

落災防だより

発行日 令和 8 年 1 月 8 日

編集・発行 一般社団法人

全国落石災害防止協会

岡山市北区大和町一丁目 1-30

TEL: 086-227-7311

FAX: 086-222-9236



2019 年度施工 島根県佐田町反辺地内

目 次

	ページ
巻頭緒言 「自分都合の社会科学」	入江健太郎会長 … 1
総会報告 第 12 回通常総会	事務局 … 3
記念講演	岐阜大学地盤工学研究室修士課程 小出陽菜氏 … 7
理事会・委員会報告	事務局 … 11
活動報告 工法普及促進活動	事務局 … 14
名作の泉 「銀河鉄道の夜」	作家 久井 勲氏 … 19
落災防学習室 「地震現象について（第四回）」	第二建設(株) 技術部 … 27
編集後記	事務局 … 34

巻頭緒言

「自分都合の社会科学」

一般社団法人
全国落石災害防止協会会長
入江健太郎

年頭にあたり謹んで新年のご挨拶を申し上げます。本年も当協会員皆々さまのご活躍を心より御祈願いたしております。

直近の話題ですが、日本の GDP がインドに抜かれ 5 位に下がったようです。とはいえ、そもそも人口や年齢分布、経済成熟度などが各国で異なります。国の事情が異なるのだから、単純な勝敗の話が最重要とは言えません。他国との比較以上に我が国が、自分達の状況下で、どのように対策するかを考えるべきでしょう。（そもそも我が国の財政支出の動向を他先進国と比較したときに、日本の GDP が伸び悩むのは当然な結果なのですが、、、）戦後の輸出増加による高度経済成長、その後の金融成長によって、資本主義社会の先進国となってきました。現代社会において国家が成長に向かうとき、第一次産業から二次産業そして三次産業と重心が移行していきます。現在の我が国の第三次産業に携わる人口は、約 70%と過半数以上を占めています。少し乱暴な分類ですが、この一次・二次・三次の順が、産業として自然科学を意識する濃さの順を示していると私は考えています。第一次産業は、そもそも自然を相手にし、自然科学に最も近接しているといえます。第二次産業も自然のものを加工、使用し制作しているので、自然科学との距離感は遠くありません。一方で第三次産業は、全く自然科学が関係ないとはいいいませんが、どちらかというと各コミュニティ間の運用であったり、システムを上手く動かすといった社会の循環機能、まさにサービス業であるといえます。その分、一次や二次に比べより人間社会の中での活動、とりわけ都市部を中心とした社会システムや日常内での「やりくり」にウエイトがあるように思います。

当協会は、セメントや砂などを使用する「DK ボンドモルタル」によって施工する、第二次産業に属す建設業の集まりです。加えて、協会理事の一角である第二建設は、当協会の工法メーカーという側面も有しているので、特に材料に関して、まさに自然科学として向き合う場面も少なくはありません。同時に工法が、第三次産業に属する公共事業の手段として機能するために、その仕組みに順応出来る構えを求められます。したがって、公共事業として建設業を行うということは、二次産業でありながら、三次産業の中でより責任を求められ機能するという立ち位置であると言えます。この文脈の本質は、我々公共事業に参加している建設業社は、自然科学と向かい合い同時に体系化された現代の社会の中で社会科学と向き合い活動しているということです。自然科学としては、材料の内容や、現場で発生する問題などを取り扱うことが、中心的な内容です。これらの中に、自然の摂理を活用し易い形式に整理した道具や仕組みとして、自然科学は潜んでいます。一方で、社会科学として、工法の仕様や働き方など様々な概要がありますが、これらは絶対的なものではありません。その時の政治や社会の雰囲気などによって変化する人間都合のものです。

（次ページへ続く）

先日、自然科学を軽視し、自分都合の解釈をする以下のような記事とそれに対するコメントがあったので紹介します。問；「 $400 \div 50\%$ の意味、瞬時に説明出来なければ二流、一流の考え方は？」出典ダイヤモンドオンライン 2025.3.10　まずタイトルの一言一句が全く評価できるものではないと私は考えますが、それ以上に首を傾げざるを得ない、問に対するコメントが、次の① ②です。① 50%は「何の50%」か？言わなければ成立しないと考えます！というコメント ② 50%は「 $\times 0.5$ 」だと解釈できます！というコメント　まず、①の解答者は、 $\div 50\%$ が成立出来ないと勝手に自分ルールを作っている。②の解答者は、数字と記号の整理ができていない。　どちらも、自分都合のルールを自然科学から体系化された四則演算という社会ルールを、平気で軽んじているという振る舞いで共通しています。この記事の作成者やコメントをした方は、おそらく自然科学を日常的に意識する立場にはいないのだと推測されます。なぜなら上記の説明は現代において、個人の解釈が介入するものではなく、 $400 \div 50\% = 400 \div 1/2 = 400 \times 2 = 800$ 　でしかありません。これは人類が自然科学を整理した初歩的なルールの一つです。これを、自然科学に基づかない、自分都合の社会科学で解釈しているのが彼らです。

少し飛躍しますが、彼らの考えを聞くと、時のあり様によって変化する社会科学を背景にしている第三次産業、これにだけ浸かって、思考が支配されていることの不健全な様子が想起されます。今の日本は、70%が第三次産業に従事していることを考慮すると、自然科学を軽んじる可能性がある潜在的な数に恐怖しかありません。一方で、第二次産業に軸足を置き、第三次産業を成す部分として、自然科学と社会科学のバランスの中で従事する我々は、まことに健全な場所に立っているといえるのではないのでしょうか。



2026.1

総会報告

一般社団法人全国落石災害防止協会は、令和7年5月15日、岡山市内のリーゼントカルチャーホテル岡山において第12回通常総会を開催しました。

総会の進行では入江会長の挨拶の後、出席者全員による自己紹介が行われました。司会者から総会議決数である会員数24に対し、会員出席14社、委任状出席10社であり、本協会定款第17条の規定「委任状を含め2分の1以上の出席」を充たし、本総会が有効に成立しているとの報告がありました。

入江会長が議長に選任され挨拶の後、報告事項の令和6年度事業報告・会計報告及び監査結果の説明に対して満場にて異議無く了承され、続いて提案した令和7年度事業計画（案）・同予算（案）に係る説明について審議の後、議長が諮ったところ満場異議なく、いずれも原案通り承認されました。



第12回通常総会開催状況

総会議案の概要については次のとおりです。

第1号議案「令和6年度事業報告」

① 会議 「第11回通常総会」 令和6年5月30日 岡山プラザホテル

報告事項2件 令和5年度事業報告、同会計報告・監査報告

決議事項3件 令和6年度事業計画（案）、同予算（案）

役員（理事5名、監事2名）選任

「第1回理事会」 令和6年5月30日 岡山プラザホテル2F 5社6名

議案 1 代表理事（会長）の選出

議案 2 技術委員長及び委員の委嘱

「第2回理事会」 令和6年9月19日 岡山市内第二建設（株）会議室 6社7名

議題 1 令和6年度協会事業の上期進捗について

2 建設技術フェア in 中部について

3 その他 1) 類似工法による施工事例について

2) 委託研究に係るプログラミングについて

「第3回理事会」令和7年3月27日 岡山市内第二建設協会会議室 6社7名

議題 1 令和6年度事業報告（案）及び会計報告（案）について

2 令和7年度事業計画（案）及び予算（案）について

3 令和7年度総会について

4 技術委員会委員の委嘱について

5 EE東北2023、建設技術フェア2023in中部並びに
けんせつフェア北陸2025in新潟への参加について

②事業 ○岐阜大学へ工法研究協力「亀裂性岩塊の安全度調査手法の確立」

○工法普及促進活動

（啓発活動）ブース出展2箇所、プレゼンテーション1箇所

（広告掲載）建設専門誌5誌など13回掲載

（機関誌）落災防だより22号配信

第2号議案「令和6年度会計報告」「同監査報告」

令和6年度決算

（単位 円）

項 目	令和6 予算	令和6 決算	決算内訳
収入合計	3,460,000	3,277,223	繰越金、会費など
各種会議費	1,450,000	1,332,327	総会、理事会、技術委員会
刊行物の発行	300,000	60,940	カタログ訂正シール
普及促進費	800,000	888,800	土木専門誌広告掲載料等
研究委託費	300,000	300,000	岐阜大学委託研究
技術者養成費	500,000	542,960	中部フェア、EE東北等出展 参加料等
事務費・雑費	110,000	81,127	事務用品、旅費、租税公課等
支出合計	3,460,000	3,206,154	次年度繰越金額 253,846

監査報告 小田節昭監事「適正に処理されている。」と報告されました。

第3号議案「令和7年度事業計画（案）」

承認された令和7年度事業計画

「全国落石災害防止協会」は、落石防止工法として、国土強靱化に合わせて
景観、環境を保全する岩接着DKボンド工法の推進を図るため、令和7年度も
各種会議の開催に基づく協会運営と共に、工法適用に関する調査、研究等の受
委託、技術者・技能者の養成及び研修会の開催、並びに工法の更なる普及促進
に係る活動その他必要な事業を実施する。

① 会議 「第12回通常総会」令和7年5月15日リーゼントカルチャーホテル岡山

「令和7年度理事会」2回開催予定

「令和7年度技術委員会」必要に応じて開催予定

②事業 ○岐阜大学への工法研究協力を継続

○工法普及促進活動 ブース出展、プレゼンテーション参加、広告掲載

○落災防だより23号（メール配信）など

第4号議案「令和7年度予算（案）」

承認された令和7年度予算

(単位 円)

項 目	令和6予算	令和7予算	予算内訳
収入合計	3,460,000	3,530,000	繰越金、会費（年・総会特別）
各種会議費	1,450,000	1,450,000	総会、理事会、技術委員会
刊行物の発行	300,000	300,000	パンフレット改訂など
普及促進費	800,000	800,000	土木専門誌広告掲載等
研究委託費	300,000	300,000	岐阜大学研究
技術者養成費	500,000	500,000	研修会、中部フェア等参加費
事務費・雑費	110,000	180,000	事務用品、旅費、租税公課等
支出合計	3,460,000	3,530,000	

なお、会員である（有）今橋組の今橋興三氏から、諸般の事情により会社を閉じる旨のご挨拶がありました。

(講演)

総会終了後、岐阜大学に協力いただいている研究の進行状況の報告などを兼ねて、岐阜大学吉川先生のご指導の下、同大学院生の小出さんによるご講演「3成分小型加速度センサによる安全な落石危険度振動調査」がありました。(講演・研究報告として別掲)

