

第63回電力土木講習会 視聴者からの質問と講師からの回答

講演タイトル	視聴者からの質問	講師からの回答
新丸山ダム事業に伴う丸山発電所水路補強工事の設計・施工および位置発電所防水壁・水路補強工事の設計・施工計画	<p>講演いただきありがとうございます。5つ質問させてください。</p> <p>(1) スライドp.8の取水口嵩上げ工事について、側方地盤は原地盤の改良のみで嵩上げは実施していないということでしょうか。</p> <p>(2) スライドp.13の取水口立坑構築工事において、竹割土留め工の他にも複数案出されていましたらご紹介下さい。</p> <p>(3) 立坑や水槽の構造設計の際、コンクリートの温度応力解析を実施するか否かの条件等を設定されていましたらご教示下さい（例えば、壁厚や単純矩形でない場合、隅角部など）。</p> <p>(4) スライドp.22の水圧鉄管の取替は、上流水位は上昇したものの内径は変えず更新したということでしょうか。</p> <p>(5) スライドp.27の鋼管杭による防水壁について、許容変位の設定は行われたのでしょうか。もし設定があれば、変位は杭単体での変位でみているのか、防水壁一体として変位をみているのかどちらでしょうか。</p> <p>以上、よろしく願い申し上げます。</p>	<p>(1) 側方地盤は改良のみで、嵩上げは実施していません。</p> <p>(2) 矩形部（取水塔天端から12.5mの区間）の土留め案として竹割土留め工の他に、①明かり掘削案、②所定深度まで明かり掘削後それ以深を鋼矢板で土留めする案、③親杭鋼矢板による土留め案があり、施工性・経済性を勘案し、竹割土留め工を採用しました。</p> <p>(3) コンクリート標準示方書[設計編]で定められるマスコンクリートとして取り扱う構造物のうち、水路工作物（取水口呑口部、ゲート立坑、調圧水槽）に当たるものに対して実施しました。</p> <p>(4) 水圧上昇に伴う内径の変更は予定しておりませんでした。実際には、二重管施工箇所がある為に、それに合わせ、既設の内径が4.2m~6.0mであるのに対して、新設の内径は4.0m~5.8mとなっています。</p> <p>(5) 設計時には防水壁一体として、鋼管杭の変位を確認しております。が、変位が大きくなる鋼管杭の先端付近には構造物がなく、また、変位により防水壁の止水性が損なわれることは無いと判断し、許容変位の設定は行っておりません。設計は鋼管杭の許容応力により設計しております。</p>
耳川水系総合土砂管理計画とダム通砂運用	<p>講演いただきありがとうございます。2つ質問させてください。</p> <p>(1) スライドp.11の土砂管理コストの検討について、トータルコストに占める減電費用と河床維持費用の比率（パイ）について差し支えなければ教えてください。減電費用の割合は比較的小さくなるのでしょうか。</p> <p>(2) スライドp.22で利水への影響は小さいとありますが、通砂運用によって取水率や稼働率の低下に影響は（今のところ）小さいということでしょうか。</p> <p>以上、よろしく願いいたします。</p> <p>ご講演くださりありがとうございます。 講演内容について6つ質問がございます。</p> <p>①山須原ダム、西郷ダムの改造工事を行うにあたり現行の技術基準に適合するように申請することになると思いますが、改造しない部分についても技術基準を照らし合わせて検討し再精査したのでしょうか。</p> <p>②県事業と九州電力事業のすみわけはどのような考え方で決めたのでしょうか。また、ダム改造など九州電力の事業範囲は100%費用負担しているのでしょうか。もし国・県なども負担している場合はその割合も教えていただきたいです。</p> <p>③山須原ダム、西郷ダムの改造にかかる費用はどの程度でしょうか。</p> <p>④通砂運用を実施するためにダム水位を低下させる期間は発電ができないため減電となりますが、治水対策という名目で河川管理者からの費用の補填はありますでしょうか。</p> <p>⑤通砂運用にあたり山須原ダム、西郷ダムの堆積土砂を移動させていますが、実施しなかった際の悪影響としてはどのようなことを想定されていますか。</p> <p>⑥通砂運用にあたり実施した大内原ダムの覆土の効果について知見はありますか（適当な厚さであった、もっと薄くすることができる、西郷ダムからの礫供給が到達する前に覆土が流下した等）。</p> <p>以上、よろしく願いいたします。</p>	<p>ご質問いただきありがとうございます。