

落災防だより

発行日 平成30年 1月 31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: 086-227-7312



岡山県倉敷市王子が岳 (2015.6 ドローンで撮影)

目 次

	ページ
巻頭緒言 「はじめに」	入江健太郎会長 … 1
総会報告 第4回通常総会	事務局 … 2
理事会報告 平成29年度第1回理事会	事務局 … 5
活動報告 工法普及促進活動	事務局 … 6
特別講演 「小型加速度センサによる振動計測について」	沢田和秀 岐阜大学教授 … 11
落災防学習室 「コンクリートとモルタルのお話」	飯坂武男(株)第二建設顧問 … 22
コラム 「名作の泉」	作家 久井 勲氏 … 27
新会員紹介	(株)水戸グリーンサービス … 29
事務局から	… 30

はじめに

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。同時に一昨年の前会長の他界により、急遽当協会の会長職に就くことになりました私ですが、未だ若輩につき皆さま方には日々のご指導の程感謝申し上げます。また個人的なことで恐縮ですが、協会会長とともに、自社の長を務め始め2年近くになりますが、心もとなく社業の全体を把握し網羅する様に留まり、そこに安堵している状態を内省している近頃です。というのも物事の全体を把握することは、鳥の目で評されますが、どうしても表面的になりがちです。そのためこれを補う意味での、虫の目、魚の目としての姿勢が欠かせません。

私は、自我の形成時期より時間による縦の繋がりとその周辺の全体図を強く意識してきました。全体を捉えると核心的にその構図が見える利点があります。それにより大きな問題は回避できるといった横着な意識があったのですが、このことは私が一つの事象に十二分に集中できていなかったことも表わしています。一つの事象に向き合い諸問題をクリアしてゆくには、特定な部分に深く細密に浸透することが、必須になります。いふなれば限定的にピントを合わせ、フォーカスするというようなことでしょうか。

以前読んだ裁判についての新聞記事から似たようなものを連想することがありました。それは本質をつかみ取る「核心司法」と細部に真実が宿るとする「細密司法」という立場の違いを指摘するものでした。その内容は、裁判員裁判は核心的に向かい、高裁はそれよりも詳細に経緯や様態を吟味するという双方の違いを比較したものです。昨今の情報過多で変移の速い時世では、あらゆる判断を核心的に判断する傾向が強いように感じます。その理由としては、結論を導く過程が圧倒的に迅速に進むということもあるでしょう。この記事の締めくくりには、この傾向を一部危惧する様子が書かれていました。

「岩接着 DK ボンド工法」は他の各種工法に比べて、施工個所の性格によって定型的に処理出来えない要素があります。つまりは、個々の物件の特異性にしっかり向き合い細密に対処しなければならない工法だということになります。

最後になりますが、当工法の運営が、社会での役割を智見した上に、これまで培った総合的なノウハウを活かし、且つ個々にしっかりフォーカスし、誠意ある事業に成って行くよう新たにし、この度の発刊の挨拶といたします。

総会報告

一般社団法人全国落石災害防止協会は、去る平成 29 年 5 月 25 日名古屋市内の TKP ガーデンシティ PREMIUM 名古屋駅前において、第 4 回通常総会を開催しました。

総会の進行では議事に先立ち、総会議決定数である会員数 23 に対し、代表会員出席 16 社、委任状出席 7 社で本協会定款第 17 条の規定「委任状を含め 2 分の 1 以上の出席」となり、総会が有効に成立していることが報告されました。

総会は入江会長の挨拶の後、提案した平成 28 年度事業報告・会計報告、平成 29 年度事業計画（案）・予算(案)を審議し、いずれも原案通り承認されました。

(会長挨拶要約)

今回の総会では昨年 8 月に入会した茨城県の水戸グリーンサービスが初めて参加されている。皆様には新しい仲間として宜しく願います。協会発行の「設計施工要領」と「標準積算資料」について、昨年度見直しを行い今年度に改訂版の発行を予定している。また、第二建設が発行している「専用材料 DK ボンドモルタル」もそれに合わせて改訂したところである。広汎な活用を願います。

総会終了後には、岐阜大学に協力を頂いている研究の進行状況などについて、沢田和秀岐阜大学教授によるご講演がありました。

第 4 回通常総会



総会議案の概要については次のとおりです。

第 1 号議案「平成 28 年度事業報告」

- ①会議 「第 3 回通常総会」 H28 年 5 月 26 日 長野市ホテルメルパルク長野
会員 23 社参加（うち委任状出席 11 社）
議題：平成 27 年度事業及び会計報告、平成 28 年度事業計画及び予算
協会役員の選任

「第 1 回理事会」 H28 年 9 月 1 日 岡山市第二建設㈱会議室

「第 2 回理事会」 H29 年 3 月 16 日 岡山市第二建設㈱会議室

「第 1 回技術委員会」 H28 年 9 月 1 日 岡山市第二建設㈱会議室

「第 2 回技術委員会」 H29 年 3 月 16 日 岡山市第二建設㈱会議室

- ②事業 ○岐阜大学へ工法研究「DK ボンド工法の安定性評価」を委託
○工法普及促進活動
(啓発活動) ブース出展 5 箇所、プレゼンテーション 3 箇所など
(広告掲載) 新聞 3 紙 8 回掲載、建設専門誌 3 誌 6 回掲載など

第 2 号議案「平成 28 年度会計報告」

予算 3,100,000 円、決算 4,131,244 円、次期繰越金 141,174 円

監事による監査報告「適正に処理されている。」

第 3 号議案「平成 29 年度事業計画 (案)」

- ①会議 「第 4 回通常総会」H29 年 5 月 25 日 TKP ガーデンシティ プレミア 名古屋駅前
「平成 29 年度理事会」岡山市内 2 回開催予定

- ②事業 ○岐阜大学への工法研究委託を継続
○技術研修会の開催は未定
○要領・資料冊子改訂版の発行
○工法普及促進活動 ブース出展、プレゼンテーション参加
○落災防だよりメール配信など

第 4 号議案「平成 29 年度予算(案)」

予算 3,150,000 円 (H28 年度+50,000 円)

印刷製本費や普及促進費等の増に対応

その他 1 「要領・資料冊子の改訂内容について」

協会技術委員会 宇賀田委員長からの説明概要

「設計施工要領」

- 要領見直しアンケートの結果を受けて、理事会決議により協会内に技術委員会を設置し、委員を選任して改訂作業を行った。
- 改訂内容としては、前回改訂時からの実績など情報の更新、設計数量の算出手法について A 法と C 法の 2 法に整理すると共に、施工管理における品質管理の項目についても現場での管理となる 2 試験項目 (単位容積質量、引張接着強さ) に限定した。

「標準積算資料」

- 要領改訂に合わせ技術委員会において改訂作業を実施した。今回の改訂では、積算適用範囲を標準現場条件及びその補正範囲とし、それらを逸脱する比高や勾配の大きい場合、施工規模の小さい場合のほか、施工に特別な設備を必要とする場合などは、別途、見積りに依るものとする旨を新たに明記した。
- 工種代価表では「清掃・水洗工」において、施工の実勢に合わせ日当り施工量を見直すと共に、代価表の積算単位を 10 m²当たりとした。また、仮設工については、現状では国交省や林野庁などの標準歩掛を適用していることから、今回の改訂以降は代価表を削除することにした。

その他 2 「専用材料 DK ボンドモルタル冊子の改訂内容について」

第二建設株式会社 (発行元) からの説明概要

- 材料冊子は上記の設計施工及び積算の 2 冊子と一体的に活用して頂く必要から、今回同時期に改訂を行った。

- 改訂内容としては、物性及び耐久性に係る各種試験に新たに解説を加え、試験データの更新を行うと共に、材料における留意事項を記載するなど、工法専用材料の説明書として解り易いものにした。

その他3 「NETIS 登録期間について」

宇賀田技術委員長及び入江（会長）議長からの説明概要

- 岩接着 DK ボンド工法は国土交通省新技術活用システム（NETIS）において、平成 28 年度「活用促進技術」として有用な新技術に指定されたが、本工法における NETIS ホームページへの掲載期間が平成 28 年度までであったため、4 月から削除された。
- 国土交通省では、新技術のホームページ掲載を終了しても「OB 技術」として別途、専用サイト「NETIS 掲載期間終了技術リスト」に技術名称等を一覧にして掲載している。