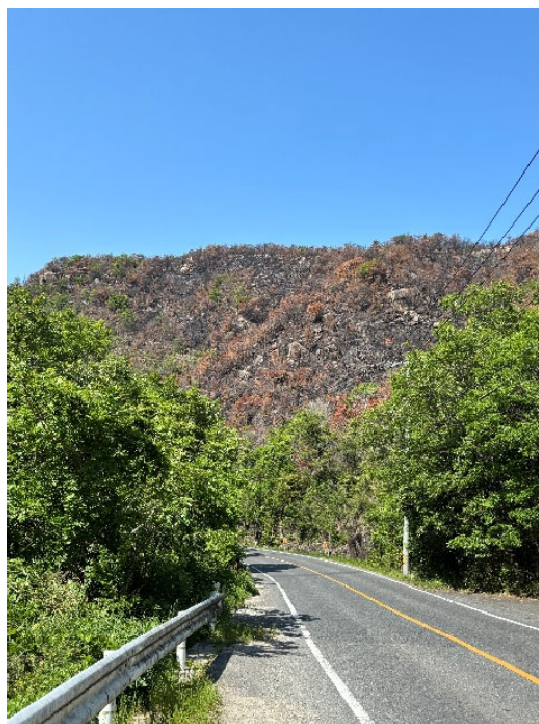
《現地視察》

翌日の16日には瀬戸内海に面した牛窓地域を視察しました。牛窓神社やオリーブ園などからは遠く小豆島までが眺望できました。



牛窓オリーブ園からの眺望（微かに小豆島の島影が見える）

令和 7 年 3 月 23 日、岡山市南部で発生した林野火災は 4 月 11 日に鎮火が宣言されましたが、玉野市の一部を含め 486 ヘクタール（確定）が焼失し過去最大の規模となりました。火災跡地は通行止め等のため現地での確認はできませんでしたが、写真等での状況説明がありました。（火災原因は伐採木焼却時の失火と報道されています）



岡山市南区飽浦地区の林野火災跡地（5 月 13 日の現地状況）

報道によると当該跡地の復旧対策について、岡山県では「治山事業」として森林の復旧が必要な約 290ha において、植林やヘリコプターでの種子散布、落石防止などによる復旧事業を 20 数億円掛けて実施することとし、2025 年度中の復旧計画策定を目指しているとのこと。

なお、土砂崩壊による流出が懸念される延焼区域内の溪流に対しては、治山ダムなどを設置する「災害関連緊急地山事業」が既に採択されており、着工に向けた準備が現在進められているとのことでした。

□ 記念講演

第12回通常総会にお招きした岐阜大学院生小出さんから当協会が岐阜大学にお願いしている委託研究について、現在の状況説明を兼ねてご講演を行って頂きました。

講演の概要については次のとおりでした。

「3成分小型加速度センサによる安全な落石危険度振動調査」

岐阜大学院生 小出陽菜



岐阜大学
小出陽菜院生と
吉川高広先生

《 研究背景・目的 》

本年度、私の研究テーマは「3成分小型加速度センサによる安全な落石危険度振動調査」ということで進めております。落石には「転石型」と「浮石型」があり、本研究では浮石型に着目して行って参りました。

落石危険度振動調査は、「評価方法が主観的であること」と、「常に危険を伴う調査であること」が研究の背景にあります。先ず、評価方法が主観的となる点については「安定度調査表」に基づき5段階の安定区分に評価することになっていますが、この項目に「やや」という曖昧な表現があり、これによって評価が主観的になる点です。

岐阜大学が令和2年に官公庁や建設コンサルタントを対象に実施した「現行の落石危険度調査についてのアンケート」では、約30%が「統一性」「客観性」「確率的評価」などに問題があり、「調査者によって結果に違いが生じる」としています。

このことを踏まえ評価方法に客観性のある調査法とされるのが、過去に旧日本道度公団（現NEXCO）の緒方さんが確立させた手法である「落石危険度振動調査法」です。

《 落石危険度振動調査法 》

この手法は浮石部と基盤部の振動特性を比較して、落石危険度を評価する手法になります。具体的には、浮石部と基盤部に取付けた加速度センサの計測値の違いを読み取って、

危険度を評価します。



小出さんの
講演状況

この指標になるのが「**RMS 速度振幅比**」「**卓越周波数**」「**減衰定数**」の3つであり、これらを「**落石危険度判定図**」を使用して**安定・不安定**の判定を行います。

判定図の図1は縦軸に卓越周波数、横軸に **RMS 速度振幅比** で構成されており、図2は縦軸に減衰定数、横軸に **RMS 速度振幅比** で構成されています。判定はこれらの図を用いて計測された3つの指標値を基に、図1においては卓越周波数が **30 Hz 超** で **RMS 速度振幅比が 2.0 未満** の場合、及び、図2においては**減衰定数が 0.2 超** で **RMS 速度振幅比が 2.0 未満** の場合には、安定していると判定されます。

RMS 速度振幅比はどちらの図においても、横軸を構成する最も重要な指標になると考えております。この値は振幅の大きさを振動の平均速度（RMS）の比率で表したのになります。即ち、浮石部が基盤部に対して、どの程度大きく揺れているかを統計的に表すことができる指標です。例えば、この比が 1.0 であれば浮石部は、基盤部と同じ振幅で揺れていることを示しています。そして2以上であれば浮石部が基盤部に対して、大きく揺れて危険であるとの指標になります。

次に**卓越周波数**ですが、これは振動をフーリエ・スペクトルで求めたもので、最も振幅が大きくなる周波数のことであり、フーリエ・スペクトルというのは加速度を周波数ごとに表したのになります。岩など物体には揺れ易い周期、周波数があり、この周波数を調べて低ければ低い程、危険であるとの指標になります。

また**減衰定数**は、揺れの減衰（収まり易さ）の程度を示す指標であり、小さいほど振動が遅く、減衰し難いということになります。

浮石部と基盤部の結び付きが強い場合には、小刻みに振動することになり安定していることになり、ゆっくり揺れるときには不安定となっていることになります。この場合の卓越周波数と減衰定数の考え方としては、安定した岩塊では振動の周期が短いことから、振幅が大きくなれず小さく、卓越周波数が高い場合であり減衰定数は大きくなります。また不安定な岩塊では周期が長いことから、振幅は大きくなることができ、卓越周波数が低い場合であり減衰定数は小さくなります。

《 加速度センサ 》

落石調査は常に危険を伴うものであるため、機器のコンパクト化、高性能化をめざして研究を行っています。我々が今、注目しているのが、「高精度 3 軸ワイヤレス加速度センサ」と呼ばれるものです。1 機 40 万円程度の機器になりますが、詳細に加速度が計測でき、軽量でパソコンと無線によって 500m 以内の距離で計測が可能です。調査には加速度センサ 2 機、データ送信装置 1 台とノートパソコンを現場に持ち込んで計測を行うことになります。

《 本年度研究成果 》

調査地は岐阜県下呂市「がんだて公園」遊歩道です。近年、峡谷を散策する人が増えたことから、落石対策の実施が計画されています。過去に実施した「主観的な落石調査」によって不安定岩とされた岩塊について、その調査結果の正否を確認するため、今回調査を行いました。

基盤部 2 箇所と浮石部とみられる 1 箇所に、それぞれ加速度センサを 2 回設置し、計測を行いました。それらの間隔の距離は約 8 m、浮石部の高さは 5 m 程度でした。

全て雑振動（常時微動）である振動源に対して、前後・左右・上下の 3 方向の振動の計測を行いました。初めに行った基盤部と別の基盤部にそれぞれセンサを取付けた結果では、RMS 速度振幅比の計測値が基盤部同士なので、ほぼ 1.0 になるはずですが、0.1～6.7 まで疎らな値となっていて、計測調査が正しく行われていないことが分かりました。従って、この調査方法に問題があることが確認されました。

そこで、基盤部のセンサの入れ替えを行ってみましたが、RMS 速度振幅比のグラフは時間の経過に伴いズレが生じてきました。さらに岐阜大学構内で行った計測においてもズレが生じており、センサ自体に個体差があるのではないかと考えました。

このセンサの個体差について製造会社セイコーエプソンに問合せをしましたが、その回答としては全てのセンサもドリフト（測定対象や条件を固定しても、時間と共に示される値にズレが生じること）は存在するとのことでした。そのため、このセンサのドリフト対策をしないと調査が正常に行えないことが分かりました。

そこで我々は計測データ 20 秒間の抽出（CUT）と低周波成分の除去（HPF）によって、このドリフトを解消しようと考えました。

ドリフトは時間と共にズレが拡大していくため、計測途中の 20 秒間部分はグラフ上でのズレが少ないことから、この部分を切り取ってカットした形でデータを抽出しました。この 20 秒というのは元々、手法を確立した緒方さんが行っていたもので、問題は無いと考えました。

しかし、この抽出による（カット処理）効果を確認したところ、前回 9.20 であった RMS 速度振幅比が 4.62 と未だ 1.0 にはなっていませんでした。

元のデータには低周波成分が多く確認されているため、次の策として 20 秒抽出後のデータから低周波成分を除去する（ハイパスフィルター処理）ことにしました。その結果、4.62 あった RMS 速度振幅比 が 1.13 となり、1.0 に近づけることができました。そして、これが、本年度研究成果となりました。

《 結論 》

加速度計による「**がんだて公園**」における調査結果については、浮石部が基盤部の2倍以上、大きく揺れていることが判りました。しかし、ドリフト対策の未処理データでは2.0以上の値を示すものが無いため、この岩塊は安定していると判定されることになります。

ところが、先程説明した**カット処理やハイパスフィルター処理を行うことにより、殆ど全てのデータで2.0以上の値を示しており、この浮石部は不安定岩であると判定されることになり、我々が行ったカット処理やハイパスフィルター処理が、振動調査に適用できるのではないかと考えるに至りました。**

最後に「落石危険度判定図」を示します。先程の調査結果を判定図に表示すると、X方向（前後方向）が、図1、図2にプロットされた卓越周波数－RMS速度振幅比、及び減衰定数－RMS速度振幅比の値が「**不安定領域**」に相当し、危険であると判定されました。

結論として、「定性的調査と定量的調査、即ち従前の主観的な調査と本センサを用いた客観的な調査の判定が一致したということ」を本年度は示すことができました。

《 課題 》

判定精度の向上に向けて、先ず**フィルタリング周波数**（必要な周波数帯域の信号のみを残して特定帯域の信号だけを抽出）の確立として、低い周波数を除去することが良いのかを検討していきたい。

次に、データ解析の自動化を考えており、現在、手動で行っている卓越周波数及び減衰定数の逆解析に、調査者の主観が入るのを避けるための検討を行っていききたい。

さらに、低周波成分の除去の方法についても、今後、議論していきたいと考えています。

《 今後の予定 》

今後につきましては、一つは「がんだて公園」において、岩接着工施工後に計測を行って、安定した岩塊となったのかを評価すること。また、他の岩塊についても調査を行い、計測データを蓄積していくこと。最後に、解析方法を議論していくことによって、判定精度の向上に向けて検討していきたいと考えています。

