

落災防だより

発行日 平成31年1月10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



2015年度施工 岡山県和気町大中山地区

目 次

巻頭緒言 「万古不易を想う」	入江健太郎会長	… 1
総会報告 第5回通常総会	事務局	… 2
理事会・委員会報告	事務局	… 9
活動報告 工法普及促進活動	事務局	… 11
特別講演 「振動計測による亀裂性岩塊の安定度調査」	沢田和秀岐阜大学教授	… 14
コラム 「名作の泉」	作家 久井 勲氏	… 25
落災防學習室 「コンクリートとモルタルのお話 2」	飯坂武男第二建設(株)顧問	… 27
編集後記	事務局	… 32

卷頭緒言

万古不易を想う

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

先日、開通から 30 年を迎えた「瀬戸大橋」（鉄道道路併用橋としては世界最長）を、車で走りながら小学生であったころの当時の風景を回想していたところ、その風景の多くに何も変化がないことに気が付きました。吊り橋と合わせて「絵」を成していた当時の印象深かった夕日のある景色も、以前のものと同じなのです。そんな中であきらかに変わっていたのが橋の上を走る自動車でした。30 年どころか 10 年前と比べても流行のデザインなのか違いが判った程です。

昨年暮れに 11 月の「土木の日」を社内で話題にしたことがあったのですが、皆様ご承知の通り土木の日とは 11 月 18 日です。その由来は日付を漢字で書くと土木と読めることと、現在の土木学会の前身の工学会の創立が明治 12 年の 11 月 18 日であることらしいのです。しかし現実的に土木は明治から出現した分野ではなく、それ以前にも当然にありました。何千何百年も前から土木とは、土地を拓き国を創る要のような役割を担ってきたといえます。そのことは、作るということと同時に、労働を供給することでもあり、更には作られ整備されたものは、日々の生活を支える日常的なユーティリティの側面も合わせ持っています。

私の住む岡山では、昨年西日本豪雨によって倉敷市真備町などが大きな水害に見舞われました。一方で岡山市中心部では大きな水害はありませんでしたが、実はそこを流れる旭川では、堤防ギリギリのところまで水位が上がっていたことを私は自分の目で確認しています。もう一日雨が続ければ流水が堤防を越え市街地も水害に見舞われていたでしょう。このときに頭をよぎったのが 400 年も前に旭川の水害対策を講じた備前藩主池田光政公による土木事業のことでした。これは旭川が市街地に入る手前に枝川（百間川）を築造し、豪雨などにより旭川が反乱するのを回避する目的のものでした。今回、岡山市中心部が大きな水害に見舞われることがなかったのは、まさに 400 年も前のこの土木事業のおかげなのです。

産業革命以後の機械、化学の発達から近年の IT の情報化革命に至るまで、あらゆる道具、生活環境が目まぐるしく変化してきました。片や土木は社会が維持されて行く中で、それらと違った次元で活きているのだと昨年の豪雨によって改めて痛感しました。何百年も前の人々の思いが「土木」となって、今なお社会が支えられているということは、我々現代の土木人にとっても感慨深いものがあるのではないでしょうか。

2019 年 1 月 1 日
一般社団法人全国落石災害防止協会
会長 入江健太郎

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 30 年 5 月 24 日岡山市内のリーゼントカルチャーホテルにおいて、第 5 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定数である会員数 23 に対し、会員出席 13 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、提案した平成 29 年度事業報告・会計報告が了承され、平成 30 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）

岡山は「晴れの国」と言われています。すごく雨の少ない場所ですが、実際に降水量の少なさは全国第 3 位です。本日は晴天となり面目躍如といった処です。

DK ボンド工法自体の市場としては、平成 27 年度から 29 年度まで全国的には殆んど横ばいです。発注額としては概ね 11~12 億円前後で推移しており、これは最盛期の 3 割程度です。平成 26 年度が 15~16 億円でしたので、未だ落ち込んでいる状況ですが、全国レベルでどうだという見方をするよりは各地域での問題ですので、この数字をもって一概にどうかと思う必要はないと考えています。

DK ボンド工法はご存じのとおり労務費割合の高い工法です。それが施工会社に有利となる工法であることは申すまでもありません。今後とも地方の建設業の息を切らさないためにも、DK ボンド工法の活用を続けて頂ければと思っております。

第 5 回通常総会の様子



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29年度事業報告」

①会議 「第4回通常総会」H29年5月25日 名古屋市TKPガーデンシティPREMIUM 会員16社参加、委任状出席7社

議題：平成28年度事業及び会計報告、平成29年度事業計画及び予算

「第1回理事会」H29年8月31日 岡山市第二建設㈱会議室

「第2回理事会」H30年3月15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3箇所、プレゼンテーション3箇所など

(広告掲載) 建設専門誌5誌7回掲載など

第2号議案「平成29年度会計報告」

予算3,150,000円、決算3,521,192円、次期繰越金131,003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30年度事業計画(案)」

①会議 「第5回通常総会」H30年5月24日 リーセントカルチャーホテル
「平成30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

○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30年度予算(案)」

予算3,150,000円(H29年度と同額)

第5号議案「役員の選任」

6名の役員が再任され、臨時理事会で互選により会長、理事、監事が決定しました。

会長(代表理事) 入江 健太郎(第二建設株式会社) 再任

理事 宇賀田 登(第二建設株式会社) 再任

理事 小林 大二(川中島建設株式会社) 再任

理事 佐藤 守久(馬瀬建設株式会社) 再任

理事 古俣 洋一(株式会社シビル) 再任

監事 小田 節昭(シンタカ建設株式会社) 再任

その他「DKボンドモルタル強度推定式の見直しについて」

第二建設株式会社担当者が強度推定式の見直し結果について説明を行い、質疑応答の上、会員の理解が得られました。

その他「目地工、寒中養生中のひび割れの発生について」

出席会員から厳寒期において寒中養生中にひび割れが発生したとの意見があり、他会員らとの活発な意見交換がありました。

この件につきましては、後日、第二建設株式会社の飯坂顧問から解説レポートを送付して頂きましたので、本報告の末尾に掲載いたします。

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。(講演・研究報告として別掲)

≪現地視察≫

翌日の 25 日には、岡山県内における近年の DK ボンド工法施工地を視察しました。

視察地は、瀬戸内海国立公園特別地域「王子が岳」（岡山県玉野市渋川・倉敷市児島唐琴）でした。ここは平成 6 年の林野火災後、平成 7 年度から 22 年間復旧工事（治山・道路防災）が実施されており、その内の平成 27、28 年度施工地を視察しました。

施工地周辺の景観

旧国民宿舎から仰視した眺め



(倉敷市児島唐琴)

