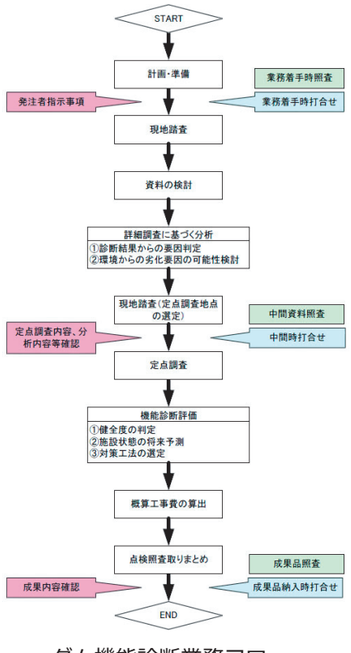


現地状況（概査）写真の整理

◆農業用防災ダム機能診断業務◆

本業務はダム改修工事を行うため、次の作業を行ったものである。
①ダム管理設備(テレメータ放流警報装置)の更新を行うための実施設計。
②ダム操作及び維持管理(計測、点検、整備等)の実態調査、及びダム操作規程等の改定内容の検討。
③長期供用ダムの機能診断(1次、2次調査)、ダム機能低下に関連する変状の発生が把握された施設についての詳細調査、原因の究明、対策の実施必要性、及び対策工法の検討。

ダムのサンプリング及び試験位置



ダム機能診断業務フロー

【コンクリートダム 業務実績リスト】

土師ダムレベル2地震動耐震性能照査評価業務	国土交通省中国地方整備局土師ダム管理所	平成21年度
平成21年度美和ダムレベル2地震動耐震性能照査評価業務	国土交通省中部地方整備局天竜川ダム統合管理事務所	平成21年度
烏原ダム(立ヶ畑堰堤)耐震性能診断業務	神戸市水道局	平成22年度
重力式ダム耐震解析影響要因分析業務	独立行政法人水資源機構本社総合技術センター	平成23年度
H23三土 山口谷川／東みよし町中庄SS2 砂防堰堤設計業務(1)	徳島県西部総合県民局県土整備部	平成23年度
平成24年度 長島ダム耐震性能照査検討業務	国土交通省中部地方整備局長島ダム管理所	平成24年度
平成24年度 矢作ダム耐震性能照査	国土交通省中部地方整備局矢作ダム管理所	平成24年度
第21号 公共 内ヶ谷治水ダム建設事業 耐震性能解析業務	岐阜県長良川上流河川開発工事事務所	平成24年度
重力式コンクリートダム耐震性能照査業務	独立行政法人水資源機構総合技術センター	平成24年度
H24吉土 宮川内ダム阿波・土成宮川内 ダム長寿命化計画策定(地震耐震性能評価等)業務	徳島県県土整備部	平成25年度
H24徳土 正木ダム 上勝・正木 ダム長寿命化計画策定(地震耐震性能評価等)業務	徳島県県土整備部	平成25年度
H24阿土 福井ダム 阿南・福井 ダム長寿命化計画策定(地震耐震性能評価等)業務	徳島県県土整備部	平成25年度
企電第3-５号吉野ダム・杉田ダム耐震性能照査委託業務	高知県公営企業局電気工水課	平成25年度
和食ダム第1-3７号 和食ダム耐震性能照査委託業務	高知県土木部河川課	平成25年度
H24宮城地区(震対調査)-205号 栗駒ダム耐震性能照査業務	宮城県北部地方振興事務所栗原地域事務所	平成25年度