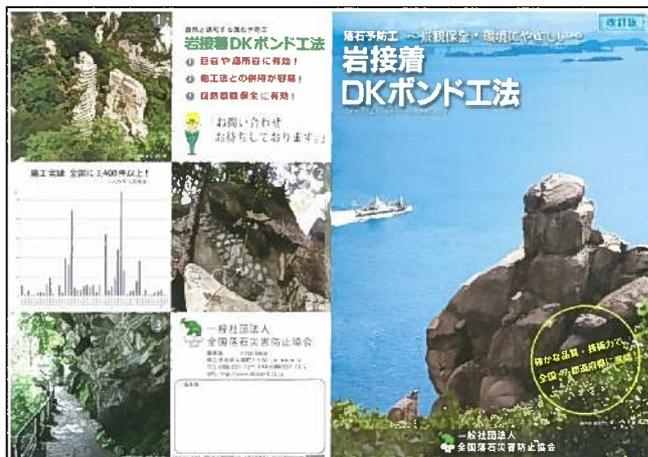


「設計施工要領」2017 改訂版

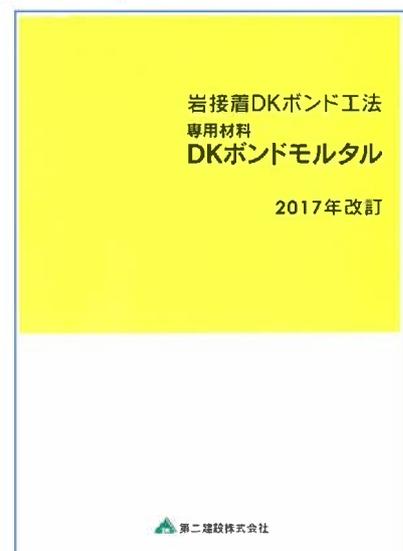


「標準積算資料」2017 改訂版

(参考) 第二建設株式会社 発行



「工法紹介パンフレット」改訂3版



「DK ボンドモルタル専用材料」2017 改訂版

理事会報告

平成 29 年 8 月 31 日（木）、岡山市北区の第二建設株式会社社会議室において、平成 29 年度第 1 回理事会が開催されました。

理事 5 名と監事 1 名の全員の参加により、報告事項 1 件及び検討事項 2 件が承認、了承されました。

理事会に提出された議案等は次のとおりです。

報告事項 1 「協会事業の進捗について」

- 工法に係る調査、研究 岐阜大学の委託研究、総会で中間報告
- 技術者等の養成、研修会の開催 未実施
- 工法の普及促進 ブース出展 2 箇所、プレゼンテーション参加 2 件
- 広告掲載 「日経コンストラクション設計施工ガイド」「積算資料」等建設専門誌など 7 月時点までの活動報告

検討事項 1 「技術研修会について」

今年度中止し、今後、技術課題や問題点を培り出していく。

検討事項 2 その他「建設技術フェア in 中部の参加」

10 月 18、19 日に名古屋市吹上ホールで開催される同フェアにブース出展及びプレゼンテーションへの参加を決定

協会活動報告

—平成 29 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ともに、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 平成 29 年度の主な活動

(1) 工法説明会・展示会活動

① 国土交通省関東技術事務所内「建設技術展示館」(松戸市五香西 6-12-1)

- ・ DKボンド工法ブース出展 2期4ヶ年間(平成 25 年 11 月～平成 27 年 9 月、平成 27 年 11 月～平成 29 年 12 月)、展示技術 3 テーマで 117 技術が集う中「社会資本の維持管理に関する技術」としてDKボンド工法「不安定岩を接着固定する技術」について、工法の特長や施工地の状況などを説明する多様なパネルを展示しました。

建設技術展示館
ブース展示の状況



② 「E E 東北'17」(国土交通省東北建設事務所内「E E 東北実行委員会」主催)

6月7日、8日 夢メッセみやぎ(仙台市)に5分野 869 技術が集結し、展示や実演、プレゼンテーションなどによって最新の建設技術を紹介した。来場者は2日間延べ 15,700 人でした。

- ・ DKボンド工法ブース出展

「防災・安全の技術」分野 185 技術の中で、工法の概要・特長を説明したパネルや東北各県における施工事例を紹介したパネルなどを展示しました。

- ・DKボンド工法プレゼンテーション

発表は4テーマ62技術のうち「防災・安全」の18技術の中で「岩接着DKボンド工法」サブテーマを「落石予防と自然景観、文化財の保全」として、工法の概要や特長である景観保全効果などについて紹介しました。

夢メッセみやぎ

DKボンド工法

出展ブースの状況



夢メッセみやぎ

DKボンド工法

プレゼンテーションの状況

③ 第13期「第11回技術講演会・出展技術発表会」

(建設技術展示館管理運営委員会主催)

6月22～23日 さいたま新都心合同庁舎第1号館2F講堂

(さいたま市中央区新都心1-1)

- ・DKボンド工法プレゼンテーション

「DKボンド工法」～不安定岩を接着固定する技術～と題して、前年の第5回に続いて発表を行い、今回は多様な施工箇所における高所岩などへの施工事例を紹介し、「DKボンド工法」の特長などを説明して普及を図りました。

さいたま新都心合同庁舎
プレゼンテーション
の状況



- ④ 「建設技術フェア 2017 in 中部」(国交省中部地方整備局中部技術事務所ほか主催)
10月18～19日 「吹上ホール」(名古屋市中小企業振興会館)
(名古屋市千草区吹上2-6-3)

・DKボンド工法ブース出展

「DKボンド工法」は出展5分野のテーマの中で「防災・災害対策分野」技術として、工法の特長や中部地区施工箇所の状況などを解説するパネル展示のほか、動画による解説を常時放映するなど、窓口である馬瀬建設㈱の社員の方々がブース来訪者に工法概要の説明を行いました。

・DKボンド工法プレゼンテーション(10月18日、同ホール内)

プレゼンテーション23技術のうち「DKボンド工法」は「防災・災害対策分野」の4技術の中で、「落石予防と自然景観・名勝の保全」をテーマに巨岩の落石対策について、「DKボンド工法」採用された事例の工法選定経緯や工法の特長を説明する中で、景観保全効果や耐久性などを施工箇所の紹介を行いました。

吹上ホール
ブース展示の状況



吹上ホール
プレゼンテーションの状況



(2) 広告宣伝活動

広告媒体の主体を建設専門誌に特化しており、官公庁のほか建設関係などの読者への配信を期待して工法宣伝活動を実施しています。

- ① 経済調査会「積算資料（公表価格版）」2017年6月号
 斜面防災対策特集「斜面・法面对策工法ガイド」
 に岩盤接着工としてDKボンド工法の紹介記事が掲載されました。
 併せて、「岩接着DKボンド工法」広告も掲載しました。
- ② 日経コンストラクション「設計・施工ガイド2017上期」2017年6月26日
 ジャナル別 法面の部に企画広告を掲載しました。
- ③ 日経コンストラクション別冊「NETIS登録技術2017」2017年7月24日
 「詳細紹介技術（DK工法は掲載終了技術として）」広告掲載
 「工種別ガイド（DK工法は掲載終了技術として）」広告掲載
- ④ 建設工業調査会「ベース設計資料／土木編 後」2017年9月発行
 「建設技術便覧」カラー案内に広告掲載、落石対策工として特長等を掲載
 当期掲載広告につき、各種団体、企業から資料請求が44件ありました。
 内訳は、国・県・市など発注者27件、コンサルタント企業など17件でした。
- ⑤ 日経コンストラクション「設計・施工ガイド2018上期」2018年1月22日
- ⑥ 東京商工リサーチ優良企業ガイド《さんよう版》エラベル2019 2018年1月発行
 「時代を見通す【Aランク企業】」特集に、岩接着工のパイオニアとして広告掲載



主な広告掲載誌

(今後の広告掲載予定)

- ⑦ 日経コンストラクション「自治体担当者のためのインフラ構築・管理」2018年4月
- ⑧ 日経コンストラクション「設計・施工ガイド2018上期」2018年6月
- ⑨ 日経コンストラクション別冊「NETIS登録技術2018」2018年7月
- ⑩ 建設工業調査会「ベース設計資料／土木編」2018年9月

□ 記念講演

名古屋市内で開催された第4回通常総会を記念して、当協会技術に係る研究を受託していただいている岐阜大学による進捗状況報告を兼ねて、沢田和秀教授から「小型加速度センサによる振動計測について」と題するご講演がありました。

講演要旨として第2回通常総会において報告のあった研究内容（既存の落石危険度振動調査法の手法を利用して、岩接着工の施工前後に係る安定性の確認や評価が手軽にできる技術の構築に取り組む）について、研究の現状を具体的に説明するものでした。

講演の概要については次のとおりです。

「小型加速度センサによる振動計測について」

岐阜大学工学部 沢田和秀教授

講演中の

沢田先生



《 旧日本道路公団方式による安定評価法 》

小型の加速度センサで浮石或いは基岩を計測して、その揺れの特性から安定度を評価するという旧JH（日本道路公団）が提案し多様に活用されています。この手法を利用することで、配布している資料で説明していきますと、図1に示すように、基岩かどうかを確認すること、岩接着工施工前後で安定度が変わるのを定量的に解ること。この2つを研究の目標にしています。