山上遊歩道からの眺望



(玉野市渋川 4 丁目)

施工概要

- (1) 平成 27 年度復旧治山事業 児島唐琴地区 山腹工 (岡山県備中県民局発注)
(施工対象岩塊 3箇所)

清掃工	131.6	m ²	モノレール運搬	363.0	m
目地工	5,564.5	ℓ			
注入工	16,457.0	ℓ			



- (2) 平成 28 年度復旧治山事業 児島唐琴地区 山腹工 (岡山県備中県民局発注)
(施工対象岩塊 2箇所)

清掃工	149.0	m ²	モノレール運搬	351.0	m
目地工	7,011.6	ℓ			
注入工	14,115.0	ℓ			



瀬戸内海をバックに視察参加者の面々



<特別寄稿>

モルタル・コンクリートのひび割れについて

第二建設株式会社顧問 飯坂武男

今年度の協会総会時にその他の項目で質疑となった「ひび割れ(crack)」についてであります。会場では会員による（養生中の）目地モルタルのひび割れが見られたとの発言に、それら原因などについて数名の会員から発言があり皆さん正解がありました。本報告はそれらをまとめた内容です。

以前にセメントコンクリートの耐久性について報告したが、コンクリートの寿命、耐久年数は自然環境下では 100 年以上経過しても性能の低下は見られない。しかし鉄筋コンクリートは挿入された鉄筋がサビて膨張し、コンクリートにひび割れが発生する。さらに、このひび割れに水が浸透して鉄筋はサビてひび割れは拡大していくのである。

このようにセメントモルタルやコンクリートは、ひび割れの発生し易い材料であり、この原因は鋼材のように粘りがなく、部材 1m に対し 0.1~0.2 mm(0.01 ~ 0.02%)の伸びでひび割れが発生する。それ故、硬化後に鉄筋コンクリート構造物をよく観察すると、ヘアクラック(hair crack)や構造物を貫通するなどのひび割れを発見することができる。

モルタルやコンクリートのひび割れには、打込みから凝結・硬化直前に発生するひび割れと硬化後数日経ってから発生するひび割れがある。当総会時の質疑・話題になったひび割れは、前者の初期に発生するひび割れに相当し、その原因などを次に記載した。

一般にモルタルやコンクリートの初期ひび割れ原因是、セメントの異常凝結、膨張等による場合もあるが、これらは材料的性質によるもので稀に発生する。それ以外で大きく影響する因子はブリージング(bleeding)現象である。

モルタルやコンクリートの作業工程は、練混ぜ(mixing)・打込み placing)・締固め (compaction)・仕上げ(finish)・養生(curing)と順次実施される。初期ひび割れはこれら作業の継続中の仕上げ直後までに発生し、水和収縮、沈下収縮、プラスチック収縮などと呼ばれ、総称してプラスチック収縮と言い、そのひび割れをプラスチックひび割れ、または初期ひび割れと言われている。

このブリージング現象とは、材料分離に伴うものでモルタルやコンクリートの練混ぜ後に水が上昇する現象を言い、上昇した水をブリージング水(bleeding water)と言う。

練混ぜたモルタルやコンクリートは質量の小さい水は上昇し、大きい物質は沈下して材料分離が生じる。上昇して上面部に溜まった微細な物質をレイタンス(laitance)と言い、打継目の欠陥となる。また、この水の上昇した経路を「水みち」と言い、骨材下面や水みちには水が溜まり蒸発すると空隙となり、コンクリートの欠陥部となる。また高さのある構造物では上層部と下層部とでは、この材料分離による強度差が生じ、学会などでは一度の打込み高さを 1,5m 以下と制限している。

このようにモルタルやコンクリートは打込み時にブリージング現象が始まり、水が表面に浮かび上がる。上面部に上昇した水は蒸発する。この上昇する水量と上面の蒸発量が等しいか、上昇水量が多い場合にはひび割れは発生しない。逆に上昇水量よりも蒸発量が多いと表面は乾燥してひび割れが発生するのである。

岩接着 DK ボンド工法は、山間部に多く、木陰もあるが直射日光を受ける場所も多い。本工法でのひび割れの発生程度は、目地工においては表面の急激な乾燥によるひび割れが発生する可能性がある。その防止対策は季節に関わらず、目地モルタルの表面を急激に乾燥させないことである。現場の気象状況にもよるが、ひび割れは夏期に多く、洗濯物が良く乾く日(温度高・湿度低・風強)は、特に初期ひび割れが発生し易く、現地の気象情報などを適切に判断し、仕上げ後には必要に応じてビニールシートなどで覆う必要がある。

ビニールシートで覆う養生に寒中コンクリートの養生がある。寒中コンクリートの養生はビニールシートで覆い、その中でボイラなどによる養生方法である。この養生では熱の排出口や上部方面に熱が留まり、急激な乾燥となり、ひび割れが発生する場合がある。

注入工においては、岩石の亀裂に注入するのでモルタルの乾燥はなく、ひび割れは発生しない。しかし注入終了後にはブリージングによる沈下収縮は多く、沈下は必ず発生する。その対策としては、注入終了後の最終的な目地工(注入口を塞ぐ)は、注入終了後 2-3 時間置くか、翌日に施工を実施するのが望ましい。また注入工口の高さや仕上げ時間を配慮することで欠陥箇所はより少なくなる。

以上

理事会・委員会報告

【理事会】

平成 30 年 8 月 30 日（木）、岡山市北区の第二建設株式会社会議室において、平成 30 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 1 件が原案どおり承認されました。

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 「平成 30 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 1 件を参加予定
- 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
及び産経新聞など 7 月時点までの活動を報告

検討事項 1 「技術委員会委員長及び委員の選任について」

技術委員会委員の任期満了に伴う次期委員及び委員長の選任について審議の結果、現委員全員並びに委員長の再委嘱が決定しました。

一般社団法人 全国落石災害防止協会

技術委員会 委員名簿

構 成	氏 名	所 属 法 人 名
委員長	理事 宇賀田 登	第二建設株式会社
委 員	代表理事 入江 健太郎	第二建設株式会社
委 員	理事 小林 大二	川中島建設株式会社
委 員	理事 佐藤 守久	馬瀬建設株式会社
委 員	理事 古俣 洋一	株式会社シビル
委 員	監事 小田 節昭	シンタカ建設株式会社
委 員	橋本 浩美	第二建設株式会社