そして最終目標として、「誰でも簡単、正確かつ安全な落石危険度振動調査方法」を確立することにしております。

以上で終わらせて頂きます。本日はありがとうございました。改めて本研究にご協力頂いた全ての方々に感謝申し上げます。

《 質疑応答 》

（質問） 本研究が果たす成果は、岩接着施工後の安定性について「見える化」が実現できるものと考えている。他工法に対して差別化できるものにしたい。

（回答） 調査地の「がんだて公園」において、今年、岩接着工事の施工が決まっており、施工前である今回の結果と施工後の今後の調査結果について、比較検討していくことにしている。

理事会・委員会報告

【理事会】

下記のとおり、理事会が開催されました。

令和 7 年 3 月 27 日 令和 6 年度第 3 回理事会（一部オンライン）

役員数 7 名 入江会長ほか理事 5 名 監事 2 名

参考人 5 名 赤沢健技術委員長、技術委員 飯坂武男氏、宇賀田登氏
佐藤守久氏、第二建設斉藤正伸氏

理事会に提出された議案等は次のとおりです。

議案 1 「令和 6 年度事業報告（案）令和 6 年度会計報告（案）について」

議案 2 「令和 7 年度事業計画（案）令和 7 年度予算（案）について」

議案 1～2 は原案どおり承認されました。

議案 3 「令和 7 年度総会について」

5 月 15、16 日、岡山県内において会議及び現地視察会の実施に向けて準備することになりました。

議案 4 「技術委員会委員の委嘱について」

佐藤守久氏の委員委嘱が承認されました。

議案 5 「E E 東北 2025」への参加について、及び「建設技術フェア 2025in 中部」、
「けんせつフェア北陸 2025 in 新潟」の開催予定について

次年度もブース出展やプレゼンテーションなどへの参加によって、本協会工法の普及促進を図ることになりました。

その他 本協会発行の「設計積算要領」の改訂や技術研修会開催などの時期について検討が行われました。

また、入江会長から「DK ボンドモルタルの促進耐候性試験」の結果報告があり、当該モルタルの紫外線劣化に対する抵抗性が良好であることが確認されたとの説明がありました。

令和 7 年 8 月 28 日 令和 7 年度第 1 回理事会

（於）第二建設株式会社 2F 会議室

参加役員数 6 名 入江会長ほか理事 3 名 監事 2 名

理事会に提出された議案等は次のとおりです。

議案 1 「令和 7 年度協会事業の上期進捗について」

○工法に係る調査、研究 岐阜大学が委託研究を継続実施など

○工法の普及促進 6 月 4～5 日「EE 東北 '25」（仙台市）

ブース出展 来場者 18, 300 名

○広告掲載 2025 年内 技術データベースサイト「イプロスものづくり」

4 月、6 月、7 月、26 年 1 月 日経コンストラクション

6 月 経済調査会

9 月、2026 年 3 月 建設工業調査会

上記普及促進に係る事業について了承、並びに継続実施が承認されました。

議案 2 建設技術フェア in 中部について

工法の普及促進を図る下記 2 件の展示会へ参加が承認されました。

○10 月 1～2 日「けんせつフェア北陸 2025in 新潟」(新潟市)

ブース出展

○12 月 4～5 日「建設技術フェア 2025in 中部」(名古屋市)

ブース出展及びプレゼンテーション

【技術委員会】

下記のとおり、技術委員会が開催されました。

令和 7 年 8 月 28 日 令和 7 年度第 1 回技術委員会

(於) 第二建設株式会社 2F 会議室

(出席) 赤沢健委員長ほか 委員 8 名

理事会から要請のあった各会員企業が実践する有効な施工技術、並びに今後活用が期待される知識や技術など、協会員全体が共有すべき事項に係る各議題について、検討及び報告の概要は次のとおりでした。

議案 1 「暑中材料の扱いについて」(各委員)

夏季の高温下で生じるボンドモルタルの施工性低下への対処として、石材等材料設置場所の配慮の他、配合水の温度や短時間に使い切る一回の練り上げモルタル量の管理、直射日光を遮るシート養生などが必要とされた。

議案 2 「EVA+土では強度発現しない」(目地モルタルの着色手法について／各委員)

「設計施工要領 第 3 章施工」に係る目地モルタル修景作業の実践例として、乾燥後の目地モルタル面において、EVA 三倍液や注入モルタル液に現場の土を混ぜ、或いは EVA 原液に顔料を混ぜて、刷毛で塗布する方法や、目地表面に EVA 原液を塗布し、直接、土を撒き散らす手法などが報告された。

何れも付着性能は高く、土の剥落は少なく耐久性もあり、経年によって周囲の環境に馴染みコケ植物などの被覆も見られる所もあるとのことでした。

議案 3 「プログラミングに係るオンライン学習の進捗について」(森本理事)

岐阜大委託研究結果の活用に向けた人材の確保と、同研究への参画による大学との信頼関係を高める目的で受講したオンライン学習の成果として、今後、現場で計測されたデータ波形に対する「スムージング」(生データのギザギザ波形を滑らかな線の波形に変換する作業)を自動化により、機械的に理論式が出せるよう取り組んでいくことを考えている。

議案 4 「DK カーボンフットプリントについて」(森本理事)

カーボンフットプリントは、生産から廃棄までのライフサイクルを通じて環境への負荷を可視化する環境指標であり、政府が掲げる「カーボンニュートラル」の目標達成の下、DK ボンド工法において温室効果ガス削減に貢献できる部分は、セメント使用量の大幅な削減や施工時のエネルギー削減、長寿命化による環境負

荷軽減などが考えられる。当該指標の認定取得による公共工事への影響として、本協会における脱炭素に向けた取組が、国交省工事の入札評価項目化や県レベルの工事成績評定への加点のほか、環境配慮型工法として業界全体に向けた展開など多くの可能性が挙げられる。

今後、ISO 基準に準拠したカーボンフットプリントの策定に向けて、根固工やロープ伏工等との相対比較を行い、DK ボンド工法に係る炭酸ガス排出量が少ないことを示す予定である。

議案 5 「LPTK phone による 3D 計測について」(第二建設(株) 阿曾智裕)

安価で簡易に 3D 計測が可能な LPTK phone について、その機能と精度の検証を行った。この手法は点群測量ができるアプリソフトを使用して、スマホ(아이폰) による撮影で計測した距離や写真を、グーグルマップ上に表示して確認できるもので、測量にはスマホの「Wi-Fi と衛星」で行う方法と、圏外状態で「衛星」だけで行う方法があり、メーカー提示の精度は高・中・低に区分し高精度では誤差±2 cm以内とされている。

精度検証は兵庫県内において、座標位置が高精度と中精度の場合では大きなズレが確認され、「Wi-Fi と衛星」及び「衛星」による高精度での計測誤差は、水平距離で両者とも大きなものであった。また徳島県内での実測量との比較では、低精度の点群データから算出した長さ、面積、体積の中で、体積計算数量が大きく相違していた。

国等が ICT 活用工事の試行を推進している中、DK ボンド工法においても 3 次元設計データ作成や 3 次元出来形管理等の必要性が、今後、高まることが予想されることから、さらに検証を進め誤差を定量的に評価・検討し、計測精度をより高めていく必要がある。

協会活動報告

—令和七年度の工法普及促進活動—

1 はじめに

全国落石災害防止協会では、毎年DKボンド工法の更なる拡がりや浸透を図るため、国や地方公共団体等が主催する工法説明会や展示会などへ機会ある毎に参加し、工法紹介のプレゼンテーションやブース出展等を通じて、積極的な普及促進に努めると共に、建設関係の出版物への広告を掲載するなど広範な活動を行っています。

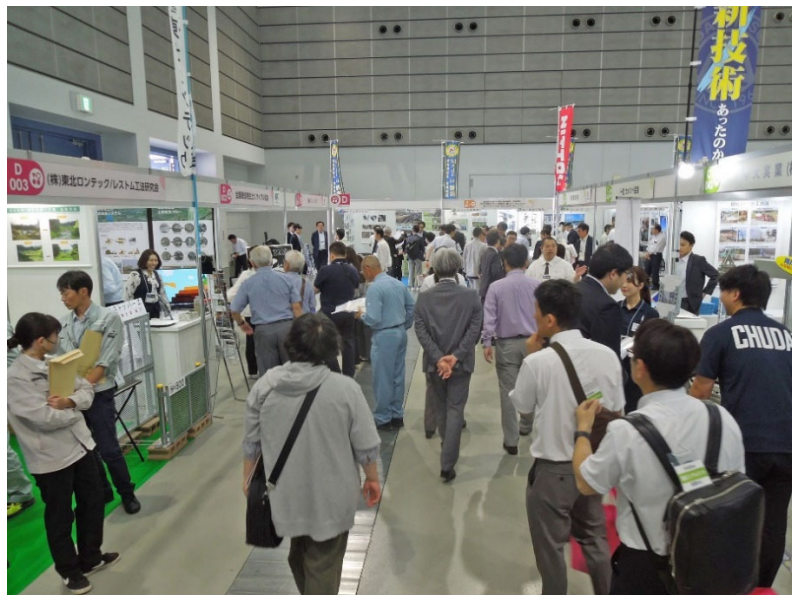
2 令和七年度の主な活動

(1) 工法説明会・展示会活動

① 「E E 東北 '25」(国土交通省東北建設事務所内「E E 東北実行委員会」主催)

2025年6月4～5日「夢メッセみやぎ(仙台市)」において新技術や新工法、その他最新の建設技術を公開、普及を図る場として開催されました。

今年の来場者は、2日間18,300名(前年度比+1,200名)でした。



展示会場内の状況

DKボンド工法ブース出展

出展技術については今年度「設計・施工」380技術、「維持管理・予防保全」335技術、「防災・安全」160技術、「その他」77技術となり、合計4分野で384企業・団体が952技術で出展参加されていました。

「防災・安全」の技術分野である当協会の展示ブースには、施工方法や施工効果などの解説や東北6県での各施工地及び史跡名勝地の施工などを説明したパネルその他を展示しました。



展示ブース
の状況

当ブースには宮城県内外の建設コンサルタント、行政、建設業関係者など137人が訪問されました。名刺交換（107人）を行った方を始め、来訪者には各種資料（リーフレット、パンフレットや冊子等）を200部近く配布して、丁寧に工法の概要等を説明することができました。また、うちわ・タオルなどの記念グッズを配り、工法の普及宣伝に努めました。

② 「けんせつフェア北陸 2025 in 新潟」(主催 国交省北陸地整ほか)

10月1、2日 「新潟市産業振興センター」(新潟市中央区鐘木 185・10)

石川県、富山県の3県持ち廻りで新技術、新工法の展示・紹介する場として開催されています。今回は新潟県において、過去最多の176企業・団体が出展し、528技術が集結しました。