以下のとおり、ご回答いたします。</p> <p>(1)トータルコストに占める減電費用（Cc）の割合は、約12%、同じく河床維持費（Cd）が占める割合は、約10%となっております。減電は、通砂運用時の水位低下により発生します。減電費用の割合は、小さくはありませんが、河川整備計画において、「発電ダムの排砂機能の向上を図ること」とされており、その手段として、当社が、通砂運用を選択しております。</p> <p>(2)利水への影響については、主に下流の当社外の利水者（農業・工業用水口取水口の堆砂状況など）で評価しています。これまでの通砂運用での取水障害などは発生していません。</p> <p>ご質問いただきありがとうございます。以下のとおり、ご回答いたします。</p> <p>①ダム改造工事を行うにあたり現行の技術基準に適合するよう検討・精査を行う対象設備は、改造するダム設備がその対象となっております。改造しないその他の設備については、対象外となっております。</p> <p>②県事業と九州電力事業のすみわけは、耳川水系総合土砂管理計画の「基本的な考え方」「行動計画」に基づき決定しております（詳細は、宮崎県ホームページ参照）。なお、ダム改造においては全て当社費用により実施しております。</p> <p>③契約のことに係るため費用は公表しておりません。</p> <p>④河川管理者からの費用の補填はございません。河川整備計画において、「発電ダムの排砂機能の向上を図ること」とされており、その手段として、当社が、通砂運用を選択しております。</p> <p>⑤山須原ダム、西郷ダム直上流部の堆積土砂の移動の目的は、通砂運用開始初期の既存堆砂（砂・礫）の流出抑制です。貯水池内にたまった土砂が一挙にダム下流河道へ流出することで、河川の安全や生物生息環境等への悪影響を想定しております。</p> <p>⑥大内原ダムの覆土の目的は、通砂運用開始初期の既存堆砂（シルト質土砂）の流出抑制です。その効果は、通砂運用による水位低下に伴い、シルト質土砂の巻き上げによるダム下流域への水質悪化（濁り）の軽減を図るものです。上流ダムからの礫分供給よりやや先行して覆砂の移動が確認されていますが、覆砂の目的は達成されています。なお、覆砂の厚みは、一次元、二次元河床変動解析により設計していますが、最適な厚みの検証は実施しておりません。</p>
ダム通砂運用実施に向けた山須原ダム改造工事	<p>講演いただきありがとうございます。1つ質問させてください。</p> <p>(1) 既設洪水吐ゲートの撤去について、既設ゲートの経年数はどれくらいだったのでしょうか。もし3号、6号ゲートに対し、一時撤去の間に耐用年数等を考慮して、何か修繕・改良工事（塗装や部材交換）等をされたのであればご教示ください。</p>	<p>質問いただきありがとうございます。以下のとおり回答いたします。</p> <p>既設洪水吐ゲート8門は平成10年から平成13年の4年間、1年に2門ずつ取替工事を行っており、3号ゲートは平成11年、6号ゲート（現在の5号ゲート）は平成12年に取替えています。平成27年の一時撤去時のゲートの経年は、15年から16年ではありましたが、平成31年に再び据え付けるまでの間に扉体、並びに開閉装置等の修繕工事を実施しております。</p> <p>具体的には</p> <ul style="list-style-type: none"> ・扉体全体と開閉装置等の発錆、剥離箇所の補修塗装 ・開閉装置の減速機等の潤滑油、絶縁油交換 ・脚柱部、扉体リップ部の変形箇所補修、整備 ・巻上用ワイヤーロープ、扉体水密ゴム等の取替などになります。
竹原火力新1号機設備更新工事土留を本体利用したポンプ場躯体工事の設計および施工について	<p>講演いただきありがとうございます。2つ質問させてください。</p> <p>(1) 基礎の根入れ地盤改良体の変形係数について、試験結果が設計の10倍となった要因推察があればご教示ください。機械攪拌（空打ち）と高圧噴射（改良盤）による相乗効果が影響しているのでしょうか。</p> <p>(2) 改良杭の支持層到達確認について、掘削速度とN値のばらつきは考慮されていたのでしょうか。また、改良杭として根入れ長等の設定もあればご教示ください。</p> <p>以上、よろしく願いいたします。</p>	<p>(1) 基礎の根入れ地盤改良体の変形係数について</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢まず、空打ち部の変形係数は評価しておらず、機械攪拌の改良盤と高圧噴射の改良盤の変形係数を評価しています。 ➢試験結果が設計の10倍となった理由は、以下の事項が複合的に重なったものと考えています <ul style="list-style-type: none"> ①設計時点では、変形係数＝圧縮強度（設計基準強度1000kN/m²）×100としていた。配合試験時の圧縮強度試験結果から変形係数＝圧縮強度×100～400であったことが確認され、実施時には設計時点で想定していた「圧縮強度×100」以上の値となった。 ②配合試験の時点で、地盤の不均質性や施工の不確実性などを踏まえて設計基準強度に3.5倍の割増係数を用いてセメント添加量を決定していた。実施では、ばらつきはあるものの、配合試験で想定していた値に近い圧縮強度が得られた。 ③先行地中梁として機能する改良盤の施工範囲には、砂質土と粘性土が混在しており、施工時に砂質土層と粘性土層を明確に区分できない。粘性土の方が砂質土よりも、設計基準強度発現に多くの固化材を要するため、安全側の施工となるよう固化材の添加量を粘性土が設計基準強度を発現するセメント量を使用したこと。実施では、砂質土の部分にも、粘性土で設計基準強度発現に必要なセメント量が使用されており、設計時点で想定していた強度以上となった。 <p>(2) 改良杭の支持層到達確認について</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢試験施工でN値50の深度まで掘削できたことを踏まえ、ボーリングで評価しているN値50以上となる深度を考慮しつつ、掘削速度がほぼ0になるまで施工を行いました。 ➢ポンプ場は、基本的には直接基礎で成立する構造物であるため（躯体重量が原地盤の重量以下）根入れ長の設定は行っておりません。

第63回電力土木講習会 視聴者からの質問と講師からの回答

<p>福島第一原子力発電所における廃炉・汚染水対策の現状</p>	<p>わかりやすい発表ありがとうございました。 発表内容について、2点ほど質問がございます。</p> <p>1点目：スライド9の飛散防止の散布において、敷地と建屋の飛散防止剤の色が違うのは何か理由があって分けているのか</p> <p>2点目：スライド13のアウトターライズ津波防潮堤の設置において、4t型フィルターユニットの施工・据付と表面防水処理の施工について、通常であれば半年近くかかるような内容だったとご説明されていたが、約2ヶ月で施工完了できた大きな要因は何か</p> <p>上記2点、ご質問させていただきます。よろしくお願いたします。</p>	<p>1点目： 敷地（地表面）については、散布面積が50万m2以上と広大であったことから、即時大量調達可能な材料を探したところ、緑色に着色されていた当該材料が選定されました。この材料は水で薄めて散布するだけでよく、被ばく低減と散布実績管理の観点において優れたものでした。一方、この材料は有機系材料であり、有機材は放射線被ばくによりゲル化する懸念がある、という知見が示されました。ゲル化によりその後の建屋関連作業に支障を及ぼすリスクがあることから、建屋については無機系（ベージュ色）の材料を選定しました。</p> <p>2点目： 当時、震災直後で現場は高い放射線環境下での全面マスク作業でありました。このため、被ばく線量管理と熱中症防止の観点から、1日当たりの作業時間が2時間程度以内に制約されておりましたため、作業班を複数投入して2方施工とすることで作業時間を確保しました。 クリティカルパスがフィルターユニット（FU）設置（100個/日）でありましたが、FUの供給元が、発電所から50km程度離れたいわき市であること、震災直後で道路事情が悪いこと、更に、発電所から20km圏内が警戒区域に設定されていたこと、こういった悪条件が重なった中で、FUを滞りなく供給することも重要でした。 このため、警戒区域境界のJヴィレッジにストックヤードを設けて積替えを実施し、警戒区域内外の運搬事情が相互に影響を及ぼすことを防止しました。また、発電所近傍の当社所有地にもストックヤードを設け、現場都合で発電所に搬入しきれないFUを仮置きできるようにし、現場状況に柔軟に対応できるようにしました。 これらの工夫・調整を早期に立案し、機動的に実施できたことが工程短縮に大きく寄与したものと考えております。</p>