※ 但し、委員委嘱期間は平成 30 年 9 月 1 日～平成 32 年 8 月 31 日

【技術委員会】

平成 30 年 8 月 30 日（木）、平成 30 年度第 1 回理事会の閉会後、引き続いだてて平成 30 年度技術委員会が開催されました。

岡山市北区の第二建設株式会社会議室において、委員長及び委員 5 名計 6 名の参加により、検討事項 1 件の審議の結果、原案どおり承認されました。

委員会に提出された議案等は次のとおりです。

検討事項 1 「技術資料（設計施工要領）の補正について」

協会発行冊子「設計施工要領」中の一部記載について、ページ間の内容に整合を欠く部分があり、この解消を図るための措置として補正文を付け加える。

（内 容）

清掃・水洗工面積の算出において C 法に適用する予備幅 10 cm の取扱いについて、2-5 ページの下段に次の補正文を貼り付けます。

上記のとおり「清掃・水洗工」の施工は、亀裂表面だけでなくその周囲を含めて行うことを中心としている。

但し、亀裂開口部の配置や周囲の状態等によって、一律に当該幅以上とする施工が困難な場合などでは、それらの状況に応じた施工となる。この場合の施工数量（調査段階での清掃・水洗い面積）の算出は、本要領 2-12 表 2-8「調査亀裂表」の例に示すように、亀裂奥行きと亀裂長さによって行うものとする。

協会活動報告

—平成 30 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 30 年度の主な活動

(1) 工法説明会・展示会活動

① 「室戸阿南国定公園内エボシ岩落石対策説明会」(高知県林業振興環境部主催)

9月 19 日 「室戸世界ジオパークセンター」(高知県室戸市室戸岬 1810-2)

・DKボンド工法プレゼンテーション (13 時～、同センター内)

室戸岬内にある「エボシ岩」の一部が崩落したため、県・市・ジオパーク関係者等が岩の保全と遊歩道の安全を確保する工法を検討する一環として、「DKボンド工法」の説明会開催について第二建設へ協力依頼がありました。

当時は、前出の関係者など 14 人が参加する中で、第二建設株の赤沢健氏が「岩接着 DK ボンド工法」～景観に配慮した落石予防工～をテーマにパワーポイントによる説明を行いました。工法の特長や景勝地での施工実績等を説明し、景観の保全効果や高い耐久性などの事例を紹介しました。

ジオパークセンター

工法説明会の状況



② 「建設技術フェア 2018 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 17～18 日 「吹上ホール」(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「維持管理・長寿命化」「ロボット AI 技術」など出展 239 技術 6 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などの施工箇所の状況を解説するパネル展示のほか、動画による施工方法の解説を常時放映して、馬瀬建設株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。

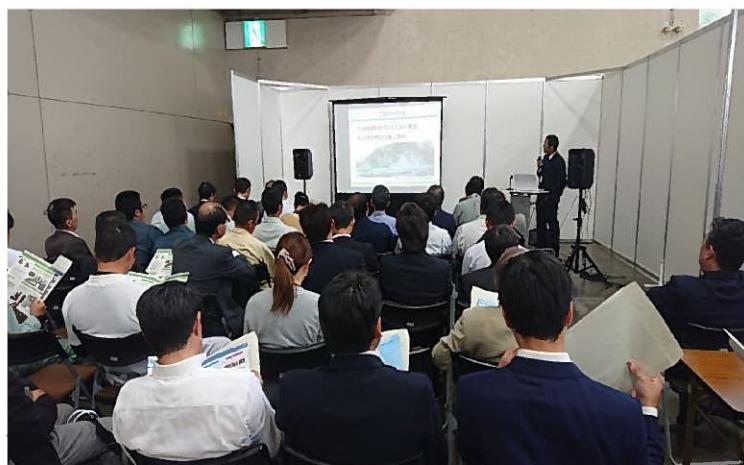
吹上ホール
ブース出展
の状況



・DKボンド工法プレゼンテーション（10月17日、同ホール内）

プレゼンテーションを行う33技術のうち「DKボンド工法」は「防災・災害対策分野」の10技術の中で、馬瀬建設株の舟坂氏が「巨石の落石対策～景観に配慮した落石予防工～」をテーマに巨岩の落石対策について、「DKボンド工法」が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、施工箇所の経年状況などを紹介しながら景観保全効果や耐久性の高さなどを解説し、また、工法技術の応用として河川護岸の石積補修などを紹介しました。

吹上ホール
プレゼンテーション
の状況



③「第15回日本地震工学シンポジウム」(日本地震工学会、土木学会等11団体主催)

12月6～8日 「仙台国際センター」(仙台市青葉区青葉)

・DKボンド工法ブース出展

学術講演発表に併せて各機関の技術展示会が開催され、地震防災の取組み、地震工学関連技術などを一般の方々に理解して頂く場が設けられました。「DKボンド工法」は加速度計や測定機器メーカーなどのブースと並んで、工法の特長や東北地方太平洋沖地震での耐久性を解説するほか、多様な工法の活用状況などをパネル展示によってブース来訪者に説明を行いました。

仙台国際センター
ブース出展の状況



(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拡散を期待して工法宣伝活動を実施しています。

①日経コンストラクション「自治体向け特別版」2018年4月16日

「工事担当者のためのインフラ構築・管理」に広告を掲載しました。

②(一財) 経済調査会「積算資料(公表価格版)2018」2018年6月号

斜面防災特集「斜面・法面対策工法ガイド」にDKボンド工法の紹介記事並びに広告を掲載しました。

③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26日

ジャンル別 法面の部に企画広告を掲載しました。

④日経コンストラクション別冊「NETIS登録技術2018」2018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の共通工として)」広告掲載

⑤産経新聞統合版「豪雨災害見舞記事」広告掲載 2018年7月31日

⑥建設工業調査会「ベース設計資料／土木編[後]」2018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

⑦(一財)経済調査会「積算資料(公表価格版)2018特別編集版」2018年12月

6月刊行の斜面防災特集「斜面・法面対策工法ガイド」を再編集して発行

DKボンド工法の紹介記事並びに広告が再掲載されました。

(今後の広告掲載予定)

⑧日経コンストラクション「設計・施工ガイド2018下期」2019年1月22日

⑨建設工業調査会「ベース設計資料／土木編」2019年3月

□ 記念講演

第5回通常総会にお招きした岐阜大学工学部の沢田和秀教授から「振動計測による亀裂性岩塊の安定度調査について」と題するご講演がありました。これには(一社)全国落石災害防止協会が岐阜大学にお願いしている工法研究の進捗について、現状の報告を兼ねて行って戴きました。現在の研究の内容と状況を大変解り易く説明され、さらに現状での課題や今後の方向などへ話を進められて、研究が進展しつつあることが実感できました。

講演の概要については次のとおりです。



ご講演中の沢田先生

「振動計測による亀裂性岩塊の安全度調査について」

岐阜大学工学部 沢田和秀教授

《本研究の経緯》

これまでやってきた事のおさらいと、これから何をしなければいけないかをお話ししようかと思います。岩盤に接着工を施工しようとする時、その岩が本当に安定なのか、不安定なのかを調べる方法を開発しようとするのが、この研究の目的です。