展示会場内
の状況

工法展示ブース



③「建設技術フェア 2025 in 中部」(国交省中部地整・名古屋国際見本市委員会ほか主催)

12月4、5日 「ポートメッセなごや」(名古屋市港区金城ふ頭2丁目2)

DKボンド工法ブース出展

今回は「まるっとけんせつ界限 # まっとうでよ」をコンセプトに開催されました。「DX・i コンストラクション」や「防災・安全安心」「維持管理・予防保全」「環境・リサイクル」の5分野の他、「学生ひろば」など前回を上回る427企業・団体が出展し、2日間で23,523名(前年度+5,242名)の来場者がありました。

岩接着DKボンド工法は「防災・安全安心」技術として工法の特長や施工箇所の状況を解説するパネル展示のほか、馬瀬建設の二村さんが「巨岩の落石対策」～景観に配慮した落石予防工～と題してプレゼンテーションを行いました。

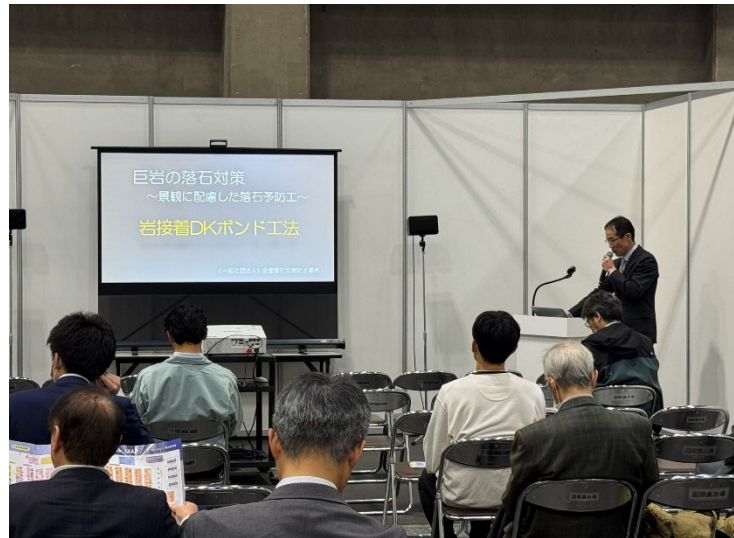


展示の状況



工法模型

プレゼンテーション の状況



プレゼンテーションは、工法の概要として巨岩、高所岩への適用や景観保全性などの特長から、現在、施工実績として全国4千箇所を超えており、中部地域での施工事例は多様で、根固工や亀裂接着、石積補修や構造物補修、文化財補修などがあり、施工に係る景観への配慮として、施工跡の修景についても現況に応じた多様な作業に取り組んでいると説明されました。

④ その他

「第60回地盤工学研究発表会」(下関市生涯学習プラザ 2F 学習室)

本協会総会においてご講演戴いた岐阜大学の小出さんが、地盤工学会会員の沢田先生と共に「第60回地盤工学研究発表会」(7月22～25日)に参加し、総会の講演と同様に「3成分小型加速度センサによる安全な落石危険度振動調査」と題して発表されました。会場には本協会技術委員長の第二建設赤沢健氏、本協会理事で技術委員の馬瀬建設森本翔太郎氏も出席されました。

発表内容は、岐阜県下呂市のがんだて公園での調査結果において、落石危険度振動調査法に3成分小型加速度センサの適用が可能であるとして、今後とも更なる検討を行い、最終的には危険度判定の自動化を構築し、精度向上と安全かつ実用性の高い手法の確立を目指すとなりました。



地盤工学研究
発表会の状況

「加速度計振動調査研究発表会」(岐阜県下呂土木事務所)

9月22日には下呂市内の県土木・農林事務所や市役所の職員など約30名を

対象として、上記内容に係る研究発表会が岐阜大学吉川先生・小出さん、馬瀬建設(株)森本社長などによって行われ、DK 工法のアピールの場になりました。

発表会終了後には計測地のがんだて公園において、優れた計測制御技術を持つ東海テクノセンター(株)と数値解析事業を手掛ける IT 企業の(株)中電シーティーアイの」2 社に計測の現状を説明されていました。

当該計測地は別の調査結果から「不安定」と判定され、来年度に岩接着工事が実施されることになっており、施工後に行う振動調査によって「安定」という判定結果が出れば、DK 工法の評価が更に高まる可能性があります。



下呂土木事務所
での発表状況

(2) 広告宣伝活動

従来通り、広告媒体として次の建設専門誌に特化し、官公庁のほか建設関係などの読者への工法の拡散を期待して、広告宣伝活動を実施しています。

- ① ものづくり技術データベースサイト「イプロス」工法紹介 1～12 月配信
- ② 日経コンストラクション「インフラ構築・管理 2025 年度版」 4 月広告掲載
- ③ (一財) 経済調査会「積算資料 (公表価格版)」 6 月広告掲載
「斜面・法面对策工法ガイド」記事及び特集広告
- ④ 日経コンストラクション「設計・施工ガイド 2025 上期」 6 月広告掲載
- ⑤ 日経コンストラクション別冊「NETIS 登録技術」 7 月広告掲載
(DK 工法は掲載終了技術として)「詳細紹介技術」及び「工種別ガイド」
- ⑥ ものづくり技術データベースサイト「イプロス」特集コラム欄 9 月配信
- ⑦ 建設工業調査会「ベース設計資料／工法案内」2025 前期版 9 月広告掲載
(今後の予定)
- ⑧ 建設物価サービス「資材・工法データシート」2026 年 1 月広告掲載
- ⑨ 日経コンストラクション「設計・施工ガイド 2025 下期」 1 月広告掲載
- ⑩ 建設工業調査会「ベース設計資料／工法案内」2025 年後期版 3 月広告掲載

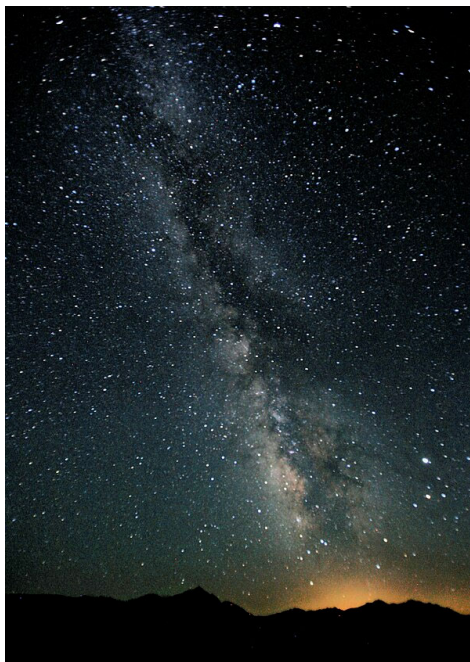
名作の泉

今日まで古今東西の名作、名著と呼ばれる文学作品が数多く存在しています。

これらの作品について、ストーリーを追いかけていく中で、作者の想いに触れ、感じ取り、原作への理解を深めていきたいと思います。

今回登場する「名作」は宮沢賢治の「銀河鉄道の夜」です。孤独な少年が親友と銀河巡りの鉄道旅をする中で、数々の出会いから旅の意味に気付く物語になっており、童話として書かれた作品です。

37歳で夭逝した作者が晩年まで推敲を繰り返した未完の作品でもあります。この機に宮沢文学の一端に触れてみて頂きたいと思います。



作品の舞台「天の川」 Wikipedia

「銀河鉄道の夜」

(第4次稿)

宮沢賢治 初出 1934年

作家 久井 勲

(岡山県在住)

○ 登場人物

- ジョバンニ 主人公。空想好きな少年、アルバイトを掛け持ち。
- カンパネルラ 副主人公。 ジョバンニの親友、裕福な優等生。
- お母さん ジョバンニのお母さん。病弱
- 姉さん ジョバンニのお姉さん。
- お父さん ジョバンニのお父さん。北の方へ漁に出ている。
- 牛乳屋の店員 ジョバンニに牛乳を直ぐに渡せず待つように言う。
- ニさん カトリックの尼さん。 瞳は緑色
- 学者と助手 発掘作業の指揮者。
- 鳥捕り 鳥を捕る人 食用に売る。
- 車掌 赤い帽子を被っている。
- 燈台守 鍵をもった人 乗客にリンゴを配る。
- 青年 かおる姉弟の家庭教師。氷山衝突のタイタニック号に乗船
- かおる 12歳の可愛らしい女の子。タイタニック号に乗船

- タダシ かおるの弟、6歳の黒い髪の子。タイタニック号に乗船
- 信号手 ゆるい服を着て赤い帽子を被り、赤と青の旗を持つ。
- 工兵大隊 河原で発破を行い、架橋演習中。
- マルソ ジョバンニの同級生。カムパネルラが川に入ったことを
 ジョバンニに知らせる。
- カトウ ジョバンニの同級生。川に落ちたザネリをカムパネルラが
 助けたときに、ザネリが捉まった生徒。

○ ストーリー

1 午後の授業

今夜は星祭の日だったので、先生は「天の川は何で出来ていると思う」と皆に質問した。皆が答えなかったので、ジョバンニが当てられたが、彼は答えられなかった。そこで、今度はカンパネルラが当てられた。カンパネルラは、本当は家でお父さん(博士)の持っている図鑑で、それをよく見ていたから知っていたのだが、ジョバンニへの気遣いから、同じく答えなかった。すると先生は、今度は自分から説明してくれた。「あれは、実は星の集りだ」と、それでもジョバンニは、それが本当かと受け入れられないでいた。

2 活版所

今夜の星祭では、青い灯を烏瓜に乗せて川に流すのが恒例となっている。下校時に同じ組の友人7、8人が烏瓜を取りに行く相談をしていたが、ジョバンニはそれには加わらず、まずは町の活版所にいった。彼は植字の仕事をしていたのだ。そこで言われた仕事をこなし銀貨1枚をもらった。そして、元気よく口笛を吹きながらパン屋で母親から言われていたパンと角砂糖を買った。

3 家

ジョバンニの家は裏町にあった。お父さんは漁に出ていて留守。お母さんは近頃、体具合が悪くて寝込んでいた。姉はさっき帰って来て用事をすませて外出していた。ところが牧場からの牛乳が届いていなかった。母とジョバンニの会話は、今夜の星祭りのことになった。「ぼく牛乳を取りながら見てくるよ」「ああ、行っておいで。川へは入らないでね」「ああ、ぼく岸から見ただけなんだ。一時間で行ってくるよ」「もっと遊んでおいで。カムパネルラさんと一緒なら心配はないから」

ジョバンニは「では一時間半で帰ってくるよ」と言いながら家を出た。

4 ケンタウル祭の夜

街燈の下を通り過ぎたときザネリに出会った。彼はいきなり「ジョバンニ、お父さんからラッコの上着が来るよ」と言った。でも、ジョバンニには言われた意味が分からなかったので呼び止めようとしたが、彼はもう通り過ぎて遠くに行っていた。