<p>熊本地震による阿蘇にしはらウィンドファーム風車支持構造物の被災と復旧</p>	<p>講演いただきありがとうございました。2つ質問させていただきます。</p> <p>(1) タワーの応力照査（健全度評価）において残留変位・応力を考慮する必要はないのでしょうか。実態調査結果から変形（損傷）モードは上部構造より下部構造の方が支配的なのでしょうか。</p> <p>(2) 杭基礎の地震応答解析において、タワーと杭基礎を一体モデルとしていますが、タワー根元部（脚部）に応力集中が起きることはないのでしょうか。</p> <p>以上、よろしくお願いたします。</p>	<p>(1) まず、建設当時を模擬した告示波による解析および西原村小森で観測された本震ベースの再現解析においてタワー本体は短期許容応力度以下となりました。目視点検でもタワー部材に異常はなかったため上部構造に異常はなく、タワー起因による残留応力等の考慮は不要と考えました。一方、熊本地震で基礎は損傷したため、熊本地震後の告示波解析では、上記解析（西原村小森・本震ベース）で揺れ終わった状態、即ち基礎が損傷した状態のモデルを使って行っています。なお、上部構造の下部構造のどちらが損傷モードとして支配的かは、一概には言えないと考えています。例えば、唯一基礎が無損傷であった6号機では、逆に唯一ナセル内の電機設備に軽微な損傷が生じています。また、講義では（確か日立製と記憶する）タワー本体が損傷した近傍他社事例をご紹介したとおり、風車メーカーなど個々の条件で損傷の支配モードは異なるものと推測します。阿蘇にしはらWFはVestas社製の風車でしたが、国内で散見される別メーカー（例えばEnercon社製の風車）では上部ほどタワー径が急に細くなる上に板厚が薄くなり、ナセルの形状や重心、タワーに対するナセル接合位置も特徴が異なります。なお、にしはらをはじめコンクリート数量減のために古くは十字基礎が使用されていましたが、近年は円形基礎や多角形基礎が推奨されています。従って、上部構造の下部構造のどちらが損傷モードとして支配的かについては、個別の条件により異なるのが実情かと思われます。</p> <p>(2) 一般論としては、ご指摘の通り、断面力が最大となるのはタワー基部となるの理解でよいと思いますが、上記末尾に記載した事情もあり、応力集中の観点では機種や設置条件により差異が生じるものと思われる。</p>
<p>水力発電設備への確率論的地震リスク評価手法の適用</p>	<p>講演いただきありがとうございました。1つ質問させていただきます。</p> <p>フラジリティ評価における安全係数法（簡便）について、被害率はFs（安全率）が1.0を下回る「程度」の確率分布を曲線形状として反映しているものかどうか。Fsには安全率の裕度（許容応力度設計）はあるものの、Fs<1.0となった場合は単にNGだけではなく、その損傷程度（具合）を把握することができるのでしょうか。</p> <p>以上、よろしくお願いたします。</p>	<p>ご質問を頂きまして、ありがとうございました。</p> <p>今回採用した安全係数法では、安全率Fsが1.0の荷重状態でその構造物は全壊に対して半分の被害を受けると仮定しております。このように仮定した背景には、構造物のフラジリティ評価の基となる照査手法が剛体的安定計算や円弧滑り解析など簡易な手法であり、材料物性等のバラつきを考慮できない事が挙げられます。</p> <p>このため、確定論的（荷重や材料物性が確定しバラつきが無いと仮定）に剛体的安定計算や円弧滑り解析を行った場合は、Fs=1.0ではギリギリ安定している状況なのですが、確率論的には荷重や材料物性もバラつきを考慮する必要があるため、このような仮定を採用しております。</p> <p>今回の発表でも少し触れましたが、フラジリティ評価で詳細な手法（応答解析を用いる手法）の場合は、材料のバラつきを考慮する事が可能で、フラジリティ評価の精度も高いのですが、今回用いた手法ではそれらバラつきを直接考慮できないため、「安全率Fsが1.0の荷重状態でその構造物は全壊に対して半分の被害を受けると仮定する事で間接的に考慮しております。</p> <p>「全壊に対して半分の被害を受ける」と説明しましたが、「100基同じ構造物があった場合、立地条件の違いや想定される地震の規模・材料物性のバラつき等の影響で50基が全壊する」とした方がイメージしやすいかと思われます。</p> <p>このため、「安全率Fsが1.0の荷重状態でその構造物は全壊に対して半分の被害を受けるとの仮定が正しいとすれば、ある地震外力に対してOK/NGだけでなく被害率を把握する事ができます。ただし、それは仮定が正しいとした場合です。最後の「まとめ」にも示しましたが、「安全率Fsが1.0の荷重状態でその構造物は全壊に対して半分の被害(被害率50%)を受ける」が現実的かどうかについては、実験や実現象との照合などで確認していく必要があります。</p> <p>今回の評価は、数多い設備に対してできるだけ簡易に早くL2耐震性能を横並びで比較する事を目的としており、個別の構造物がどれだけ被害を受ける事が予想されるか推定するものではなく、それらに対応するための優先順位を決めるために用います。このため、フラジリティ評価における仮定が統一されていれば、被害率の精度はそこそこであっても、優先順位は変わらないと考えられます。</p>