これが出来ると不安定な岩塊が分かるだけでなく、皆さんが基岩と思っている岩盤が間違ったものであることも、確認出来るという予想を立てています。

どんなことをしているかは資料1ページに書いてある通り、基岩と不安定な石とに加速度計（図中の赤い印）をくっ付けて計測していく、それらの揺れ方の違いを見つけてあげると、これが安定か不安定化が分かると云うことを、これまでチャレンジしてきました。

今申し上げた考え方は、ネクスコ NEXCO がまだ J H (日本道路公団) だった頃に開発された「旧 J H 方式」という方法がありまして、資料 2 ページを見て戴きたいのですが、左上のグラフの縦軸には卓越周波数を採っております。物体にはその物自体が揺れやすい周波数帯を持っています。例えば、ここに団扇がありますが、この団扇を手で持って揺らす（振る）と、小さな力でも団扇が揺れやすい揺らし方が出来ます。

団扇は一所懸命に扇いでも風を送れないけれど、いいタイミングで揺らすと風を沢山送れます。（このタイミング的な）これが卓越周波数のようなものだと思って下さい。

この卓越周波数を縦軸に採って、横軸には RMS 速度振幅比というものの、これは不安定な岩と安定な岩の揺れ方の差です。これらを調べてグラフに落としていくと、赤の点線で囲っている領域の範囲に入れば不安定ですよ、と云うことが分かる。

一方、右のグラフでは、縦軸に減衰定数を採っています。これは又、団扇で説明すると、指で弾いて揺れが止まり易いか、止まり難いかの程度を表すのが減衰定数と云うものです。止まり易いものは数値が高く、いつまでも揺れているものは数値が低く不安定であると云うことです。

このような縦軸、横軸の採り方をすると、（左と右の）どちらのグラフも右下の方が岩は不安定ですよと云うことが分かる。このような図を作りたいと云うことで、岩を測ってみようと色々とやってきました。

次に、資料 3 ページですが、皆さんからの要望が現場の山では、なるべく軽い計測器を使おうということで、メムス (MEMS) タイプといって小型の装置を使っていこうと思っていましたが、これが小型過ぎて余り精度がよくなかったので、ひとまずこれの使用を諦めました。それでこの図に大きく × (バツ) 印を付けました。

《ひずみゲージ式加速度計による計測》

そこで昨年度から導入したのが、古くからある「ひずみゲージ式加速度計センサー」と云うものです。これを使って色々な計測をやってみましたというのが、資料 4 ページと 5 ページにあります。

データロガー（データの計測、収集、保存する装置）も小さなものを導入しまして、現場で供用する前に資料 5 ページの写真にあるようにブロックを不安定に積み上げていって、（人為的に揺れを起こし）それぞれの一番上のブロックの振動を測ると云うことをしました。同じページのグラフはそれぞれ 2 段積から 5 段積までの計測結果ですが、横軸は周波数（ヘルツ）、縦軸は振幅で揺れの大きさと思って下さい。この横軸で周波数が 100 というのは、揺れがすごく速いと云うことで、左へ数値が小さくなる程、揺れが遅くなっているという意味です。

この波形をどう見るかと云うことですが、例えば、一番上の 3 段積のグラフでは、横軸の 32 ぐらいの処で山形に立っています。すぐ下の（4 段積の）グラフでは、この尖がりが 30 ぐらいの処、その下の（5 段積の）グラフでは 20 ぐらいまで下がっています。

どう云うことかと言うと、背（丈）が低いものを揺らすには大きな力が必要です。ところが、背（丈）が高いものを揺らすには、そんなに力は要らないという原理と同じで、

不安定なもの程ゆっくり揺れて、安定なもの程速く揺れると云うことです。

ですから、3段積は速めに揺れて、4段積、5段積になる程、ゆっくり揺れ始めてくる。ゆっくり揺れると云うことは、不安定な要素が増えると云うことまで分かったので、これを現場でやろうとしたのが資料6ページの写真です。

ここは馬瀬建設さんの現場なんですが、写真のように加速度計を岩に取り付け、大ハンマーの打撃で振動を起こして色々と計測してみましたけれども、大ハンマーの打撃は危険でもあるし、うまく岩盤が揺れてくれない。何故なら、衝撃的な揺れは起こせるけれども、その岩自体が揺れたい揺れ方の振動を入力することが出来ないことにあります。

《新たな機器の導入》

そのため、今年度は新たな機材を導入してみました。資料8ページの次のページに「これまでの取組からわかった課題」として示していますが、知りたい岩塊に伝動させられるような大きさの振動を与えられない。要するに、良い振動を与えられないのが一つ、もう一つはその振動を上手に与えることによって、揺れやすさを助長させることが中々できないと云うことです。

この2つを解決するために、写真にあるような直径が12cmぐらい、奥行が15cmぐらいの太鼓の様なのですが、重さ5kg程のこの装置を岩の上にくつ付ければ、水平に揺らすことができます。このためにはコントローラーとアンプが同時に必要になるので、現場に搬入する機材が多少増えるのですが、測定をキチンと行うために必要なので揃えてみました。

そのページの下段に書いてある「理想はホワイトノイズの入力」とありますが、ホワイトノイズとは何かと云うと、世の中には色んな揺れが合成されて存在しています。例えば、東北の地震のとき、地震の揺れがすごくゆっくりであったとニュースで聞かれたことがあると思います。この揺れがゆっくりだと何が起こるかと云うと、東京の方まで届いて高層ビルが大きく揺れている映像で見られたように、あのような揺れを与えます。

これが直下型地震になると高層ビルはあのように揺れない。何となく揺れたという感じになります。ところが、東北の地震のような海洋性地震では、振動が遠くからやってきて長い時間にゆっくりした揺れが起こります。しかし、速い揺れよりもゆっくり揺れる力の方がものすごく大きかったので、東京のビルがユラユラ揺れたと云うことです。

ところで、この色んな揺れを分解していくと、例えば、資料5ページの右下にあるグラフのように尖がり（波形の頂部）が色んな処にあるのが、積み重なって全体が揺れていますと云ふうに分解できます。この分解する前の色んな波が入っているのがホワイトノイズです。

このホワイトノイズを発生させるには、複雑な揺れを起こさせる必要があるため、振動を起こす装置がすごく複雑になります。そうすると装置が巨大化してしまいます。これでは困りますので、そこで、スイープ波と云うものを入れることにしました。

どんなものかというと、資料の最後のページの一つ前のページに「固有振動数を知る」というのがありますが、最下段に緑色の波形を描いている図を載せています。この図のように、左からゆっくりした振動が右へ段々速くなるような、或いは、右の方から速い振動が段々とゆっくりになるような、こんなものをスイープ波と云います。