【フィルダム 業務実績リスト】

平成17年度 土地改良施設耐震対策検討業務	大阪府環境農林水産部	平成17年度
平成18年度 孟正寺池堤体耐震設計(18)業務	大阪府泉州農と緑の総合事務所	平成18年度
平成18年度 狭山副池耐震検討(18)業務	大阪府南河内農と緑の総合事務所	平成18年度
九頭竜ダム耐震性能照査業務	国土交通省近畿地方整備局九頭竜川ダム統合管理事務所	平成21年度
アースダムＢ耐震検討業務	独立行政法人水資源機構本社総合技術センター	平成22年度
第6-委-9号 大門ダム 大門ダム建設事業(大門堰堤液状化検討業務)	奈良県郡山土木事務所	平成22年度
農業用ダム・ため池耐震性検証業務	福島県農林水産部	平成23年度
狭山池ダム耐震性能照査業務委託	大阪府富田林土木事務所	平成23年度
平成23年度 初立池耐震照査業務	独立行政法人水資源機構本社総合技術センター	平成23年度
アースダム耐震検討業務	独立行政法人水資源機構本社総合技術センター	平成23年度
老ため東(24委)第103号 今治市大規模ため池耐震診断業務	愛媛県東予地方局農村整備課	平成24年度
ため池耐震検討(24-1)業務	大阪府環境農林水産部 農政室整備課 農空間整備グループ	平成24年度
平成24年度 震災対策農業水利施設整備事業(耐震性点検・調査計画)西部地区設計委託その2	静岡県西部農林事務所	平成24年度
箕面川ダム耐震性能照査業務委託	大阪府池田土木事務所	平成24年度
狭山池ダム耐震性能照査業務委託(その2)	大阪府富田林土木事務所	平成24年度
平成24年度 震災対策農業水利施設設備事業(耐震性点検・調査計画)西部地区設計委託その2	静岡県西部農林事務所	平成24年度
平成24年度 農地防災ダム事業都田川ダム地区管理委託その7	静岡県西部農林事務所	平成24年度
大規模地震対策初立池実施設計等業務	独立行政法人水資源機構豊川用水総合事業部	平成24年度
長崎県農業用ダム耐震性能照査業務委託(大村・西海工区)	長崎県庁	平成25年度
平成25年 度震災対策農業水利施設整備事業(耐震性点検・調査計画)静岡２期(西部)地区設計委託その3	静岡県西部農林事務所	平成25年度

【関連構造物・地震動 業務実績リスト】

レベル2地震動作成業務	国土交通省 国土技術政策総合研究所	平成17年度
水施建施 第17-14 取水塔耐震補強実施設計業務委託	仙台市水道局施設課	平成17年度
レベル2地震動作成業務	国土交通省国土技術政策総合研究所	平成18年度
三重用水ダム取水塔等耐震性能照査業務	独立行政法人水資源機構中部支社三重用水管理所	平成23年度
味噌川ダム管理橋耐震性能照査他検討業務	独立行政法人水資源機構中部支社味噌川ダム管理所	平成23年度
第10-41320-0465号 設計業務委託(今出川開発)	福島県県中建設事務所	平成23年度
ダム門柱耐震性能照査手法検討業務	独立行政法人水資源機構総合技術センター	平成24年度
公共 内ヶ谷治水ダム建設事業(ダム関連構造物等耐震性能解析業務)	岐阜県長良川上流河川開発工事事務所	平成25年度
ダム上部工等耐震性能照査業務	独立行政法人水資源機構本社総合技術センター	平成25年度
白川ダム耐震性能照査業務(関連構造物)	国土交通省東北地方整備局最上川ダム統合管理事務所	平成26年度

【ダム総合点検 業務実績リスト】

平成22年度 防災ダム事業御所地区第1号設計調査業務委託	岩手県盛岡広域振興局農政部	平成22年度
平成23年度 ダム施設長寿命化計画策定業務委託	石川県土木部河川課ダム管理グループ	平成23年度
平成24年度 基幹水利施設ストックマネジメント事業 防災ダム地区(衣川防災ダム群)機能診断業務委託	岩手県県南広域振興局農政部農村整備室	平成24年度
桐堰機第1-2号 桐見ダム ダム総合点検委託業務	高知県中央西土木事務所 越知事務所	平成25年度
鎌堰機第1-2号 鎌井谷ダム ダム総合点検委託業務	高知県土木部河川課	平成25年度
平成25吉土 宮川内ダム阿波・土成宮川内 ダム維持管理計画策定業務委託	徳島県県土整備部東部県土整備局	平成25年度
H25阿土 福井ダム 阿南・福井 ダム長寿命化計画策定業務(4)	徳島県南部総合県民局県土整備部	平成25年度

株式会社エイト日本技術開発
EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS Inc.