<p>扉の高いローラーゲートの大規模地震時損傷想定と耐震補強</p>	<p>講演いただきありがとうございました。3つ質問させていただきます。</p> <p>(1) スライド10/35の三次元解析モデルにおいて、貯水池の水位設定は常時満水位でよいでしょうか。</p> <p>(2) スライド13/35の腐食厚について、設計板厚から一律の腐食速度で減じているということでしょうか。板厚調査の実態や結果等を踏まえた腐食厚の重み付け等は実施されていないのでしょうか。</p> <p>(3) スライド17/35の静的解析と動的解析の結果の重ね合わせ方法において、残留応力の取り扱い（静水圧、加速度、動水圧）をご教示ください。</p> <p>以上、よろしくお願いたします。</p>	<p>(1)常時満水位です。</p> <p>(2)今回の照査では、一律腐食速度0.02mm/年としました。</p> <p>(3)自重及び静水圧を作用させた静的解析（初期応力解析）は、「線形解析」で行っています。また、加速度時刻歴と動水圧時刻歴を作用させる動的解析も、「線形解析」で行っています。このため、静的解析と動的解析の重ね合わせは、単純な足し算で行っています。 「残留応力」が、ゲート製造時の熱処理や据え付け時の初期不整、経年による変形等によって生じる残留応力を意図しているのであれば、これらは考慮していません。 また、「残留応力」が、今回行った静的+動的解析結果終了後の応力状態ということであれば、今回は線形解析ですので、材料の塑性化による残留応力（残留変形・残留ひずみ）は発生しません。 なお、線形解析の応答値と鋼材の降伏強度を比較して耐震性を評価しているため、応答値が鋼材の降伏強度を超える場合には、エネルギー一定則の考え方を参考に材料降伏後のひずみを推定し、評価を行っています。</p>

第63回電力土木講習会 視聴者からの質問と講師からの回答

<p>デジタルカメラ画像を用いたフィ ルダム堤体の長期変位計測</p>	<p>講演いただきありがとうございました。3つ質問させて下さい。 (1) カメラ設置地点が不動であること（特異点ではないこと）はどのように確認しているのでしょうか。各不動点との相対関係を点検し確認しているのでしょうか。 (2) ダム変位はカメラ設置地点と人工ターゲットとの相対変位として算定しているということでしょうか。 (3) 画像計測について、TS測量のように測量誤差等の設定はあるのでしょうか。以上、よろしく願いいたします。</p>	<p>(1)瀬戸ダムにおいては、カメラ位置は岩盤上の頑強な擁壁上に設置されており、工学的に不動であることを前提として計測しています。計測不動点も同様です。工学的に不動と言えない地点に設置する場合は、立体的に配置した複数の不動点との相対関係によりカメラ位置の移動量を推定します。電力土木 2021年1月号の別報文にて少し紹介しています。</p> <p>(2)不動点を基準とした人工ターゲットとの相対変位として算定しています。</p> <p>(3)ご質問の意図される場所は、「作業規定の準則」（測量法）に規定されているような計測精度の仕様（スペック）のようなものがあるのか、ということでしょうか？ 画像計測の場合は、測角精度に相当するものとして、画素単位での画像マッチング精度というものがあります。十分に距離が近く、日照変化などの影響がないこと、十分に明るく明瞭に写っていることが前提であれば、画像マッチング精度は1/10画素程度であることが多くの検証実験によって確認されています。また、性能はカメラやレンズの機種や個体ごとに異なるので、個体ごとに較正作業を行い性能確認をしています。実際には、大気揺らぎや日照変化などの影響もありますし、計測対象物が明瞭に写っているかといったことでも、精度が大きく異なります。 環境条件や計測対象によって計測精度が異なるのは、トータルステーションでの測量でも同じなので、同じように考えていただければと思います。</p>
---	--	--