一般的な石の揺れのイメージとしては、基岩は揺れない、浮石は大きく揺れる。この違いを利用して計測できればどうかと考えています。

《 危険度判定 》

図2は旧JHの安定性評価法による安定度の見方を示す危険度判定図です。左右2つの図の横軸はいずれもRMS速度振幅比を取っており、これは基岩と浮石がそれぞれ揺れる速度の相対的な比較値を示すものです。

左の図の縦軸は卓越周波数を取っており、これは岩が最も揺れやすい振動周波数を示すもので、岩が安定していれば高い周波数となります。この図の左上部の領域は卓越周波数が高く、RMS速度振幅比が小さい場合であり、安定領域にあると言えます。

右の図では、縦軸に減衰定数を取っており、これは揺れの収まりやすさを示すもので、安定していれば減衰定数は大きな値となります。この図の左上部の領域では減衰定数が高く、RMS速度振幅比が小さい場合であり、安定領域にあると言えます。

《 振動計測機器 》

このシステムを現場で使えるほど軽くて扱いやすいものとして、パソコンと繋げて計測を実施する機器が、図3の模式図に示すMEMS（メムス）タイプの加速度計です。これはバネに繋がった重りの変位による静電容量の変化（電位差）を加速度で計測するものであり、小型・軽量で壊れにくいですが、盤台などからの小さい振動によってノイズが発生しやすい特徴があつて、岩盤の振動を捉え難いのが課題となりました。

そこで、図4の模式図にある歪ゲージ式加速度計による計測を行うことにしました。これは重りに付けたバネが振動することによって機械的に計測するもので、設定した加速度の応答範囲を超えると計測が困難となるため、取扱いに難しい面があります。

そのため、こちらの協会からの委託研究費を使って写真にあるデータロガー（制御ユニットと計測ユニットのセット）並びに歪ゲージ式加速度計を購入しました。なるべく応答最大加速度の小さいものの方が敏感に加速度を計測できる特性ありますので、そういうものを準備して計測してみました。因みにこれら機器の大きさは、2つのユニットを重ねると10センチメートル四方ぐらいのセットになります。重さは合わせて300グラムで、そこに加速度計が付いて、それらをパソコンに繋ぐと計測ができるというものです。

《 計測実験 》

資料5ページの写真は、宇賀田技術委員長がコンクリートブロックを使って振動の計測を行った実験の様子です。同ページ下段は、ブロックを数段、不安定に積み上げていくと、どんな風に揺れが変わっていくかを示した解析結果です。

写真の左から一つ目がブロック2段積みの実験の様子で、その解析グラフを左下に示していますが、色んな振動の波が記録されており、その中で大きな振幅の波が50～100ヘルツの周波数に多いことが解ります。つまり、1秒間に50～100回揺れている波が多かったということです。

右側の3つのグラフは、上から3段積み、4段積み、5段積みでの実験の振動をスペクトル解析して卓越周波数、即ち一番大きく揺れる周波数を特徴的に示したもので、ブロックを積み上げていき、だんだん不安定化させていくと、ゆっくりとした揺れになっていくこと（揺れのピークが左の低い周波数へ移っていくこと）がこれで解ります。

《現場における振動計測 》

これが山の中で得られたら、安定した岩などでは（ブロックの）2段積みのグラフの様なデータが取れて、不安定だったら右下の（5段積みの）グラフの様なところに入ってしまふということを、一回で見えれば良いのかなと考えて、地道に実験を沢山のところでやってみようと馬瀬建設の施工現場で計測を行いました。

6ページの写真は計測状況を示しています。右上の写真で「浮1」「浮2」や「基1」「基2」と表示しているのは、（施工する岩で）浮石と見做したものと、基岩と見做したものです。先程紹介した加速度計を右下の写真のように設置して計測してみました。

計測は7ページに示す8つのケースを設定しました。また、チャンネル1、2、3、4

(CH1,CH2,CH3,CH4) というのは、4つの加速度計を使ってCH1とCH3が岩へ水平方向に取り付け、CH2とCH4は岩が落下する方向(垂直)に取り付けることを表します。

計測結果から言いますと、ケース①の常時微動というのは、自然の中で発生して(伝わって来て)いる振動のことで、これをそのまま計測したということですが、ほぼ何も得られませんでした。そこで、ケース②からは掛け矢を使って打撃した場合とモノレール走行時の振動を利用した場合などを計測した結果が次の8ページのグラフです。

《応答スペクトル》

図が不鮮明で申し訳ないのですが、ケース②ではCH2の加速度計で捉えた「浮石1」の振動を示したのが左上のグラフです。浮石の振動自体は程々ゆっくり目に揺れていると思いますが、他のチャンネルの振動がうまく捉えられなかったため、山自体の振動がどのように揺れているかが解らないので、これで一概に何か言えるかというところ、そういう訳ではありません。

その下はケース④ですが、「浮石1」を計測したものでCH4の加速度計が捉えた波形のグラフです。卓越周波数といえるものが現れていることを示しています。

また、右上のケース⑦は、「浮石2」でCH1が捉えた卓越周波数を示す波形です。加速度計の設置した向きが岩に平行に取り付けているため、(実際の)揺れの向きは違うかも知れませんが、少し速めの振動が確認されました。

《計測結果まとめ》

全体のまとめとして、この3つのグラフで解ることは、浮石として計測したものは、それなりの揺れの特徴が見られるものがあります。しかし常時微動では何も解りませんでした。掛け矢で何らかの振動を与えたとかでない(計測できない)、またモノレールの振動ではよく解りませんでした。

この計測から言えることは、センサー取り付け時に岩が落ちてくる向き(垂直方向)にしたことによって、センサーがよく振動を拾ってくれることはよく解りました。これで何が言えることではないけれども、少なくともこの方法をかなりの回数こなしてゆけば、それなりの特徴が得られて「基岩」と「浮石」の違いは見つけられると思います。

ただ、その回数をどのくらい行えばよいかは解りませんが、少なくともこの現場で岩接着工を施工した後に、もう一度同じ所を計測してみることによって違いが現れるという一つの成果を、次回或いは別の機会に皆様方にお知らせ出来るかと思っております。