様々な灯りで飾られた街を通って行った。時計屋のショーウィンドウは、明るいネオンが点いていて、夢のような感じがした。星座盤や望遠鏡が置かれ、ジョバンニは我を忘れてそれに見入った。空気は澄みきってプラタナスの木には沢山の豆電球が点

いて、まるで人魚の都のように見えて。子ども等は「ケンタウルス、露をふらせ」と叫んで走ったり花火を燃したりして、楽しそうにしていた。

でもこんな道草を食っては居れなかった。彼は牛乳屋へ急いだ。牛乳屋では後からまた来て欲しいということだった。しばらく歩いていると友だちの声が聞えてきた。カンパネルラもいた。彼らは川へ行くとこだった。ジョバンニはそれに加われず、さびしい思いがしていきなり駆け出した。そしてジョバンニは黒い丘の方へ急いだ。

5 天気輪の柱

牧場のうしろの丘に登って大熊座の星を見ました。ジョバンニは星明かりの下、草の道を歩き、真っ黒な松や檜の林をすぎると、天の川が見え頂の天気輪の柱も見分けられた。ツリガネソウや野菊の薫りのする野原に横たわった。

町の灯は仄かに、子供の歌や声や口笛が切れ切れに微かに聞えた。すると汽車の音が聞えた。その小さな列車の窓が一行に小さく赤く見えた。彼はもう何とも云えず悲しくなり眼を空に上げた。今日、先生が天の川が星から出来ていると言ったが、彼にはそれがどうしても理解できず、ある野原の草花のようなものだと思えて仕方なかった。また、すぐ眼下の町の灯までも同じく沢山の星の集りかのように思えた。

6 銀河ステーション

彼は気がつく小さな黄色の電燈の車室に、窓から外を見ながら座っていた。すぐ前の席に背の高い子供が、窓から頭を出して外を見ているのに気が付いた。それは、カムパネルラだった。

カンパネルラ「みんな遅れてしまったよ。ザネリも。追いつかなかった」

ジョバンニ「じゃ、どこかで待っていようか」。

カンパネルラ「ザネリはもう帰ったよ。お父さんが迎えにきたんだ」。

カムパネルラはなぜか少し顔色が青ざめていて苦しそうだった。ジョバンニも、おかしい感じがして黙ってしまった。でもカムパネルラは、窓から外を覗いているうちにすっかり元気になった。

カンパネルラ「もうじき白鳥の停車場だ。ぼくは白鳥が好きだ。きっと見える」カムパネルラは丸い盤の形をした地図を見ていた。そこには停車場や三角標、泉水や森が、青や橙や緑や美しい光で散りばめられてあった。この地図はカンパネルラが銀河ステーションで貰ったものだった。ジョバンニは今居る処は此処だと、停車場の印の北を指した。青白く光る銀河の岸に、銀色の空のすすきが揺れて波を立てていた。

ジョバンニは、愉快になって天の川の水を見極めようとした。そのきれいな水はガラスよりも水素よりも透き通って、時々眼の加減かちらちら紫色の細かな波を立てたり、虹のようにキラッと光ったりしながら、声もなくどんどん流れて行き、野原にはあっちにもこっちにも燐光の三角標が、美しく立っていて野原は光っていた。

ジョバンニ「ぼくは、もうすっかり天の野原に来た。それにこの汽車石炭を焚いていないねえ」

カンパネルラ「アルコールか電気だろう」

きれいな汽車は青白い微光の中をどこまでも走って行った。

カンパネルラ「ああ、りんどうの花が咲いている。もうすっかり秋だねえ」

ジョバンニ「ぼく、飛び下りて、あいつを取って、また飛び乗ってみせようか」
カンパネルラ「もうだめだ。あんなに後ろへ行ってしまったから」
りんどうの花のコップが、湧くように、雨のように、眼の前を通っていった。

7 北十字とプリオシン海岸

カンパネルラ「おっかさんは、ぼくを許して下さるだろうか」。
ジョバンニ「ああ、そうだ、ぼくのおっかさんは、あの三角標の辺りに居て、
ぼくのことを考えているんだ」。と思いながらぼんやりしていた。
カンパネルラ「ぼくはおっかさんが幸いになるなら、どんなことでもする。
でも、一体どんなことが、おっかさんの幸いなんだろう」
カンパネルラは泣きだしたいのを一生懸命こらえているようだった。
ジョバンニ「きみのおっかさんは、なんにもひどいことないじゃないの」
ジョバンニはびっくりして叫んだ。
カンパネルラ「おっかさんは、ぼくを許してくれると思う」
と、カンパネルラはなにかを決心しているように見えた。
きらびやかな銀河の流れの中に一つの島が見えた。その島の平らな頂きに、立派な眼
も覚めるような白い十字架が立っていた。車室の旅人たちは、そちらに祈っていた。
カムパネルラの頬は美しく輝いていた。
島と十字架は、だんだん後ろの方へと移って行った。やがて、川と汽車との間は、
すすきの列でさえぎられ、そのすすきも、やがて見えなくなった。
ジョバンニの後ろには、いつ乗り込んできたのか、背の高いカトリック風の尼さん
が丸い緑の瞳をして、その祈りを聞いていた。旅人たちはしずかに席に戻り、二人も
胸いっぱい悲しみに似た新らしい気持ちを、何気なく違がった言葉で、そっと話し
合った。やがて白鳥停車場に着いた。

さわやかな秋だった。「二十分停車」という案内に、二人は改札口を出たが、電灯
一つあるばかりで駅長も誰もいなかった。先に降りた人たちも一人も見えなかった。
そして間もなく、あの汽車から見えたきれいな河原に来た。

カムパネルラはきれいな砂を一つまみ、手のひらに広げながら言った。
カンパネルラ「この砂はみんな水晶だ。中で小さな火が燃えている」
ジョバンニは、走ってその渚に行って、水に手をひたした。少し水銀色に浮いたよ
うに見え、その手首に当たってできた波は、美しい燐光をあげて、ちらちらと燃える
ように見えた。

川上を見ると、小さな五、六人のかげがあったので、そこへ行くと、白い岩に、
「プリオシン海岸」という標札が立って、向うの渚には細い鉄の欄干と木製のきれ
いなベンチも置かれていた。そこでカムパネルラが、クルミの実をひろった。左手の渚
には波が寄せ、右手の崖にはすすきの穂が揺れていた。

そこに一人の背の高い、ひどい近眼鏡を掛け、長靴をはいた学者らしい人が居て、
どうやら獣の骨を掘り出している考古学者のようだった。学者は太古のクルミや骨の
ことを説明してくれた。発車の時間がきたので、汽車に遅れないよう二人は風の方
に走って、もとの車室の席に座った。

8 鳥を捕る人

一人の赤ひげの大人が乗ってきて、隣の席に座った。二人を見ながら行き先を訊いたので、ジョバンニが「どこまでも行くんです」と答えると、彼は、それに合わせて「それはいいね。この汽車はどこまでも行きますぜ」と言った。カンパネルラが彼の行き先を訊くと、彼はすぐ其処までと言った。彼は、鶴や雁や鷺や白鳥も捕まえると言って、獲物を二人に見せた。

ついでに、その獲物を押し葉状に加工したものを貰って食べた。獲物を吊るしたり砂に埋めたりしておく、水銀が蒸発して食べられるようになる、と言う。そう言ったかと思うと、鳥捕りは急に汽車の外に出て鳥を捕り、そして再び汽車の内に現れた。

獲物は二十匹ばかり。彼は二人に訊いた。「あなた方はどこからきたんです」しかし二人はこれに対し答えようにも、答えが見つからなかった。「ああ、遠くからですね」と、鳥捕りは雑作なくうなずいた。

9 ジョバンニの切符

天の川のまん中に黒い大きな建物アルピレオの観測所があり、その屋根に宝石がくるくると回っていた。銀河という形もなく、音もない水に囲まれて、その測候所は眠っているように静かに横たわっていた。そのとき、三人の席に車掌がきて「切符を見せ」と言った。

鳥捕りは切符を見せたが、ジョバンニは困ってもじもじ。カムパネルラはねずみ色の切符を出した。ジョバンニはすっかり慌てて、とにかく四つに畳んだ緑色の紙きれを見せた。すると車掌は「これは三次空間からの切符ですね。いいでしょう。南十字へ着くのは、次の第三時ころです」。切符をジョバンニに渡して向うへ行った。

二人がその切符を見ると、見慣れぬ字が書かれてあり、見ていると吸いこまれそうになった。鳥捕りは、これはどこへでも行ける通行券だ、と驚いて叫んだ。ジョバンニは赤い顔をしながら、それを隠し（ポケット）に入れた。

鷺の停車場に着いた。

ジョバンニは、なんだか訳も分からずに俄かに、となりの鳥捕りが気の毒でたまらなくなりました。そんなことを考えていると、いつの間にか彼は居なくなりました。不思議に思って窓の外を見ても居なかった。

美しい砂子と白いすすきの波ばかりだった。ただ何だかリンゴの匂いがした。そこへ黒い髪の子の六つばかりの男の子(タダシ)と、十二ばかりの眼の茶色な可愛らしい女の子(かおる)、それと黒い洋服をきちんと着た青年が立っていた。男の子は「ぼく、大姉さんのところへ行くんだよう」と言い、女の子は両手を顔に当てて泣きだした。青年は悲しそうな顔をして、彼らの父親や姉が後から来ることや、母親がどんなに永く待っているか、などの話をしていた。

すると、向かいの席の燈台守が「どちらから来たのですか」と訊いた。子供たちの家庭教師である青年は、自分たち三人が乗った船が氷山にぶつかって沈んでしまい、水に落ちて二人を抱いてボォーとしていたら、ここに来ていたのだと言う。姉弟の母親は一昨年亡くなったそうだ。彼らは、今のことを神さまへ話に行きたいと考えていた

ジョバンニもカムパネルラも眼が熱くなった。燈台守は「何が幸せかわからない。峠の上りも下りも、ほんとうの幸福に近づく一歩ずつですから」と、二人を慰めながらリンゴを配ってくれた。「ああそうです。ただ一番の幸いに至るために、いろいろの悲しみもみんな思し召しです」と、青年も祈るように答えた。

汽車は進んだ。青年はジョバンニたちの方をちょっと見て、リンゴを一つずつ取ってくれた。「あ、孔雀が居るよ」とかおるが言った。島のまん中に赤い帽子を被った信号手が赤と青の旗をもって空を見上げて振っていた。渡り鳥へ信号を送ってるようで、そういうことをアンパネルラは、かおるに話していた。