これを利用すると何がいいかと云うと、例えば、団扇を使って説明すると、風を一番起こし易いのは、ゆっくり扇いでいるのを段々速くしていくと、振れを小さくしないといけないが、風が一番起こるのは、これくらいの速さで団扇を扇ごうとすると、この程度の振れでしか扇げないけれども風が沢山いく。さらに、これぐらいで扇ぐんだったら、これぐらいの速度が一番大きな風がくる、というふうに一番いい処を色々と振動の速度を変えて見つけることが出来る。これがスイープ波の強みです。

このやり方は鉄道総研が数年前にブロック積擁壁の揺れ易さを調べるのに使っていました。今回、この方式を探ってみようと、早速に馬瀬建設の社屋に近い道路沿いの岩に計器を取り付けました。資料では8ページの次のページにある岩塊の写真のとおりです。

その次のページを見て頂くと分かるように、1から12のケースで色々なことをやってみました。しかしながら、いま一つ良い結果が得られませんでした。

ところが一つ分かったことがあります。それはこのページの表の右の方に、測定時間60秒とありますが、この60秒というのが少しせっかち過ぎたのだろうと、今考えているところです。

人間というものはすごく良いセンサーを持っているので、例えば、団扇で扇いでいて自分に一番いい風が来るのを直ぐに見つけることができますが、機械では扇ぎをゆっくりから段々速くするような具合には、直ぐ見つけることができない。

時間を掛けて探していかないといい処を見つけてくれないだろう、と云うことが何となく計測結果の波形を眺めて一つ分かったので、もう一度、ゆっくり時間を掛けて計測してみようと思っています。

それから、先程のスイープ波のグラフ（緑色の波形）を載せているページを見て頂くと、ここにある「固有振動数を知る」という内容はある大学の教科書の一部をお借りしてきたものなのですが、右の図は床の上にバネと繋がった物体、例えば団扇があるとして、この団扇が図の黒円の物体のように先端にくっ付けてある考えたとき、この団扇の一番揺れ易い処（揺れの周期＝団扇を扇ぐ1回の時間）を探す計算式があります。

この計算式の要素は何かというと、団扇の重さと剛性です。このことは以前から知られていて、そこに理論式もありますが、これを使って考えていくうというのが、資料の最後のページになります。

《解決すべき課題への取組み》

このページの下段に図があります。（説明しますと）平地の上にコンクリートブロックを置いています。そのブロックの上に先程の振動発生器を乗せてブロックを揺らします。

その時スイープ波を入れると、このブロックは一番いい処で一番大きく揺れる筈です。この一番いい処（ブロックの固有周期）は何処かというのは、先程説明しました理論式を使って、このブロックの重さと剛性が分かっていれば計算できます。

これで一番大きく揺らすことができるならば、次に現場で計測する時に前回の計測対象の岩塊の大きさから類推して、この岩塊は大体どれぐらいで揺れるのかを予測した上で、計測できるであろうと云うことで大学院生と一緒にやってみようと考えています。幸い、当協会技術委員長の宇賀田さんも新潟県よりは大分近く（三重県）に越して来られたので、手伝って頂いてやっていきたいと思っています。

そこで、最後のページに書きました課題ですが、一つは振動発生装置には電源が必要ですので現場で発電機を起動するとして、余り険しい山にそれを担いでいくのもどうかなと思いました、最初のうちは実験なのでやり易い処で、解り易い結果を出したいと思っています。

二つ目のスイープ振動の入力については、先程の説明のとおり少しせっかち過ぎたということで、今度はゆっくりと計測していきたいと思っているところです。

次の確実な振動の入力、計測については、5 kg程の鉄の固まりのようなもの（振動装置）を不安定岩にくっ付けるわけなので、それが入力して計測しようとする岩と一体化しないといけないので、そこをどのようにするかというのが課題の一つになります。