遅延として進んでおらず申し訳ありませんが、現状は今の処ここまででございます。

小型加速度センサによる振動計測について

岐阜大学工学部 沢田和秀

亀裂性岩塊に対する既存の安定性調査法

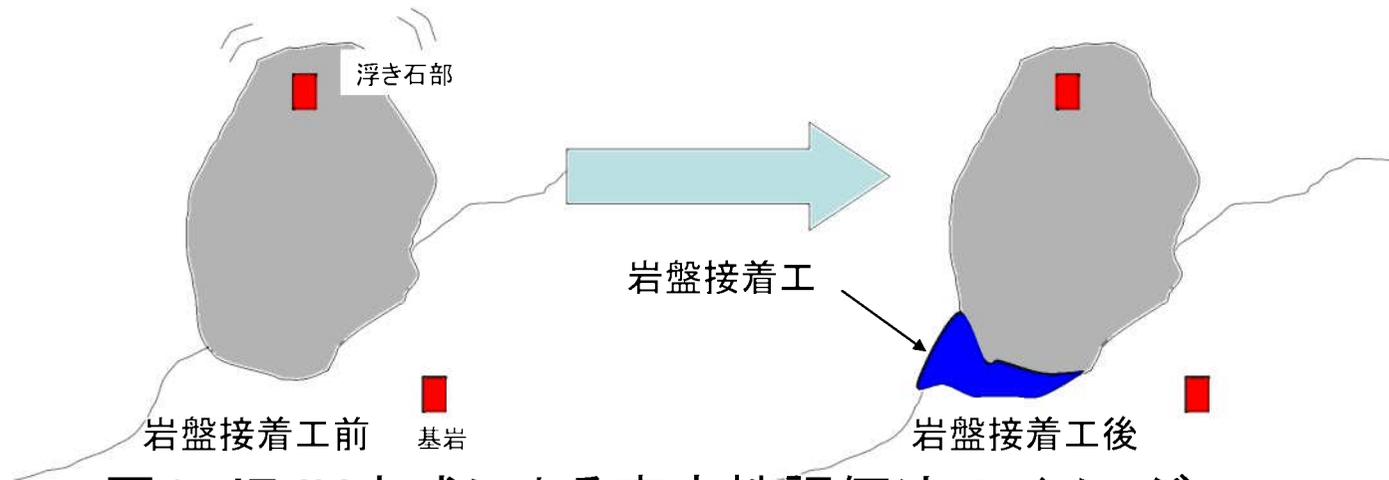


図1 旧JH方式による安定性評価法のイメージ

基岩と浮き石の振動の揺れ方を比較して安定性を評価する

- 一般的なイメージ

基岩は大きく揺れない、浮き石は大きくゆっくり揺れる

目標 : 基岩がわかる

岩盤接着工前後の変化を定量的に示す

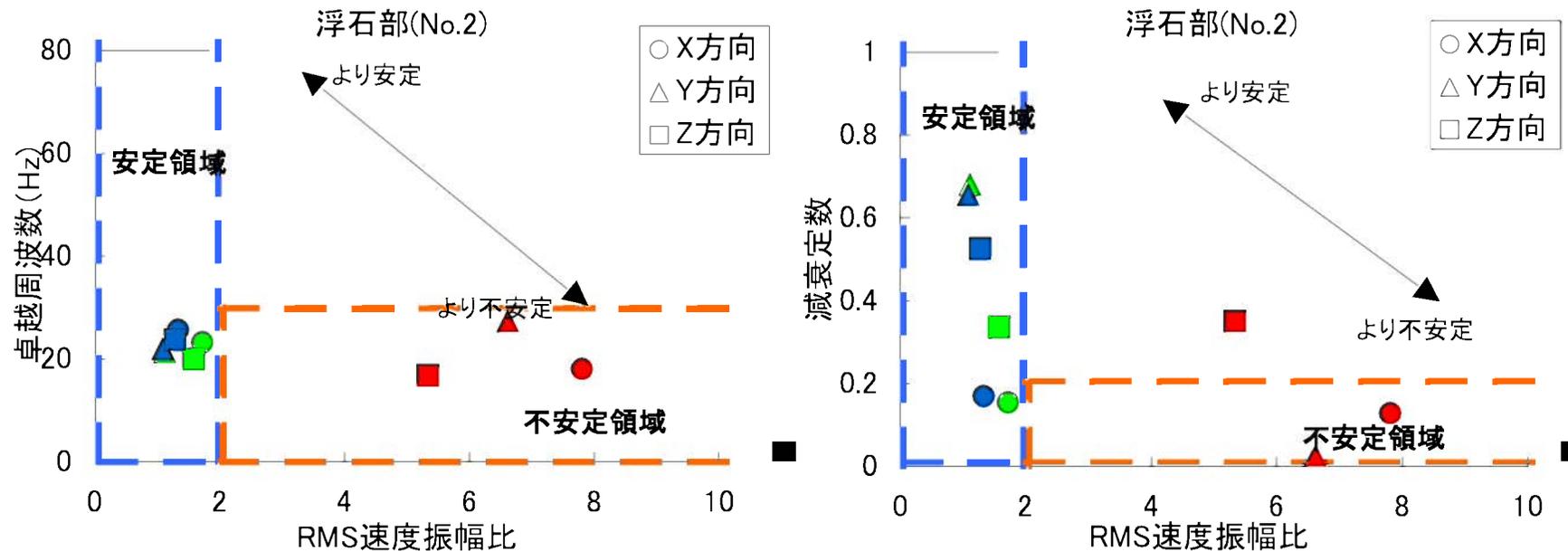
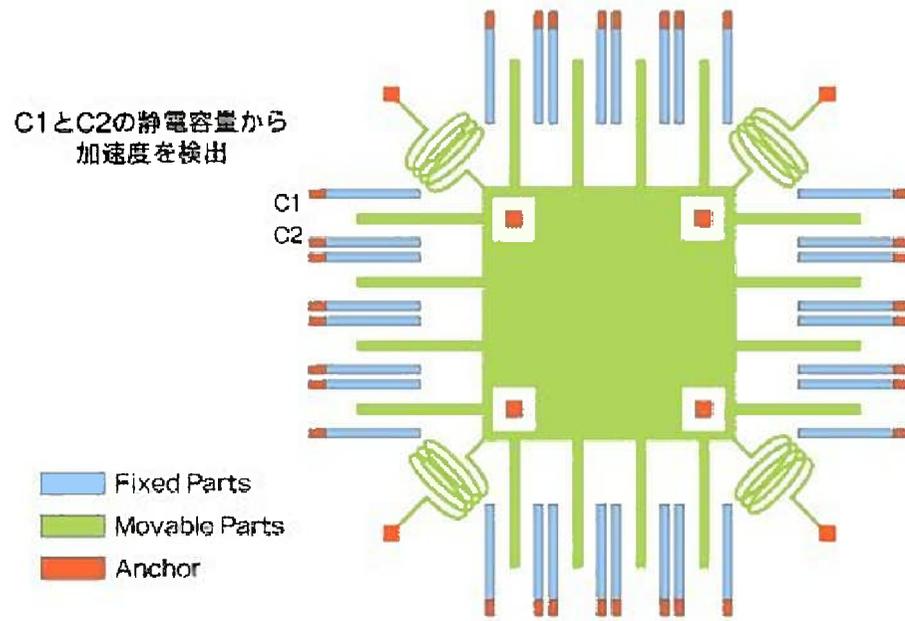


図2 安定性評価法：卓越周波数および減衰定数とRMS速度振幅比関係

- RMS (Root Mean Square) 速度振幅比
基岩と浮き石の揺れ方(速度)を相対的に比較
- 卓越周波数
岩がもっとも揺れやすい振動周波数
安定であれば高周波、不安定なら低周波
- 減衰定数
振動しているものの揺れの収まりやすさ

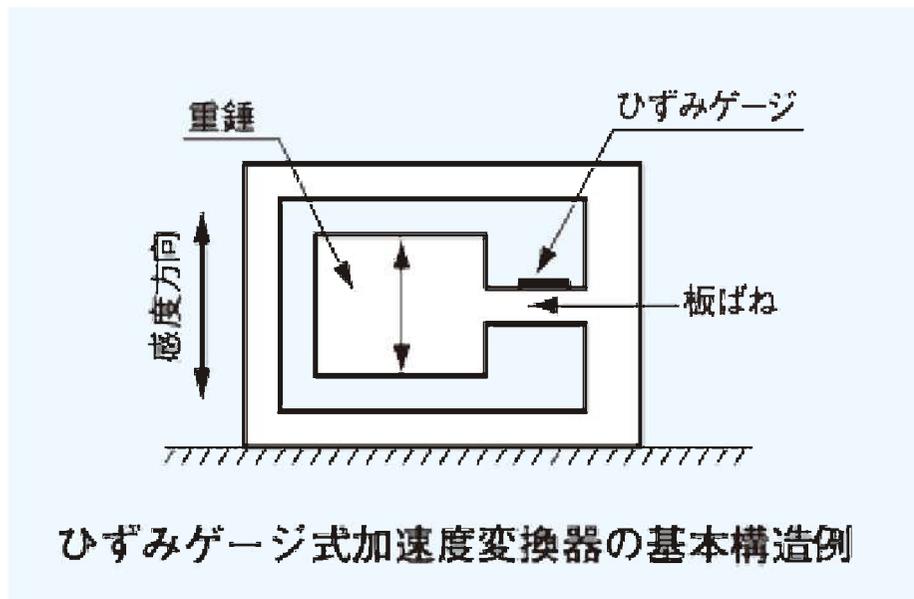
現場で軽くて扱いやすい加速度計を利用して振動を計測し、軽作業で岩塊の不安定度を評価したい

現場で軽くて扱いやすい加速度計……MEMSタイプ



- 小型で軽量
- 壊れにくい
- 電源と記録媒体で計測可
- 小さい振動でノイズがでやすい

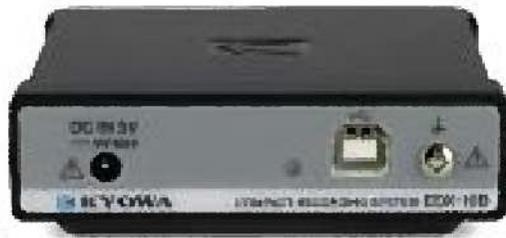
図3 MEMS加速度計イメージ



- 小型で軽量のものもある
- データロガー、PC等が必要
(現場で煩雑?)
- 多くの使用実績
- 機械的なため敏感

図4 ひずみゲージ式加速度計イメージ

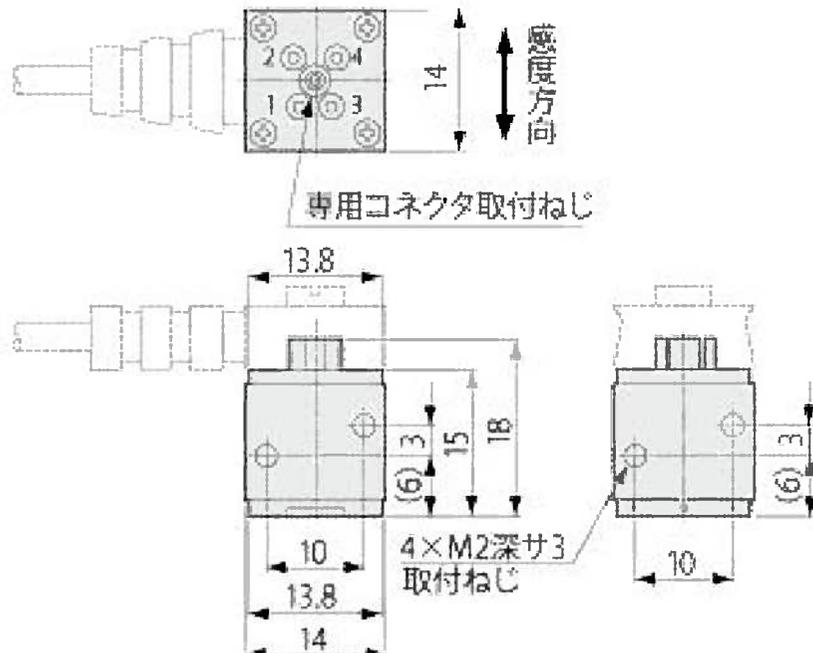
制御ユニット:EDX-10B(共和電業)
 約170g 84.0(W)×26.6(H)×84.0(D)mm