ジョバンニは火照って痛い頭を両手で押さえるようにして、（ああ本当にどこまでもどこまでも僕といっしょに行く人はいないだろうか。カムパネルラだってあんな女の子と面白そうに話しているし、僕は本当につらいなあ。）ジョバンニの眼は涙が溢れ、天の川もまるで遠くへ行ったようにぼんやり白く見えるだけだった。

そのとき汽車は、だんだん川から離れて崖の上を通るようになった。窓の外は一面とうもろこし畑だった。それを過ぎるとコロラドの高原のようなところに来た。

しばらく行くと、川の向かい岸が赤くなって火が燃えていた。「さそりの火」だと言う。女の子が父から聞いたと言う蠍の猛毒にまつわる話をした。その内容は、多くの虫を猛毒で殺して食べていた蠍が、ある日イタチに追われて井戸に落ちたとき、自分の罪を反省し、神に救いを求めた。蠍は死んでしまったが、自分の身を焼いて他者を照らすことで、蠍の魂は救われたというものだった。

様々な駅を通過して、サザンクロスにやってきた。青年は他の二人に降りるようにいったが、タダシは降りたくない駄々をこねた。でも彼らは神様のもとに来なければならなかったのだ。やがて3人は降りた。ジョバンニは、ああーと、深く溜め息をした。

「カムパネルラ、また僕たち二人きりになったねえ、どこまでも、どこまでも一緒に行こう。僕はもうあの蠍のように本当にみんなの幸いのためならば、僕の体なんか百遍焼かれてもかまわない」。

「うん僕だってそうだ」カムパネルラの眼にはきれいな涙が浮かんでいた。でも、しばらく経って、ジョバンニは「けれども、本当の幸いってなんだろう」と、独り言を漏らした。

カムパネルラが天の川の一所を「石炭袋だ、空の孔だよ」と、指さして言った箇所は不思議な闇だった。ジョバンニが「僕もうあんな大きな闇の中だってこわくない。きっと、みんなの本当の幸いをさがしに行く。どこまでも、どこまでも、僕たち一緒に進んで行こう」と言うと、カムパネルラも言った。「ああ、きっと行くよ。あの野原はなんてきれいなんだろう。みんな集ってるね。あそこがほんとうの天上なんだ。あっ、あそこにいるのぼくのお母さんだよ」

ジョバンニは眼を開いた。もとの丘の草の中に疲れて眠っていたのだ。天の川もやっぱりさっきの通りに白くぼんやり掛かっていた。家で待っているお母さんのことが胸いっぱい思い起こされてきた。今朝、配達を忘れられていた牛乳も牧場で受け取って一目散に家へ急いだ。

ところが、町かどに人が集って橋の方を見ながら、ひそひそ話をしていた。「子供が水へ落ちた」といって騒いでいたのだ。途中でマルソに出会った。彼が言うには、その子供とはカムパネルラのことだった。「ザネリが舟の上から烏瓜の灯りを、水の流れへ押そうとしたとき水へ落ちた。すると今度はカンパネルラがそれを助けようとして自分が落ちてしまった。ザネリは助かったけど、カムパネルラの姿が今も見えないんだ」。

ジョバンニは思わずかけよって、カンパネルラのお父さん「博士」の前に立った。すると、博士は「ジョバンニさん、今晚はありがとう」と言ってくれた。ジョバンニは何も言えず、ただお辞儀をした。博士は堅く時計を握ったままジョバンニに「あなたのお父さんが漁から帰ってくるのが遅れているらしいが、きっと帰ってくるよ」と話し掛けてくれた。そして、「ジョバンニさん、あした放課後みなさんとうちへ遊びに来てくださいね」と、そう云いながら博士はまた川下にじっと眼を送った。

○ ある感想

ジョバンニの「本当にみんなの幸いのためならば、僕の体なんか百遍焼かれてもかまわない」。カンパネルラは「うん僕だってそうだ」と答える。「けれども、ほんとうの幸いってなんだろう」とジョバンニ。これは永遠のテーマだろう。この作品のテーマはここに尽きる。

(参考)

小説の舞台は、Wikipedia では宮沢賢治の故郷にあった旧岩手軽便鉄道沿線風景をモデルにしているとのこと。

「銀河鉄道の夜」は、暗い丘の上（銀河ステーション）から天の川銀河に沿って、北十字（白鳥座）を経て南十字（サザンクロス）で終わる北から南に向かう星巡りの旅でした。

賢治は、岩手県を南北に流れる北上川水系の支川（猿ヶ石川）沿いに走る岩手軽便鉄道に、天の川銀河に沿って走る銀河鉄道の姿をイメージして、岩手の美しい風景とダブらせて銀河の輝きを表現したと考えられています。

「銀河鉄道の夜」は、宮沢賢治独自の「造語」によって幻想的な世界観を描き出しています。それらの幾つかを、その解説と共に紹介してみます。

「銀色の空のすすき」

天の川銀河の光の瞬きを、風に揺らぐ草原のすすきの穂の群生になぞらえて表現しています。

白鳥座など星までの距離を三角測量（年周視差）で算出した話題から、星を測標に見立てています。

「燐光の三角標」

「月長石でも刻まれたようなすばらしい紫のりんどうの花」

星々を草原のすすきに寄り掛って咲

いている青紫色のりんどうの花を、薄青色に輝くムーンストーンで表現し、さらに筒状化でもあることから「りんどうの花のコップ」とも表現しています。

「北十字」

「その島の平らないいただきに、立派な眼もさめるような、白い十字架がたって、…(中略)…すきとした金いろの円光をいただいて、しずかに永久に立っているのです。」

北十字と称される白鳥座の星々の配置から白い十字架と表現しています。また、銀河の星々を河原の砂礫に例え「この砂はみんな水晶だ。中で小さな火が燃えている。」「河原の礫はみんなすきとおって、水晶や黄玉（トパーズ）、青白い光を出す鋼玉（青、黄、緑、赤色などの鉱物）やらでした。」と表現します。

「アルビレオの観測所」

「眼もさめるような、青宝玉（サファイア）と黄玉の大きな二つのすきとおった球が、輪になってしずかにくるくるまわっていました。…(略)」

白鳥座の嘴の先端に位置するアルビレオは、金色の三等星と青色の五等星の二重星で互いに交転しており、「天上の宝石」と呼ばれています。天の川の中にあるため、銀河を流れる水の速さを測る器械になぞらえて表現しています。

「双子のお星さまのお宮」「さそりの火」

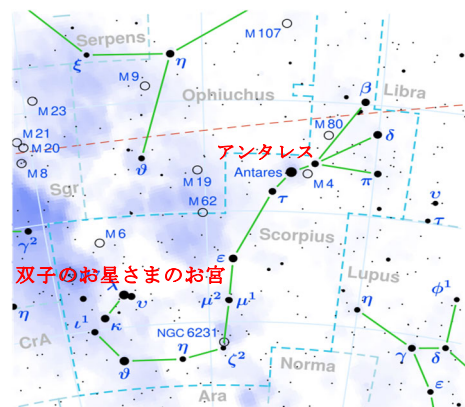
「右手の低い丘の上に小さな水晶でもこさえたような二つのお宮が並んで立っていました。」

双子のお星さまは、天の川に沿って夏の南の空に大きなS字型に横たわる「さそり座」の尾部に位置し、肉眼で見える二等星シャウラと三等星レサートの二

重星であると解説されています。

「川の向こう岸が俄かに赤くなりました。……ルビーよりも赤くすきとおりにリチウムよりもうつくしく酔ったようになってその火は燃えているのです。」「さそりの火だな。」

「さそり座」の心臓部に位置し最も明るく（太陽の4万倍以上の明るさ）、赤く輝くアンタレスという一等星の恒星を表現しています。直径は太陽の680倍で温度が低く「赤色巨星」と呼ばれ、星の寿命が終わろうとしている星です。



さそり座 (Wikipedia 画像)

「南十字」「石炭袋」

「(略)…青や橙やもうあらゆる光でちりばめられた十字架が…(中略)…青白い雲がまるい環になって後光のようにかかっているのです。」

「南十字座（サザンクロス）」は春の沖縄などでしか見られない星座で、天の川の中に一等星を2つ持つ4つの星が十字架の形で並んでいます。

「あ、あそこ石炭袋だよ。そらの孔だよ。」

南十字座のすぐ側に天の川の一部を隠すように「暗黒星雲」があり「石炭袋」と呼ばれます。

温度の低い高密度の星間ガスや宇宙塵が集まり、背後の星などの光を吸収している部分になります。

「地震現象について」(第四回)

今回は、「地震現象について」の第2部「地震波・地震動」(その3)として、地震動の減衰と増幅などについて学習していきます。

第2部 「地震波・地震動」(その3)

第2部「地震波・地震動」

1. 振動とは
2. 地震波・地震動の特徴
3. 異常震域
4. 地震動の減衰と増幅
5. 共振現象

前回の学習室では地震の揺れが**震源特性**、**伝播経路特性**、**地盤特性**の3つの特性で決まることを学習しました。**震源特性**は地震が発生した時点で、どのような周期や周波数成分を持った揺れであるかを表しています。**伝播経路特性**では例えば、プレート内を地震波が伝播するとエネルギーが減衰し難く、**マントルウェッジ**(沈み込む海洋プレートの上位にあるマントル)内や**火山帯直下**を通過すると、減衰し易くなることです。また**地盤特性**は表層地盤の影響によって地震動が増幅されることであり、地盤が軟らかいと揺れが大きくなる現象を表しています。

このように地震波が伝わる際には、振幅の減衰や増幅が発生します。この「**減衰**」や「**増幅**」の現象について学習します。

4. 地震動の減衰と増幅

減衰は、振動することでエネルギーのロスが発生し、振幅が次第に小さくなることであり、やがて静止することです。減衰が大きいと振動

が小さく早く収まります。なお、減衰していても振動の周期は変わりません。

一般に、震源から遠くなるほど減衰が大きくなります。地震波が地盤を伝播するにつれてエネルギーを失うこの現象は、地震波エネルギーが伝播距離につれて拡散することに関係していると説明されています。

このように伝わってくる間に発生する減衰を「**距離減衰**」と言います。そして振動の大きさは、土質、地層、地下水、周波数(周期)、振動方向、障害物などによって影響を受けます。

(土質による減衰)

地震波の伝播経路において、地震波が伝わる媒質(地盤)によって影響されます。土の塑性変形の進展に伴う効果によって、硬質な地盤よりも軟質な地盤の方が減衰は大きく、震源からの距離が等しくても媒質の硬軟によって地震動の大きさに差異が現れることになります。

土質の減衰定数は、一般に0.01~0.04の範囲にあると言われます。

(周期による減衰)

短周期の地震波ほど早く減衰し、また伝わる速度が大きい地盤(固い地盤)ほど減衰量が小さいとされており、特に、短周期成分は減衰が大きいと、軟質な媒体を通過した地震波は長周期成分が主体となり(卓越)、硬質な媒体を通過してきた地震波は短周期成分が卓越するとされています。