これらが全て解決できて、何処の現場でも使えるものにしたいと思っております。
来年はもう少し改善されると思っています。

以上です。

（以下講演資料）

振動計測による亀裂性岩塊の安定度調査について

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

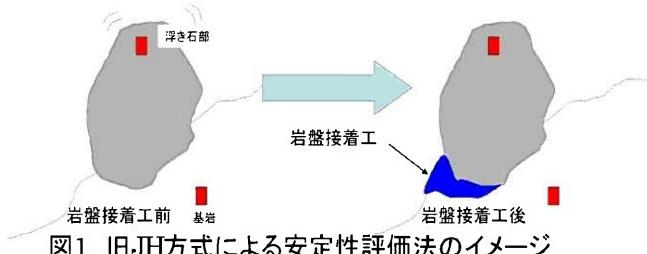


図1 旧JH方式による安定性評価法のイメージ

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

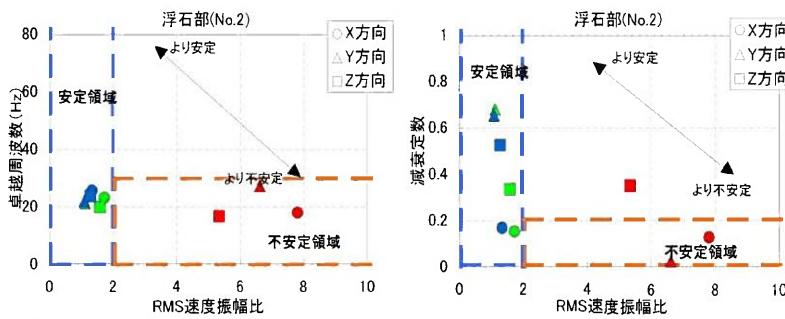


図2 安定性評価法: 卓越周波数および減衰定数とRMS速度振幅比関係

- 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

2

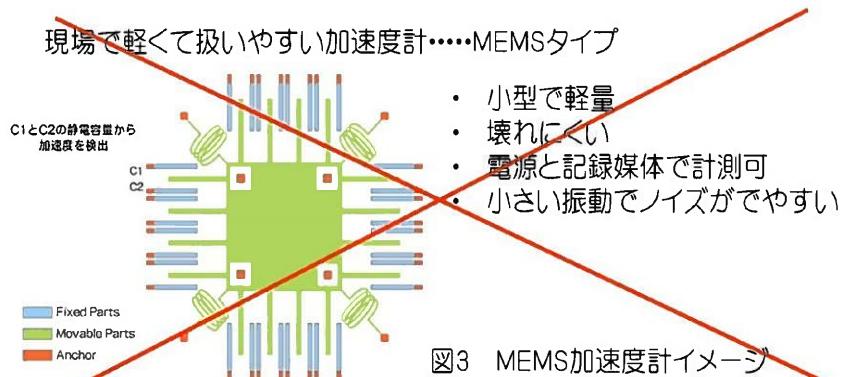


図3 MEMS加速度計イメージ

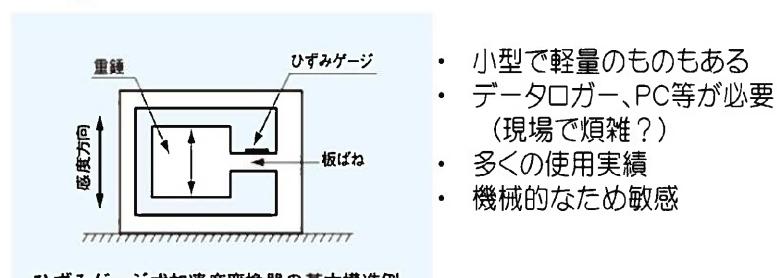


図4 ひずみゲージ式加速度計イメージ

3

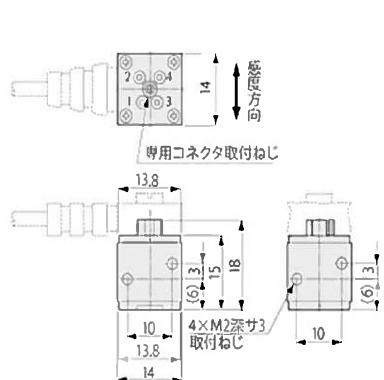
制御ユニット:EDX-10B(共和電業)
約170g 84.0(W)×26.6(H)×84.0(D)mm



機械的特性

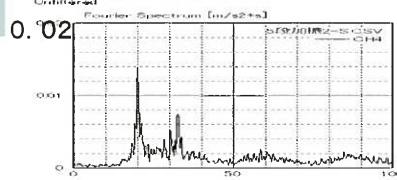
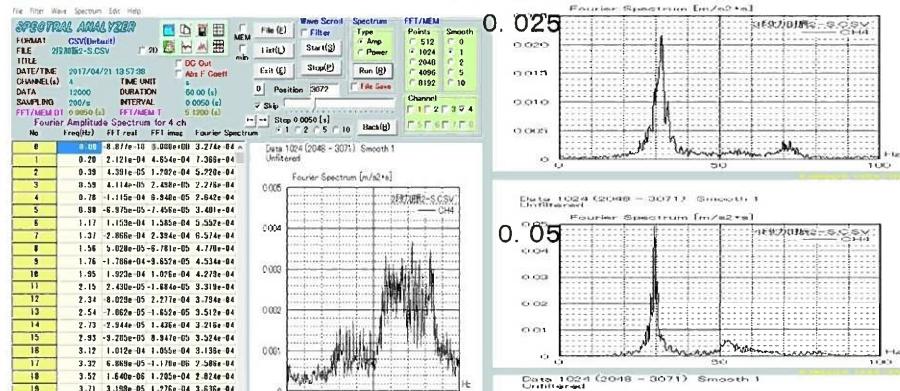


ひずみ計測ユニット:EDX-11A(共和電業)
約150g 84.0(W)×26.6(H)×84.0(D)mm



定格容量 ±19.61m/s²(±2G)
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)

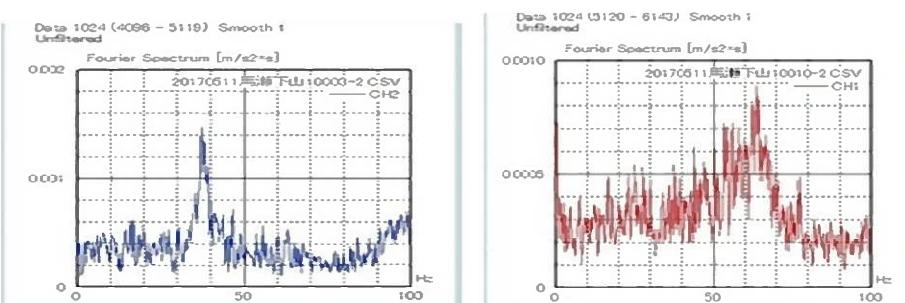
4



5

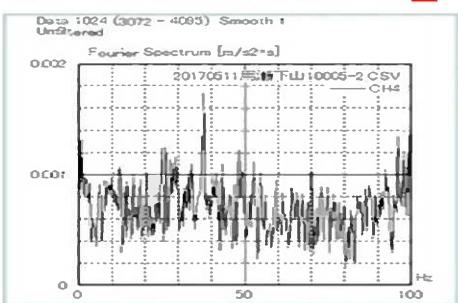


6



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
 - ・ 力ケヤ打撃のときのみ
 - ・ 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い
 - ・ 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

8

これまでの取組からわかった課題

- 1) 対象岩塊に影響する大きさの振動を与えない
- 2) 対象の岩塊の揺れを増幅させる振動を適切に与えない

- 1) 強制的に振動を与える装置を導入

- ・旭製作所 wavemaker05
- ・水平に振動する
- ・直径12cm奥行き15cm 約5kg
- ・制御装置で振動を作成
- ・コントローラーで振動を入力



- 2) 理想は、ホワイトノイズ(雑振動)の入力。

ホワイトノイズは、幅広い周波数を含む波を示す。

そのためには、大きな振動発生装置が必要。1)では不可能。

スイープ波を入力することで、小型の装置でも理想に近づく
ことができる。スイープ波は、周波数が徐々に大きくなる(または
小さくなる)ような波。



馬瀬建設近くの道路沿いの岩塊

Case	測定Case					
	振動発生装置		加速度計			
	取付箇所	周波数設定	取付箇所	サンプリング周波数	測定時間	取付方向
Case 1	浮石1	1~100Hz/60sec	浮石1	200Hz/sec	60sec	
Case 2	浮石1	11~70Hz/60sec	浮石1	200Hz/sec	60sec	
Case 3	浮石1	11~70Hz/60sec	浮石2	200Hz/sec	60sec	
Case 4	浮石1	1~100Hz/60sec	浮石2	200Hz/sec	60sec	
Case 5	浮石1	1~100Hz/60sec	基岩	200Hz/sec	60sec	
Case 6	浮石1	11~70Hz/60sec	基岩	200Hz/sec	60sec	
Case 7	基岩鉄板	11~70Hz/60sec	基岩	200Hz/sec	60sec	
Case 8	基岩鉄板	1~100Hz/60sec	基岩	200Hz/sec	60sec	
Case 9	基岩鉄板	1~100Hz/60sec	浮石2	200Hz/sec	60sec	
Case 10	基岩鉄板	11~70Hz/60sec	浮石2	200Hz/sec	60sec	
Case 11	基岩鉄板	11~70Hz/60sec	浮石1	200Hz/sec	60sec	
Case 12	基岩鉄板	1~100Hz/60sec	浮石1	200Hz/sec	60sec	
Case 13	基岩ボルト直	1~100Hz/60sec	浮石1	200Hz/sec	60sec	
Case 14	基岩ボルト直	11~70Hz/60sec	浮石1	200Hz/sec	60sec	
Case 15	基岩ボルト直	11~70Hz/60sec	浮石2	200Hz/sec	60sec	
Case 16	基岩ボルト直	1~100Hz/60sec	浮石2	200Hz/sec	60sec	
Case 17	基岩ボルト直	1~100Hz/60sec	基岩	200Hz/sec	60sec	
Case 18	基岩ボルト直	11~70Hz/60sec	基岩	200Hz/sec	60sec	