機械的特性



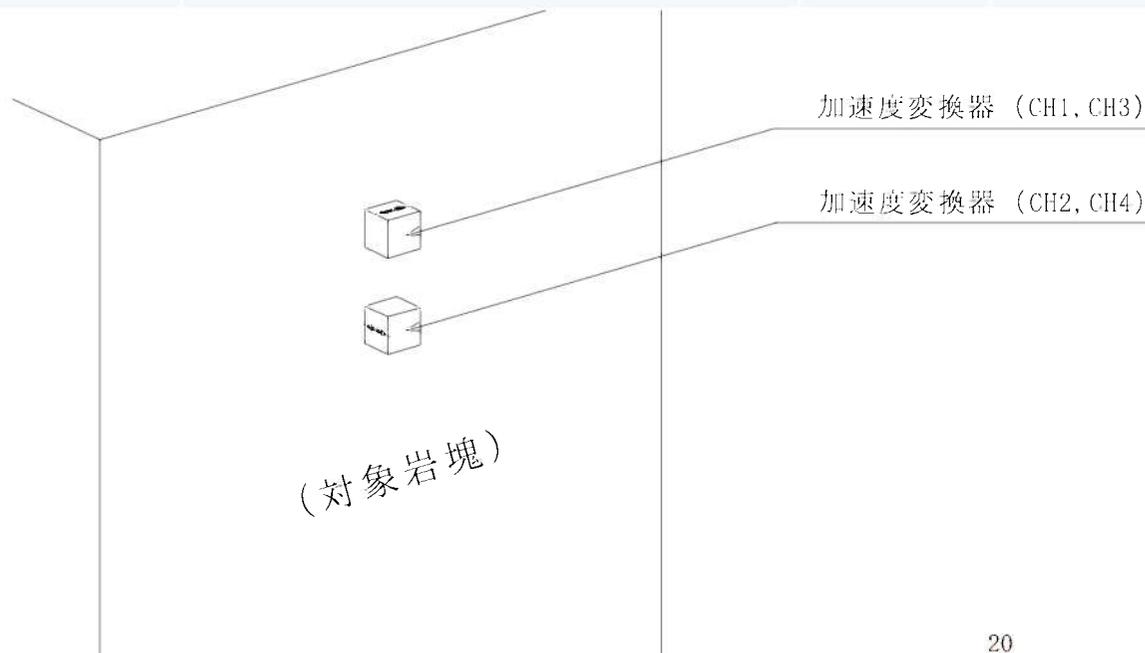
ひずみ計測ユニット:EDX-11A(共和電業)
 約150g 84.0(W)×26.6(H)×84.0(D)mm



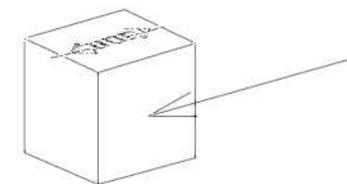
定格容量 $\pm 19.61\text{m/s}^2 (\pm 2\text{G})$
 許容過負荷 300%
 応答周波数範囲 DC~60Hz
 取付共振周波数 約100Hz
 質量 約15g(ケーブル含まず)



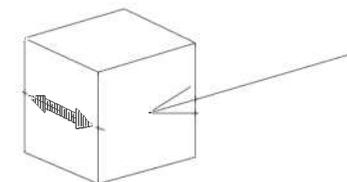
	ファイル名(CVSファイル)	浮石1	浮石2	基岩1	基岩2	基岩3	条件
ケース①	20170511馬瀬下山10002	CH1,CH2		CH3,CH4			常時微動
ケース②	20170511馬瀬下山10003	CH1,CH2		CH3,CH4			掛け矢打撃
ケース③	20170511馬瀬下山10004	CH1,CH2		CH3,CH4			モノール走行
ケース④	20170511馬瀬下山10005	CH3,CH4		CH1,CH2			掛け矢打撃
ケース⑤	20170511馬瀬下山10006				CH1,CH2		常時微動
ケース⑥	20170511馬瀬下山10007				CH1,CH2		掛け矢打撃
ケース⑦	20170511馬瀬下山10010		CH1,CH2				掛け矢打撃
ケース⑧	20170511馬瀬下山10011					CH1,CH2	掛け矢打撃

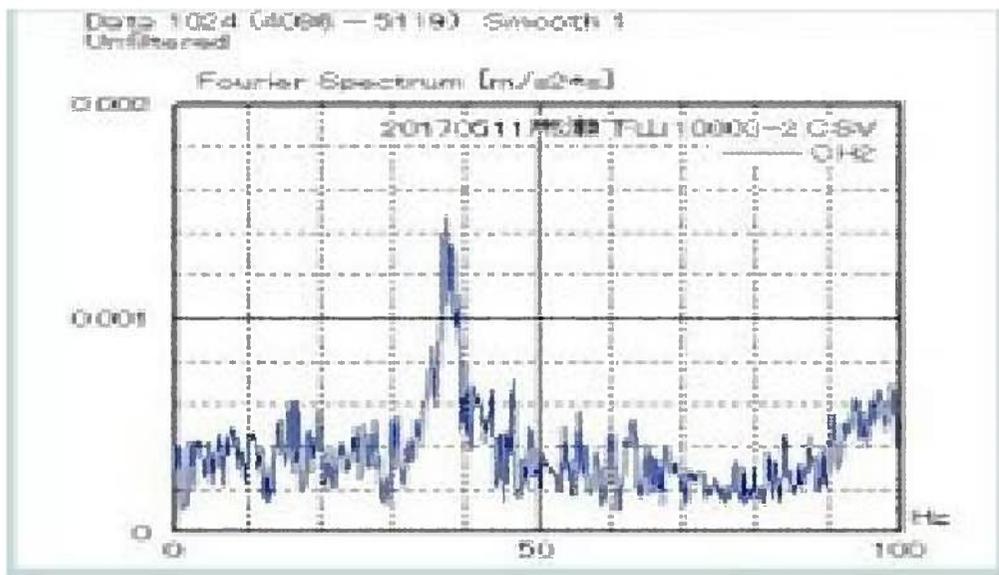


(岩塊に向かって左右)

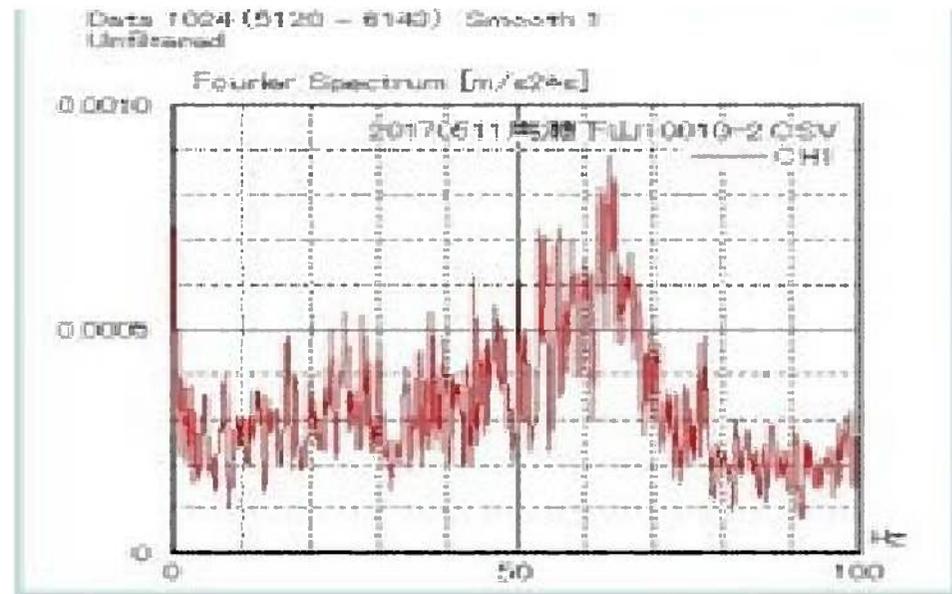


(岩塊に向かって前後)