同様に震源からの距離が長いほど相対的な長周期成分が大きくなり、直下型などの震源に近い地震は距離が短いことから、短周期成分が大きくなります。

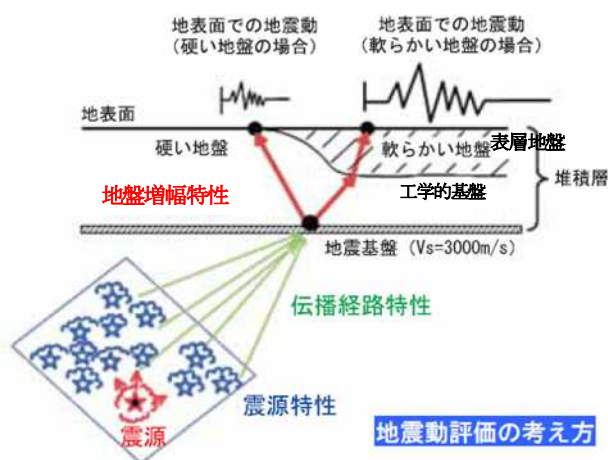
なお、地盤が持つ固有の周期(卓越周期)に近い周期の振動が加わると、共振することにより距離減衰量が小さくなります。

(障害物による減衰)

主要な地震波が地表に沿って伝播してくるため、溝や壁などがあれば遮断(防振溝, 防振壁)されて、振幅が小さくなることがあります。

伝播距離に伴い減衰する距離減衰は、地震波の伝播による波面の拡大に起因する部分を「幾何減衰」と呼ばれています。

幾何減衰を除いた部分は、伝播距離或いは伝播時間と共に指数関数的に減衰すると説明され、最終的に地中岩によって音や熱エネルギーに変換する部分「内部減衰」と、地下の不均衡構造により直達地震波が散乱波になる部分「散乱減衰」の2つの効果に起因する部分があると言われます。共に地震動の振幅を規定する重要な要素であり、また、散乱波は地震動の継続時間を長くする効果を持っています。



地震動の特性

一方、地震波の増幅については、その要因として地表付近の地盤の状況に大きく影響され、特に軟弱地盤において振幅の増幅現象が顕著になります。

断層で発生した地震動は前図のとおり、震源断層 → 地震基盤 → 工学的基盤 → 地表 のように途中に地震基盤と工学的基盤を介して地表に伝播していると考えられています。

震源断層から地震基盤までは地震動が空間的に広がり、拡散する挙動で距離減衰が支配的な現象となります。地震基盤以降では拡散せず波動は一方向に進行し、地震基盤から工学的基盤までは一方通行の過程で、この間で地震動が増幅するとされています。

(地震基盤と工学的基盤)

一般的に揺れが増幅する大きさは、地盤の特性により大きく変化するため、強震動を予測する場合には、「地震の影響を大きく受けにくいところ」までの地震動を、地震のマグニチュードと震源距離で設定し、さらに地盤の増幅特性を別の方法で評価すると説明されています。

「地震の影響を大きく受けにくいところ」を地下の一定の深さに面的に想定されており、この面を「地震基盤」と呼ばれています。

震源からの距離がそれほど違わなければ、地震基盤に入射する波は何処でも同じと考えられており、具体的には、地表から深さ十数kmまでの地殻のS波速度は、平均3~3.5 km/秒とほぼ一定であるため、地殻最上部のS波速度3 km/秒の地層を地震基盤としています。

しかし、実際には地下深部の地震基盤の深さまでの情報が少なく、地震動特性の評価が困難であるため、地震基盤より浅いS波速度 300~700m/秒の地層を「工学的基盤」として、豊富な観測記録により地震動の設定を行い、各分野における設計を容易にしているとのこと。

震源断層から伝わってきた地震波は、表層地盤を介して地表に伝わり地震動となりますが、一般的には硬い地盤ほど揺れの増幅は小さく、軟らかくなるに従い増幅が大きくなり、地盤の揺れ方に特徴が現れます。

また、表層地盤の形によっては、硬質な地盤から入射した地震波が増幅し、大きな地震動を起こすことも指摘されています。

(S波の増幅)

S波の速度は、地表近くなるに従い遅くなります。岩盤・地層の硬さ(剛性率)の平方根に比例し、硬い岩盤では秒速3km程度、締まった洪積層で500m程度、沖積層のような軟らかい地層では100~200mほどになります。

硬い地盤の上に軟らかい地盤が存在するような地層構造の場合には、震源から伝播する地震波速度の低下に伴い増幅現象を起こし、その度合いは地盤の硬さと軟らかさの差が大きい程、大きくなります。

速度が遅くなると波動のエネルギーが集中して増幅することになります。即ち、速度が遅いということは、1周期の間に波が進む距離(波長)が短くなるということ(波の速度=波長/周期)であり、波長が短くなるぶん振幅を増大させて、一つの波長に含まれるエネルギーを一定に保持しようとしします。従ってS波速度の遅い表層地盤の堆積層や軟弱地盤ほど増幅することになります。

また、S波(SH波)は堆積層と基盤の境界及び地表で重複反射を起こし、多くの波が次々と地盤に詰め込まれ、硬い基盤に出られず重なり合い、揺れが強くなると言われています。

反射波の位相は入射波と同じ(波の山は山で返され、谷は谷で返されます。)であるので、入射波と反射波が重なると振幅は2倍、即ち地震動が2倍になると考えられています。

さらに、地表で反射して下に向かう波は、速度が異なる層に達すると、その境界で弾性定数の違いにより、かなりの割合で反射し再び上昇して、戻ってきた波が次に来た波と重なり合うと特定の周期の波が卓越し、揺れがどんどん増幅していきます。地盤が軟弱なほど反射する量が多くなり、地下逸散による減衰が少なくなり地表には多くの振動エネルギーが溜り、地震動の継続時間が延びることになります。

(P波の増幅)

P波速度は深さ方向に余り変化せず、表層では1500m/秒程度ですが、この速度は水を伝えるP波速度と一致しているため、地下水で概ね飽和していると考えられる表層地盤では、P波は余り増幅しないとされています。

但し、不飽和の状態や地下水面よりも上部の地盤では、P波速度が落ち増幅されると言われています。

また、P波が下方から媒質境界面に入射すると、P波だけでなくS波(Sv波)の屈折波、反射波も生成する(P S変換波)と説明されています。

(波の干渉、反射)

波の性質として、2つの違う波の山と山が重なって振幅が打ち消されることや、山と山、谷と谷が重なって増幅されることを波の干渉と言います。例えば、2つの波源からの距離の差が波長の整数倍のときには増幅します。

さらに、波が伝播していくときに媒質の境界面において跳ね返ることを波の反射と呼びます。

異なる媒質の境界面で波は反射と屈折により、その進行方向を変えます。媒質の境界面で反射したときは、反射波は入射時と同じ媒質中を進むので、伝播速度や波面の間隔は変わらず、入射角と等しい角度で反射します。(反射の法則)

なお、媒質の境界面には「**水と空気の境界面**」、同じ空気中でも「**温度が急変する境界面**」があるほか「**地質の変化する境界面**」など様々な状況があります。

(不整形性による地震動特性)

地形的な特性、即ち盆地構造などの不整形地盤において、地震動振幅の増幅を生じることが報告されています。

兵庫県南部地震（1995 年）による被害の特徴として、海岸線に沿った東西に細長く広がった「震度 7 の**震災の帯**」が話題になりました。この帯状地の直下には活断層がなく、基盤岩が六甲山裾において地表面から 400～1000m の落差で急激に落ち込む地形構造が明らかにされ、当該箇所の強震動を「**エッジ効果**」や「**なぎさ現象**」などと名付け、波が沖合より岸辺近くで大きくなるように、地震の際に硬い地盤に近接した軟弱地盤上での狭い領域ほど震動が大きくなる現象であると説明しています。

このような不整形地盤に震源から実体波として伝播すると、当該地盤の端部（エッジ部）で表面波に変換されて水平方向に伝わります。この波と地盤中を鉛直方向に伝わる実体波とが干渉し、エッジ部となる帯状地で異常に増幅したということになるようです。

熊本地震（2016 年）時には盆地端部などの段差構造箇所において、基盤と堆積層の境界で軟弱な地盤そのものがレンズの働きをして、地震波が軟弱地盤の方へ屈折し、集中して増幅する「**レンズ効果**」や実体波、表面波及びそれら同士が増幅的干渉する「**エッジ効果**」などの地震動特性が見られたと言われます。

(地形効果)

地震時の揺れの違いは、上記のような地盤構造の違いによる他に、「**地形効果**」と呼ばれる

影響因子があります。

一般に斜面を有する地形では、斜面上部は揺れ易く、斜面下部では揺れ難いと言われます。

この斜面の存在による地震動増幅効果は、一説では約 30% の増幅と言われていますが、その影響範囲は極めて広く、斜面高さの数十倍に及ぶとされています。

地震観測結果の例では、地震時において洪積層台地中央部の揺れに比べると、沖積層低地の揺れは大きく、揺れ方も異なっているが、それにも増して台地斜面上部では、震動が極めて大きくなっており、そして、このような大きな震動が現れる領域は、斜面付近に限定されるとの報告があります。

また、地震時には山腹崩壊が凸状地形で起こり易いという特有の傾向があります。その理由としては、凸状地形での地震波の増幅にあると言われます。

この増幅効果は凸状部分における共振作用、或いは伝播してきた地震波が、地表面で反射し凸状地形の頂部に集中することに因るものと説明されています。

5. 共振現象

物体を揺らしたときに発生する振動は、物体の状態（形状や種類など）が同じであれば、最も揺れ易い一定の決まった周期になります。

例えば、長いロープのブランコを揺らすと、ブーラン、ブーラン揺れ、揺れる周期は長い。一方、ロープを短くしたブランコを揺らすと、キコ、キコ揺れて周期は短い。次に、短い周期（又は長い周期）のブランコを強く漕ぐと大きく揺れ、ゆっくり漕ぐと余り揺れないが、それぞれの周期は常に同じになります。このようにロープの長さに応じて揺れる周期は、そのブランコ固有のものです。これを「**固有周期**」と言い、このような振動を**固有振動**と呼びます。

このとき、揺れの周期に合わせて同じ方向にタイミングよく周期的に次々、力を加えていくと、加える力の大きさによって、揺れがどんどん大きくなっていきます。これが、固有周期で揺れているブランコに、揺れと同じ周期の力が加わることによって発生する「共振現象」です。

(卓越周期)

地盤の場合は地盤が軟らかいほど、また層厚が厚いほど、固有周期は長くなります。

地盤に伝播してくる地震波には、様々な周期の波が重なっていますが、その地盤中に伝わり生成される頻度が最も多い波の周期(卓越周期)と、地盤の固有周期が一致すると、共振現象が生じて地震動のエネルギーが無駄なく取り込まれ、地盤は大きく揺れます。