固有振動数を知る

下記の手順に従って、1質点系の構造物に入力される地震力を算定しなさい。

手順1 1質点系の固有周期の算定

固有周期の算定式を用いて、下記構造物を1質点系とし、その固有周期を求めなさい。

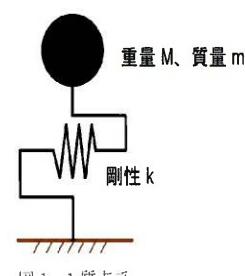
構造物：

質点の重さ(重量) $M=10,000\text{kN}$

バネの剛性 $k=1,800\text{kN/cm}$

重力加速度 $g=9.8\text{m/sec}^2$

建物高さ 7階建 25m



1次固有周期の算定式：

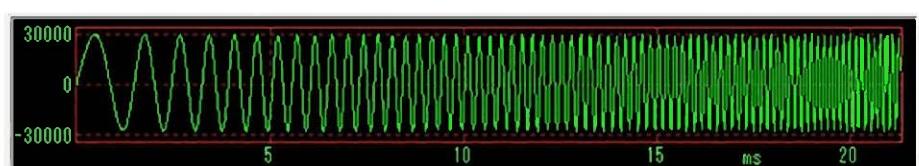
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

m : 質点の質量(ton)
k : バネの剛性(kN/cm)

(解答)

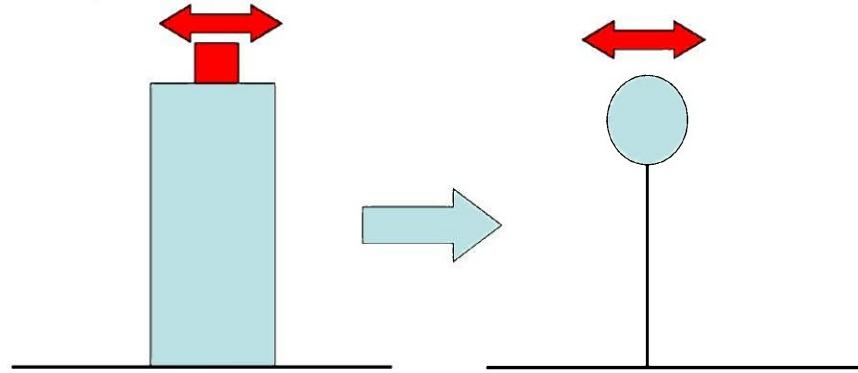
$$T = 2 \times \pi \times (10,000 / 980 / 1,800)^{0.5}$$

$$T : 固有周期(sec) \quad \underline{\underline{0.473 sec}}$$



これまで実施してきたことで解決すべき課題

- ・ 振動発生装置の電源
- ・ 適切なスイープ振動の入力
- ・ 確実な振動の入力と計測
- ・ 現場への適用

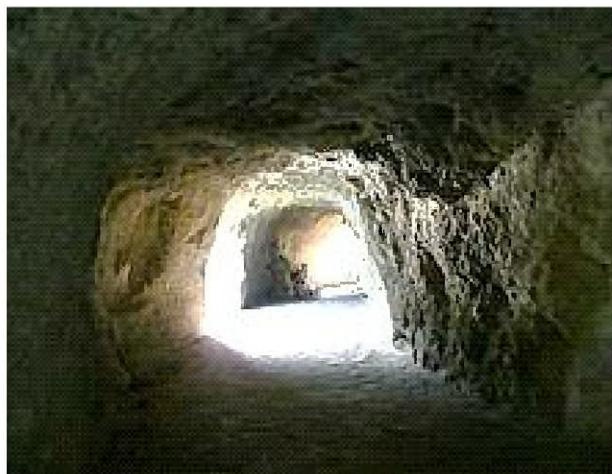


④ コラム「名作の泉」

今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る中で、作者の思いに触れ共感して頂くコーナーです。

今回、第二回目の「名作の泉」には菊池寛の「恩讐の彼方に」が登場します。冒頭、主人が奉公人に斬りかかる衝撃的なシーンから物語が始まります。ひたむきな大慈悲の思いが仇討ちの心をほぐすという人情話であり、小学校の国語読本にも教材として取り上げられた名作です。

「青の洞門」(大分県中津市本耶馬渓町)



(Wikipedia)

「恩讐の彼方に」

(菊池 寛 大正 8年)

作家 久井 熱

(岡山県在住)

○登場人物

- | | |
|-------------|-------------------|
| ● 市九郎 → 僧了海 | 越後生まれ 中川三郎兵衛宅の奉公人 |
| ● 中川三郎兵衛 | 浅草田原町の旗本 |
| ● 中川実之助 | 三郎兵衛の息子 (父死亡時 3歳) |
| ● お弓 | 三郎兵衛の愛妾 (元茶屋の奉公人) |
| ● 石工の棟梁 | 開削現場の石工棟梁 |

○ストーリー

市九郎は、主人の旗本中川三郎兵衛の愛妾お弓と不義密通を重ね、それが主人に露見した折、手打ちにされる直前とっさの反撃から主人を斬ってしまった。市九郎は動転したお弓にそそのかされて江戸を出奔し、しばらくは東山道の鳥居峠で茶屋を営みながら、人斬り強盗を行っていた。しかし、その罪深さからお弓と別れ、美濃大垣の真言宗淨願寺で明遍大徳のお情けにより、出家得度させてもらい、名を了海と改め、そこから諸国行脚の旅に出た。江戸出奔から 3 年後のことだった。

九州・豊前の宇佐八幡宮に参拝し、山国川沿いにある羅漢寺を目指した。郷に入った市九郎（了海）は馬子に出あつた。馬子がいうには、川沿いは通行の難所で、鎖を渡して何とか通行しているが、時に事故で足を踏み外して死ぬ者もいるとのこ