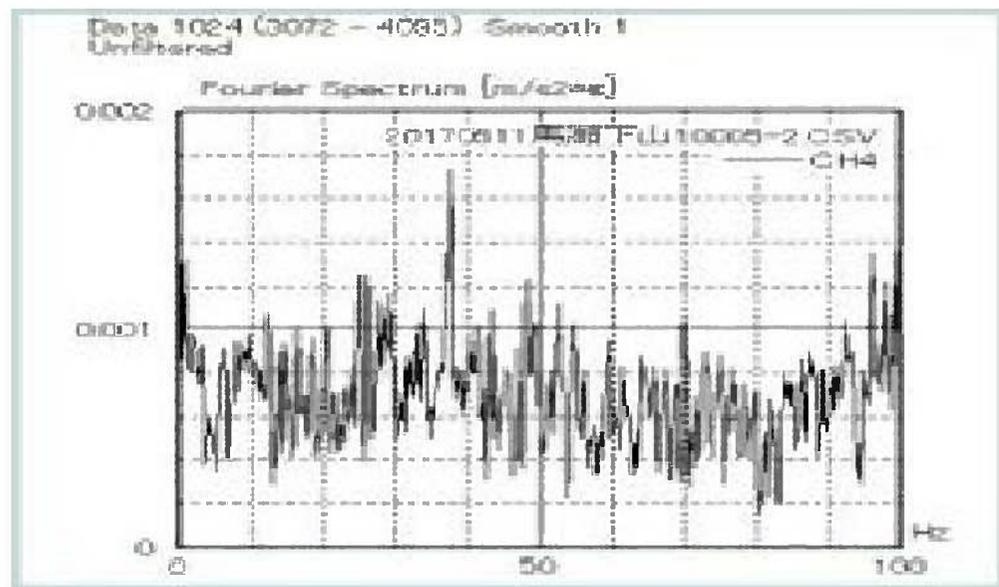




ケース② CH2 2G 縦軸0.002
浮き石1の岩塊と垂直の揺れ



ケース⑦ CH1 5G 縦軸0.001
浮き石2の岩塊と平行の揺れ



ケース④ CH4 2G 縦軸0.002
浮き石1の岩塊と垂直の揺れ

- 卓越周波数で整理
 - 浮き石と見なした岩で卓越
 - カケや打撃のときのみ
 - 基岩は特徴的な揺れは見られない
 - 基岩の振幅にも大きな違いはなし
-
- 浮き石であれば何らかの特徴は得られる
 - 基岩と判断する指標
 - 工事後の計測

📖 落災防学習室

2017年は岩接着DKボンド工法を始めて公共工事に適用されて40年となる節目の年でした。この年数は全国に工法を拡散していく中で、技術の向上、定着が図られた期間でした。そして近年、次世代への技術の継承が課題となってきています。

本誌では技術継承の一助となるよう「落災防学習室」のコーナーを設け、DKボンド工法に関連した基礎的な知識・情報などを、会員に発信していくことにしました。

第1回目の今回は、2016年の7月と8月に第二建設会議室で開催された「コンクリート等に関する勉強会」において、当日配布された資料を基に、その内容を今回と次回の2回に亘り掲載します。

講師：第二建設株式会社顧問 飯坂武男 元名城大学教授

(2016年7月1日、第二建設株式会社3F会議室)

コンクリートとモルタルのお話(その1)

プロである皆さんの前でのお話に大変恐縮・緊張しております。お聞きにくいところもあるかと思いますがよろしくお願ひします。

20世紀までの土木・建設材料と言えば土と木材が主流であった。土は現在も使用されているが、木材は腐食や生育に長年月を要するのが欠点と言われる。近年、都市内外において、家や高所などから外を見渡すと、コンクリートや鉄筋コンクリート、鉄骨構造物などを目にする。このように20世紀後半以降建設材料として主要な材料は、木材からコンクリートや鉄鋼に変化してきた。この主要な材料としてのコンクリートの長所は、型枠を組めば、どのような形状のものでも造作可能、入手が容易、安価で丈夫などが挙げられる。

〔コンクリート&モルタルの種類〕

我国ではコンクリートと言えばセメントコンクリートを想像するのが一般的で、プレーンコンクリート(plain concrete)、AEコンクリート(air entrained concrete)、軽量コンクリート(light weight concrete)など種々のコンクリート名が見聞される。

これらコンクリートをいくつかの観点から分類すると、コンクリートの結合材による分類、骨材による分類、混和材料による分類及びその他の特殊名で呼ばれるコンクリートなどがある。

コンクリートの結合材による分類には、セメントコンクリート(cement concrete)、アスファルトコンクリート(asphalt concrete)、ポリマーコンクリート(polymer or plastics concrete)がある。

また骨材による分類では、川砂、砕砂(river sand, crushed sand)、川砂利、碎石(river gravel, crushed stone)コンクリート、軽・重量(light・heavy weight)コンクリートなど。混和材料によるものにAE(air entrained)コンクリート、流動化(fluidity self compacting)コンクリートなど。その他特殊名で呼ばれるものにマス(mass)コンクリート、ショットクリート・吹付け(shotcrete・sprayed)コンクリート、プレストレスト(pre stressed, PC)、ダム(dam)コンクリート、繊維補強(fiber reinforced)コンクリートなど。製造法によるものではレディーミクスト(生コン, ready mixed)コンクリートと現場練りコンクリ

ート(job or field mixing)コンクリートなどがある。

セメントコンクリート&モルタル(cement concrete & mortar)は、結合材(binder)であるセメント(cement)と骨材(aggregate,細骨材 fine aggregate, 粗骨材 gravel, coarse aggregate, 碎石 crushed stone)と水(water)と混和材料(admixtures)などを混ぜたものである。

ここで結合材のセメントに水を加えたものをセメントペースト(cement past)といい、水と細骨材を加えたものをモルタル(mortar)、水と細骨材、粗骨材を加えたものをコンクリート(concrete)と呼ぶ。

アスファルトコンクリートは、結合材にアスファルト(asphalt)を用いたもので、天然アスファルト(natural asphalt, 地表にのり状に流出したもの、砂岩や石灰岩などに湿潤しているのを吸出して得る)と石油(oil)アスファルト(原油の分留、精製時に得られる)があるが、近年ではほとんどが後者の石油加工時に得られる石油アスファルトである。アスファルトは非揮発性で黒色粘着性の固体または半固体で主成分はほとんどが炭化水素である。しかし接着力が小さく、構造材料ではなく、ほとんどが道路舗装材料で防水、電気絶縁材料などとしても使用されている。

ポリマーコンクリートは、セメントと水の代わりに合成樹脂のみを用いて骨材を結合させたものであるが、ここで結合材に合成樹脂(高分子材料)のみを骨材と混ぜたものをレジンコンクリート(resin or polymer concrete)といい、セメントと合成樹脂を用い骨材と混ぜたものをポリマーセメントコンクリート(polymer cement concrete)といい、セメントコンクリートの硬化後の空隙に合成樹脂のポリマーを含浸させたものをポリマー含浸コンクリート(polymer impregnated concrete)と呼んでいる。

これらのコンクリートは使用する合成樹脂によって、その性質は大きく異なり用途に合わせて用いられているが、多くはモルタルとして使用されている。

〔結合材としてのポリマー&エマルジョン〕

合成樹脂は高分子化合物(high polymer)の一種である。例えばポリエチレンは炭素 2 個のエチレンを多数繋いだ重合体であり、この場合のエチレンを単量体(モノマー monomer)と呼び、ポリエチレンは高分子ポリマー(polymer)と呼ばれる。モノマーが繋がっていく反応を重合反応と呼び、繋がっている個数を重合度と呼ぶ。高分子化合物は分子量の大きいポリマーと言う意味であるが、線状あるいは網目状に共有結合を介して連なった分子量の 10,000 個以上の化合物を言う。

第二建設(株)が開発した DK ボンド工法(岩接着工法)に使用している DK ボンドモルタルはポリマーセメントコンクリートに分類され、結合材としてセメントとエチレン酢酸ビニル(ethylene vinyl acetate EVA)エマルジョンを混ぜたポリマーセメントモルタルである。

DK ハイエマルジョンはエチレン酢酸ビニルに乳化剤など数種類の添加剤を加えたエマルジョンに希釈水などを添加しディスパーション (dispersion, 分散化)した高分子化合物である。DK ボンドファイラー+P は、セメントとエチレン酢酸ビニルエマルジョンの固形粉末と珪砂などを混ぜたものである。これらの材料は工場製品であり、品質管理が十分でバラツキがなく安心して使用できる。これら材料に水を混ぜたものを DK ボンドモルタルとして目地材、注入材モルタルとして使用している。