地震波による共振を考慮するときには、この卓越周期を考えることになります。

地震波は、前述のように様々な周期の波が重なって伝播してきます。通常地震で多いのは0.5～1.0秒ほどの周期です。

伝播する波の中に地盤の固有周期と同じ周期の波が多く含まれると共振現象を起こします。

地盤の固有周期には、概ね、岩盤0.1秒、洪積層0.2～0.3秒、沖積層0.4～1秒であるため、沖積層のような軟弱地盤は共振現象により大きく震動します。

地盤が軟らかく、また厚くなるに連れて固有周期は長くなり、さらに、その周期範囲も大きくなって広い範囲の地震波が共振することになり、また、この地盤の固有周期と建物の固有周期が一致すると、建物は地盤振動のエネルギーを取り込み、共振現象によって揺れは激しさを増し、建物自体の強度が限界を超えた場合には、倒壊してしまいます。なお、建物の固有周期には、木造0.3～0.6秒、10階建てRC構造(鉄筋コンク

リート造)0.6～0.8秒、10階建てS構造(鉄骨造)1～1.2秒とされています。

共振現象が際立って現れた例は1985年メキシコ地震(マグニチュード8.1)による被害があります。メキシコ市域は湖底を干拓した土地で盆地状の基盤の上に、数十mの厚さの軟弱な湖成層が堆積しています。地震時、この軟弱層に入力した地震動エネルギーが散逸せずに層内に蓄えられ、卓越周期2秒ほどの地動となり、10階建て前後のRC構造ビルと共振しました。

階層が異なるアパートビル群では、5階の建物は無被害、8階の場合は軽微な損傷、14階のビルは崩壊し、21階では大破するといった選択的被害が発生しています。

(短周期・長周期地震動による共振現象)

共振現象の発生に関わる地震波周期、地盤や建物の状況などの関係については、以下のような説明があります。

一般に、活断層によって起こる直下型地震では地震動の周期が短く、海溝型地震での周期は長くなります。

また、地盤の硬軟によって固有周期は異なり、伝わり易い周期が異なってきます。

周期が長い波ほど減衰し難く、長距離を長時間伝わります。地震動を伝える地盤が固いほど周期が短い波を伝え易くなります。山地などの地盤は堅固で、短周期の波が伝わり易く山上の岩塊を大きく揺らします。

地震による建物の被害には、建物自身が持つ揺れ易さの性質のほかに、地震動の性質やその地盤が伝え易い振動などの特性に影響されます。

周期と被害の関係については、一般には剛性が高く低層の建築物ほど固有周期は短く、短周期の多い直下型の地震と共振し易く、大きな被害を受け易い。逆に、剛性が低く高層の建築物の方が固有周期は長くなり、長い時間の長周期

の地震動と共振し易く、被害を受け易くなってしまいます。

この長周期の地震動は、減衰し難く遠方まで到達し、大規模の地震に多く含まれると言われていますが、近年、「スロースリップ」と呼ばれる現象でも長周期を発生していることが明らかになっていて、東海地方や四国地方では繰り返し発生していることが知られています。

スロースリップは「スロー地震」とも呼ばれ、プレート境界の断層がゆっくり動く現象で、殆どの場合、有感地震を発生することはないものですが、巨大地震の震源域に与える影響などスロー地震との関係性が指摘されています。

地震動は周期別に6つに区分されています。

「極短周期地震動」

周期が0.5秒以下の地震動、屋内の家具や物などが最も揺れ易い周期の地震動

「短周期地震動」

周期0.5～1秒の地震動、「やや短周期地震動」を含めて区分する場合があります。

「やや短周期地震動」

周期1～2秒の地震動、木造家屋や非木造中低層建築物が最も揺れ易い地震動

「やや長周期地震動」

周期2～5秒の地震動、巨大なタンクや鉄塔、中規模中層建築物が最も揺れ易い地震動

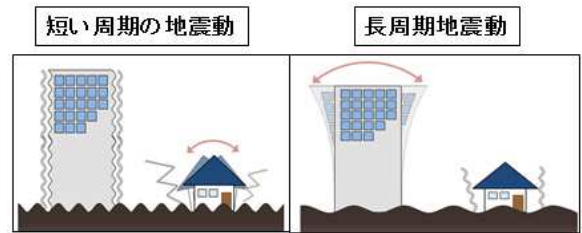
「長周期地震動」

周期5秒以上の地震動、「やや長周期地震動」を含めて区分する場合があります。

高層建築物や超高層建築物が最も揺れ易い地震動

「超長周期地震動」

周期数百秒以上の地震動、地球全体が最も揺れ易い地震動



(Wikipedia 画像)

震度が同じでも地震動の周期特性によって人の感じ方や建物被害が大きく違ってきます。

震度6弱程度の地震では、「短周期地震動」が人には強い地震と感じますが、建物には被害が無いとされています。一方、「やや短周期地震動」は、人には強い地震と余り感じないが、一般の古い木造や中低層のRC構造の建物は倒壊し、超高層建物はビクともしないということです。「やや長周期地震動」は、人には殆ど感じないと共に、一般の建物には被害が無いと言われます。しかしながら、超高層の建物では震度が中程度の4以下でも、激しく揺れることになります。

「やや長周期地震動」及び「長周期地震動」は、平野や堆積盆地での発生が危惧されており、そのときの地震動周期は盆地などの大きさにより関東平野7秒、大阪平野5秒、濃尾平野3秒程度とされています。

怖い地震と言われるのは、「長周期地震動」や大きな震度を記録する「極短周期地震動」などではなく、周期1～2秒といった少しゆっくりした周期で揺れる「やや短周期地震動」の方であると言われます。

振幅の大きな「長周期地震動」は、各種条件が重ならないと発生しないとされており、例えば、遠方で大きなマグニチュード(8クラス)の地震が起こったときで、且つ、大きな堆積盆地において共振が発生したときなどが相当します。

(堆積盆地)

地殻変動により沈降し堆積物が分厚く堆積した地層が形成された凹地、我が国の都市部は殆ど堆積盆地上に位置しています。

「やや短周期地震動」は、直下型地震が起こればマグニチュード7クラスでも、震源のメカニズムによって発生するとされています。

短周期のものは、一般に建物、設備などに加振して損傷を与えます。2011年**東北地方太平洋沖地震**の震源に近い地域において、揺れによる人的被害や住家等の被害の多くは、この短周期の地震動によって発生しています。

なお、**兵庫県南部地震**（1995年）において、前述の「震災の帯」と呼ばれた地域で多くの人的被害を発生させ、「**キラールルス**」と呼ばれ報道された地震動は、周期1～2秒の「やや短周期地震動」であり、比較的低層の建物にも大きな被害を及ぼしましたが、**東北地方太平洋沖地震**での地震動は周期が1秒以下の短周期が主成分となっており、キラールルスの成分が少なかったことが、震度の割に建物被害が比較的少なかった理由と考えられています。

震源の浅い直下型地震は、岩盤のズレによる強烈な震動が短周期のまま地表にそのまま届くわけであり、大きな破壊力をもたらします。

その破壊力は震源との垂直距離が最も近い震源直上付近で最大となります。

木造や低中層の建物に大きな破壊力をもたらすのは、周期1～2秒の揺れですが、震央付近では、さらに短い周期0.2～0.5秒の極短周期の揺れ成分も大きくなって、この揺れが山や崖などを崩す力が非常に大きくなります。

2008年岩手・宮城内陸地震では、この極短周期の揺れ成分が大きかったために、建物被害がそれ程では無かった一方で、栗駒山系で大規模

な山体崩壊が発生しています。

長周期のものは、震源から遠く離れた所まで伝わり易い性質があるため、震源から遠い地点においても大きな振幅が観測されることが特徴になっています。

一般に、地震の揺れは震源に近いと周期が短く、震源から離れるほど周期が長くなっていくことから、地震波が地中を伝わるうちに、速度の違う波が合成されるため、周期が長くなるとも言われています。

今回は、第2部「**地震波・地震動**」（その4）を学習します。

《 謝 辞 》

本稿は、その内容の多くの部分を気象庁や地震調査研究推進本部、Wikipedia、その他多くの機関、団体などが公表しているウェブサイトの記事、解説等から文章や図画等を本学習室の説明に必要な資料として引用させて戴きました。

編集後記

今回の名作の泉「銀河鉄道の夜」に登場した、「アルビレオの観測所」こと、白鳥座の二重星アルビレオは「天上の宝石」と呼ばれています。

私は「清流の宝石」や「飛ぶ宝石」と呼ばれる「生き物」に逢いに、よく朝の散歩に出掛けます。

それはカワセミ（川蜉）という野鳥です。漢字名は「翡翠」と書きます。この字は緑色系の宝石「ヒスイ」と同じですが、この宝石はカワセミの翼の色に似ていることから「翡翠」と名付けられたとされています。



カワセミ♂（Wikipedia 画像）

カワセミは、体長 17 cmほどでスズメよりは少し大きい程度、クチバシが太くて長く、頭部から背中にかけての青緑色と背筋の水色、胸と腹部はオレンジ色をした美しい鳥です。

カワセミの羽の色は、色素によるものではなく、羽には複雑な構造をした薄い層があり、そこに光が当たると青い光だけが反射してくる「構造色」と言われるもので、順光の中では緑がかった青色に見えます。鮮やかな美しさです。

本州では留鳥として殆ど同じ場所で生活していますが、縄張り意識が強い鳥で繁殖時期（3月～8月）以外は1羽で暮らすようです。

川に沿った散歩道を歩いていると、カワセミが居れば、その体の色で離れた所からでも見付けられます。しかし警戒心がとても強く、近づいていくと川面を一直線に飛んでいき、別の場所に止まり、私がやっと其処に辿りつくのと、また、飛んでいくというようなことです。

時には川に張り出した枝に、じっと止まっているのを見掛けることがあります。止まる枝はほぼ決まっているようで、そこから川の中へダイビングして、小魚を咥えて元の枝に戻るというパフォーマンスを見せてくれることもあります。

カワセミは雌雄ともほぼ同じ色・姿ですが、見分け方は体長の 1/3 程ある嘴の色です。雄は上下とも黒色、雌の方は下嘴だけが口紅を塗ったように赤橙色になっています。



散歩中に会ったカワセミ

繁殖期にはその姿を殆ど見かけなくなります。この時期、崖に深さ 1m程の巣穴を嘴と足を使って掘り、その巣の中で親鳥が卵を交代で温めています。

平均寿命は約2年（最長でも7年）とされていますが、世代交代しながら代々、縄張りを維持しているようです。

川面をチーチーと鳴きながら、滑るように飛行するカワセミに会えるこの環境を、何時迄も残して置きたいものです。

（文責 Y）