この商品が開発された頃、ポリマーセメントコンクリートとして使用される樹脂エマルジョンは少なかったが、化学の発展や製造法の改善などにより、エマルジョン&ディスパーションとして多くの合成樹脂(高分子材料)が開発され、粉末エマルジョンとしてエチレン酢酸ビニル(EVA)エマルジョンは多用されている。粉末エマルジョンはこの合成樹脂エマルジョンを噴霧乾燥して製造される。

エチレン酢酸ビニルエマルションは、ポリ酢酸ビニルエマルションに保護コロイドの水溶液に適度の重合剤、可塑剤などを加え 60～90℃に加温、攪拌しながら酢酸ビニルモノマーを滴下して乳化重合させる。この乳化重合したものとエチレンを高圧(20～100 気圧)の基で共重合されたものでエチレン量は 10～30%と言われている。またエチレンは食品包装に、酢酸ビニルはチューインガムの原材料に使用され、人体に悪影響はない。

DK ポンドモルタルがセメントモルタルに比べて高価であるのは、結合材としてセメントと高分子化合物を混ぜたポリマーセメントモルタルで、特に高粘性化と耐久性能、接着強度、曲げ強度の増大を図ったポリマーセメントモルタルであるからである。

〔セメントコンクリートの歴史〕

セメントコンクリートの歴史は、古代セメントとしてエジプト・ギリシャ・ローマ時代にはピラミットや遺跡などに火山灰や石膏を混ぜたモルタルが使用された形跡・諸説がある。しかしながら現代セメントの発見者は、今から約 190 年前、英国人ジョセフ・アスペディン(Joseph Aspdin)と言われている。

アスペディンは石工、レンガ積み職人で、石切り現場では石を積み重ねて釜土を造り、飲食物を炊き、温め食事をする習慣があった。ある日積み重ねた釜土の石片が変色し、また石片どうしが付着しているのを目視した。この疑問から種々工夫をし石片を粉末にして焼成し、水を加えることでセメントを製造する事が確認された。その後の特許を取ったのがセメント発見と言われている 1824 年である。アスペディンではできあがったコンクリートを見て、ポルトランド島産出の石片の色に似ていることからポルトランドセメントと命名したと言われている。その後石片などの混合割合や製造方法などが改善され、現在の高品質のセメント製造に至っている。しかしセメントコンクリートに対しては強いが、曲げ強さや引張強さが小さいことなどから考えられたのが鉄筋コンクリート(reinforced concrete RC)である。

鉄筋コンクリートはフランス人のジョセフ・モニエ(Joseph Monier)が 1850 年に鉄網を組み薄いセメントモルタルの鉢を、1855 年にランボー(lambot)が鉄網入り小舟を製造してパリ博覧会に出品した。このように鉄網を入れることでセメントコンクリートの弱点である曲げや引張力の増強させ、1887 年にケーネン(koenen)が鉄筋コンクリートの設計理論を発表し各種コンクリート構造物に引用され、広く利用されてきたのである。

我国のセメント製造は 1873 年に、大蔵省土木寮建設局として国营セメント工場が設立され J・アスペディンが特許をとってから 50 年後の 1875 年に製造に成功し市販された。また国産セメントを使用した最初の構造物は 1885 年の北陸線の長浜駅舎と言われ、鉄筋コンクリート構造物は 1890 年の横浜港の岸壁のケーソンと言われている。また 1903 年には琵琶湖疎水運河橋として橋梁が建設されている。昨今はセメントの発見から 190 年後で、その普及度は高く、現在では周りを見渡すと鉄筋コンクリート構造物を目にし、それが確認できるのである。

〔セメントの製造〕

セメントの原料は石灰石と粘土である。また粘土中の成分不足に鉄滓などの酸化鉄原料を加える。これらの混合では瞬結するので凝結時間の調整に石膏を加えている。これらの材料を混ぜ合わせ焼成すると、エーライト(Alite)(ケイ酸三カルシウム $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2=\text{C}_3\text{S}$ と略)、ビーライト(Belite)(ケイ酸二カルシウム $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2=\text{C}_2\text{S}$ と略)、フェライト相(Cerit)(鉄アルミン酸四カルシウム $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3=\text{C}_4\text{AF}$ と略)、アルミネート相(アルミン酸三石灰 $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3=\text{C}_3\text{A}$ と略)の四つの組成化合物を生成する。この化合物は水と化学反応して水和生成物を作り凝結、硬化し、強度発現と進行する。

セメントの種類はこれら四つの化合物の混合割合と粉末度の大小によって普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメント、中庸熱ポルトランドセメントなどのセメントに製造されている。

高炉セメントは中庸熱ポルトランドセメントに似ているセメントで鉄鉱石の熔融時に排出され、熔融スラグの有効利用の観点から利用され始めて全セメントに5%未満が混入されている。初期強度は小さいが硬化中、セメントの水和反応時の水酸化カルシウム Ca(OH)_2 と反応し長期強度の増進がえられる。この反応を潜在水硬性と言う。

このようにセメントに水を加えると化学(水和)反応が生じ、強固なガラス質の結晶(水和結晶)を作り硬化していく。この水和反応は化学反応であり温度が高いほど早く反応して固まり、夏場は早く、冬場はゆっくり固まる。しかし低温時に生成された結晶は緻密になるため長期的には低温下で固めた方が長期強度は増進し、湿潤養生を続けると打設後 2~3 年後に最大強度を示す。

以下、次号へ

なお、飯坂顧問は、終りに勉強会参加者へ次のような課題と解説を与えていただきました。復習の参考にして下さい。

コンクリートやモルタルなどに関する疑問点?

各自が公・私用において話題となる場合の知得問題です。次の事象に回答をお願いします。

- 1) コンクリートとは?
- 2) コンクリートの圧縮強度(compressive strength)、引張強度(tensile strength)、曲げ強度(flexural strength)の関係は?
- 3) 高強度コンクリートの圧縮強度は N/mm^2 以上か?
- 4) アルカリ骨材反応とは?
- 5) コンクリートは安価である?
- 6) セメントの種類は何を基に決定されるか?
- 7) 鉄鉱石から鉄を取り出す方法は?
- 8) ポリマーセメントモルタルは高価である?
- 9) DK ボンドモルタルはどのようなモルタルか?
- 10) モルタルの圧縮強度試験において、縦横 $4\text{cm} \times 4\text{cm} \times$ 長さ 16cm の型枠で作成した供試体と直径 $5\text{cm} \times$ 高さ 10cm の円柱型枠で作成した強度値の大、小は?
- 11) コンクリートの打設に生コンを使用する。過去に打設現場で加水の噂があった?
- 12) 現場で生コンの必要な場合もあると思う?

生コンには普通コンクリート、軽量コンクリート、舗装コンクリートの三種で、普通・軽量コンクリートでは圧縮強度を舗装コンクリートでは曲げ強度を呼び強度とする。

注文者は、呼び強度、スランプ、粗骨材の最大寸法、セメント種類などを指定する。

例えば、普通のコンクリートで、呼び強度 24N/mm^2 、スランプ 18cm 、最大寸法 20mm 、普通セメントの場合には、 $24 - 18 - 20\text{N}$ とか 24 の 18 の 20 の N と言うのである。

呼び強度には $18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 40, 42, 45, 50, 55, 60\text{N/mm}^2$ などが、スランプには $8, 10, 12, 15, 18, 21\text{cm}$ などが、粗骨材の最大寸法には $20, 25, 40\text{mm}$ などがある。また別注品(特注品)は前記の組み合わせ以外の組み合わせの商品である。

生コンに使用されているセメントの種類には

普通ポルトランドセメント(normal or ordinary portland cement, N)は一般的なもの。早強ポ

ルトランドセメント(high early strength portland cement, H)は冬季など硬化が早い。中庸熱ポルトランドセメント(moderate-heat portland cement, M)は大断面に、水和熱小さい。他には、超早強ポルトランドセメント(ultra high early strength portland cement,UH)、低熱ポルトランドセメント(low-heat Portland cement L)、耐硫酸塩ポルトランドセメント(sulfate resisting portland cement,SR)、高炉セメント(portland blast-furnace cement, B)はB種、土木大型構造物に多く使用されている。

13) コンクリートが火災にあったらどのような変化があるか?

コンクリートが火災に遭うと、表面の色は 300℃未満では表面に煤が付く、300~600℃では桃色に、600~950℃では灰白色に、950~1200℃では淡黄色に、1200℃では熔融。500℃の火災後の約1ヵ月程度で元の強度の50%程度に、1年後には90%程度に回復される。また火災の初期には爆裂と呼ばれ、コンクリート表層部が剥離する爆裂現象が発生する。これは内部の水分が水蒸気となる際に膨張して起こり高強度コンクリートに発生傾向がある。

① コラム「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。本誌ではこれらの作品について、ストーリーを追いかけ、作者の思いを解明することによって、作品に対する感銘や共感を味わっていただきたいと思います。

名作の解説は、岡山県在住の歴史小説作家である久井勲氏にお願いしています。久井氏は、単行本「水尾の果てホルムズ海峡」(2002年)、「民心黙し難しー小説・閑谷学校」(2004年)、「和気清麻呂」(2005年)などの著者で、現在、ラジオ番組や講演会などでも活躍されています。

今回、第一回目に登場する名作は幸田露伴の「五重塔」です。世情に疎く「のっそり」とあだ名される大工の十兵衛を中心に、親方源太が辞退した感応寺上人依頼の「五重塔」の建築を巡る人間ドラマです。十兵衛と源太、お互い職人としてのプライドが発端となり物語が進行していきます。



「五重塔」(幸田露伴、明治25年)

幸田露伴は、この作品で何が良かったのか？
以下、私の想像です。

久井 勲

腕は立派ながら世渡りが下手な十兵衛が、たまたま、谷中の感応寺で建立計画を聞きつけ、これを一人で引き受けたいと申し出てきた。朗円上人は、十兵衛とその先輩格の源太の二人の共同でどうか、と提案しても、彼は頑固に自分単独でと言い張った。上人は結局、折れて彼一人に頼むこととした。

彼は鬼気迫る執念で作業をすすめた。源太兄貴が陰ながら応援してやろうとしても、かたくなに拒んだ。はたで聞いている女房でさえも、亭主に意見するほどの頑固さだった。途中にいろいろな軋轢はあったが、五重塔は完成した。

その日、江戸は大嵐。だれもが心配するのを尻目に彼は自身一向に動こうとはしなかった。動けばうろたえていると見られ、自作に不備を認めたことになるのでは、との懸念があったのかもしれない。ただ、上人が呼んでいると知らされたときには仕方なく現場に行き、五重塔のてっぺんに登った。吹き来る大嵐を体にかけていると、少し考えが変わったのか、全身でこれを守ろうという気になったようで、『板一枚の吹きめくられ釘一本の抜かるゝとも、味気無き世に未練はもたねば物の見事に死んで』(原文)と、そして、『生命惜

しさに生存へて居るやうな卑劣な奴ではない』覚悟を決め、「あはれ男児の醇粹（いっぽんぎ）、清浄の血を流さむなれば愍然（ふびん）ともこそ照覧あれ」と勇を鼓して、大風の方向に向かって仁王立ちを決め込んだ。塔の下には川越の源太も来ていた。一夜明け、嵐は去った。五重塔は無傷だった。

いよいよ落成式。上人は喜色満面に、柱に「江都（こうと）の住人十兵衛之を造り川越源太之を成す」と筆太く書きこんだ。上人は、二人を振りかえり——『兩人ともに言葉なくたゞ平伏（ひれふ）して拜謝（をか）みけるが、それより宝塔、長（とこしな）へに天に聳えて、西より瞻（み）れば飛檐（ひえん）或時は素月を吐き、東より望めば勾欄夕に紅日を呑んで百有余年の今譚（はなし）は生きて遺（や）りける。』（原文）と、めでたく終わった。

読後に思ったことだが、十兵衛の頑固さは、自分の腕に対する、内心の不安からくるものではないのか？ 重い腰を上げて塔の上で風雨をにらむポーズを人は、歌舞伎役者の“見栄”のように思える。人はそれを賞賛するかもしれない。しかし、露伴はそれを明示的には表現しないが、それを想像するようには表現している。確かに塔はみごと完成した。しかし、その精神は名人にふさわしいか？ 真の名人は、技量だけで良しとしないのではないか、原文の名ゼリフは、歌舞伎の場面ならいいが、多分に独善的だ。

——こういう点を、露伴は余韻として残しているように想える。十兵衛を名人のうちに入れて考えるのなら、彼に機会を与え、譲り、陰ながら支えた朗門上人や源太兄貴らも、人を育成し世渡りを教えている点で、内省の大切さを知る人たちだ。これは、周囲の人たちの陰徳というものでもある。皮肉っぽくいえば、露伴は、歌舞伎役者よろしくお見栄を切っている駆け出し名人と、彼を支える陰徳の人たちの対比をしたかったのでは、ないだろうか。

（脚 注）

文体が文語文で言文一致体ではないので、「なり」とか「べし」などの文末であり、会話文も「」書きにはなっていません。また、漢字が旧字体なので慣れるまでは、かなり読みづらいと思います。

ただ、文語文には独特のリズム感があり、話が次々と展開していくのを楽しく読み進めることができます。

新入会員紹介

株式会社 水戸グリーンサービス

本社

〒310-0903

茨城県水戸市堀町 959 番地

TEL 029-225-2754

FAX 029-227-2783

福島営業所

〒963-5321

福島県東白川郡矢祭町関岡字小坂 77 番地

TEL 0247-46-2622

FAX 0247-46-3288



代表取締役
雨 貝 洋



専務取締役
雨 貝 綱 太

沿 革 昭和 47 年 10 月 設立

資本金 30,000,000 円

建設業許可 国土交通大臣 許可（特-27）第 11856 号

事業内容 法面保護・斜面安定化工事、造園緑化工事、環境土木工事等の請負、
土木建設資材・造園緑化資材等の販売、
再生可能エネルギー事業（太陽光発電、地中熱・水熱ヒートポンプ等）

会社紹介 弊社は、防災・法面保護工事を主体に、緑化・修景技術、補修・補強技術、環境保全技術等を生業とし、茨城県内を中心に営業致しております。

また、「自然・環境を保全し、自然と共生して健康でやすらぎのある暮らし創りに貢献する。」を経営理念に掲げ、日々の業務に努めております。

弊社は昨年創立 46 周年を迎え、これまで通り蓄積したノウハウを存分に活かした活動を展開すると共に、次世代の担い手を確保し、生産性の向上を図り、私どもに課せられた社会的使命を今後も継続して果たしていく所存です。

ごあいさつ 私たちの小さな努力と技術でこの自然や環境を後世に残したい、安全・安心な暮らしを創造する一助になりたいとの思いで、ここまで歩んで参りました。

DKボンド工法は他の落石対策工に比し、断然環境配慮に特化した工法であり、弊社の使命を果たすうえで非常に有効な手法であると認識しております。

この度の入会を承認頂きましたこと、誠に感謝いたしますと共に、事務局並びに協会員の皆様方には末永くお付き合いのほど、よろしくお願い申し上げます。

事務局から

○継続出展者感謝状贈呈式

平成 28 年 10 月 20 日、名古屋市千種区の吹上ホールで開催された建設技術フェア 2016in 中部の初日閉場後に同ホール内に於いて「継続出展者感謝状贈呈式」が開催されました。

初回から継続して 20 回目の出展者、15 回目、10 回目に該当する出展者が中部地方整備局中部技術事務所長から感謝状を贈呈されました。

20 回継続出展者は企業 6 社、15 回目は企業 9 社、10 回目として「全国落石災害防止協会」を含め 2 団体、6 企業でした。

当協会からは入江会長が出席され、感謝状を受け取られました。



編集後記

「落災防だより」は、今までの印刷物に代えて本号からメールによる配信にしました。理由としては印刷製本の経費を抑えることにありましたが、掲載内容の充実についても検討してみました。

その試みとして、本号から新しく企画を 2 本採りあげています。

「落災防学習室」では DK ボンド工法に関わりのある基礎的・基本的な知識を掘り起し出来るだけ発信していきたいと考えています。今回は飯坂武男顧問によるコンクリートの話でしたが、次回はその続きのモルタルの話です。さらに、それらの耐久性についての話もあります。ご期待ください。

「コラム名作の泉」では名作と呼ばれる文学作品について解説していただき、名作たる所以を感じ取り味わって頂くもので、今回の幸田露伴「五重塔」は、昔の江戸を舞台にした明治期の作品ですが、時代の風俗、日常の習慣などを優れた描写によって興味深く読ませてくれます。中でも圧巻なのは激しい大嵐が襲ってくる場面の描写です。例えば「猛風一陣どつと起つて、斧をもつ夜叉矛もてる夜叉餓えたる剣もてる夜叉、皆一斉に暴れ出しぬ。(原文のまゝ)」 「手ぬるし手ぬるし酷さが足らぬ、我に続けと憤怒の牙噛み鳴らしつゝ (中略) 鋭くをめき叫んで遮に無に暴威揮ふほどに (原文のまゝ)」など、執拗に猛威の状況を表現しています。上記のように少し読み難い面はありますが、十分に読み応えはあると思います。挑戦してみてください。

(文責 Y)