と。それを聞いた了海は一念発起して、その難所の岩場を掘削して安全に通行できるようにしようと誓願を立てた。

近郷の人々は、鑿(のみ)と槌(つち)だけで掘削にたずさわる了海のことを、気が触れた僧と見て避けた。しかし、一心不乱に掘削を続ける了海の姿に近郷の者の中にはこれを手伝おうとする向きも現れたが、何とも難工事のため、それも長続きせず、結局、了海一人がことにあたった。

ただ、取り掛かって 18 年目には中津藩の郡奉行の計らいから石工が協力してくれだした。

一方、中川三郎兵衛の子、実之助は 13 歳の折に事の仔細を聞かされた。江戸に出て柳生道場に入門し、19 歳で免許皆伝となったのち、仇討ちの旅に出た。諸国を遍歴し、27 歳のとき九州・中津城下へ来た。

ここで人づてに山国川沿いの不思議な僧が居るのを聞いた。その僧の素性を細かく訊いた。そしてその僧こそが、即ち市九郎と確信し、川へ急いだ。

工事現場に着いたとき、僧は鬼気迫る様相で鑿をふるっていた。実之助は覚悟して名乗ったところ、僧了海は観念した様子で、正直に自分の過去の正体を語り、そして素直に斬られるのを受け入れた。

はやる実之助が刀を抜きかかったが、石工たちが必死に止めた。そして石工の棟梁の計らいで、洞門の開通まで仇討ちは日延べすることになった。実之助はその工事の終わるのを待った。

しかしながら終わらない。実之助はしごれを切らして自ら開削を手伝うこととした。それでも工事の進み方は遅々としたものだった。

了海が掘り始めてから 21 年目、実之助が来て 1 年 6 カ月、延享 3 年（1746 年）9 月 10 日の夜九つ近く、ようやく洞門は開通した。

約束通り了海は実之助に自分を討てと申し出た。しかし、実之助は了海にすがりついて号泣するばかりだった。もはや実之助に仇討ちという思いは消えていた。

○ある感想

実之助は激情に馳られる自分をひとまずは制し、了海（市九郎）と一緒にになって、人の幸せのためにする仕事を優先し、一心不乱に取り組んで完成させた。それは本来の自分の使命ではない。むしろ憎い仇、市九郎の使命でしかない。しかし、その完成時には自分の使命ともなっていた。論語に言う「旧悪を念（おも）わず、怨（うらみ）是（ここ）を用（もって）希（まれ）なり」と。

（参考）

この作品は、江戸時代後期の豊前国（現大分県）の耶馬溪における実話を基に、菊池寛が仇討ち話を創作して書き加えた短編小説です。「青の洞門」を開削した実在の僧禪海の史実に取材したものですが、実際には独力で掘り続けたわけではなく、托鉢によって工事資金を集め、石工を雇って掘削させたようです。（Wikipedia）

▲ 落災防学習室

今回は、前回に続き 2016 年 7 月開催の勉強会の後半と同 8 月に開催された「コンクリート等に関する勉強会Ⅱ」の講習内容を合わせて掲載します。

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2）

〔ポリマーセメントコンクリート（モルタル）〕

ポリマーセメントコンクリートは 1923 年にイギリス人 L.Cresson により最初の特許が公告されている。このコンクリートに使用されるセメント混和用ポリマーは種類により大別される。

一般にはゴムラテックスや樹脂エマルジョンのような水性ポリマーディスバージョンを使用するもの、セルローズ誘導体のような水溶性ポリマーまたはモノマーを使用するもの、不飽和ポリエステルのような液状ポリマーを使用するもの、エチレンと酢酸ビニルの共重合体のような粉末エマルジョンを使用するものなどがある。

これら樹脂の使用はイギリスを中心には天然ゴムラテックス(natural rubber latex NR)、アメリカを中心にはクロロプレンゴムラテックス(chloroprene rubber latex CR)やポリ酢酸ビニル(polyvinyl acetate PVAC)が使用されていた。

我国では SBR ラテックス(styrene butadiene latex)、ポリアクリル酸エステル(poly acryl ester acetate emulsion PAE)及びエチレン酢酸ビニル(ethylene vinyl acetate emulsion EVA)エマルジョンの水性ポリマーディスバージョン(polymer dispersion)である。

水性ポリマーディスバージョンを通常、セメント混和用ポリマーディスバージョンと呼び、セメント重量の 5~30%程度混入されている。また 2009 年から第二建設がボンドフェラー+P として使用始めた P のエチレン酢酸ビニルエマルジョンの粉末は取扱いが容易とされ多用されている。

〔まだ固まらない性質〕

ポリマーセメントコンクリートのまだ固まらない性質はセメントコンクリートと大差はなく、使い易いと考えてよい。またその性質を表す用語はセメントコンクリートの用語と大差なく次のような語句がある。

コンシスティンシー(consistency 主として水量の多少による軟らかさの程度)、ワーカビリティー(workability コンシスティンシーと材料分離に抵抗する程度)、プラスチシティー(plasticity, 容易に型枠に詰めることができ、型枠を取り去るとゆっくりと形を変えるが崩れたり材料が分離することのないような性質)、ポンピビリティー(pumpability, ポンプ圧送するときのコンクリートの送り易さの程度)などがある。また通常の作業・施工時に関連として、よく出てくる語句・単語などに、暑中(hot weather, 日平均気温が 25°C を超える時期に施工する)コンクリート、寒中(cold weather, 日平均気温が 4°C 以下の気象下に施工する)コンクリート、

緑化(afforestation) コンクリート、施工計画(work plan)、エントレインドエア(entrailed air, AE 剤によって連行される空気)、エントラップドエア(entraped ear, 自然に混入される空気)、水セメント比(water cement ratio)、スランプ(slump)、スランプフロー(slump flow)、フロー(flow)、粘性(viscosity)、AE 剤(air entraining agent)、凝結時間(setting time)、養生(curing)、沈下(settlement)、計量(batching)、レイタンス(laitance)、ブリージング(コンクリートやモルタルの練混ぜ後に水が上昇する現象)、材齢(age, モルタル練混ぜ後からの月日)、混和材料(admixtures, セメント、水、骨材以外の材料で品質改善に用いる)、混和材(admixture, 混和材料のうち大量に使用される材料)、混和剤(chemical admixture 混和材料のうち少量に使用される材料)、目地材(joint filler or material)、注入材(grout filler or material)、混合セメント(blended cement)、高炉スラグ(iron-blast-furnace slag)、フライアッシュ(fly-ash)、シリカフューム(silica fume)、ヘアクラック(hair crack)、リサイクル(recycle)、品質管理(quality control)、スチール繊維(steel fiber)、カーボン繊維(carbon fiber)、ガラス繊維(glass fiber)などがあり、工事設計書などに記載されており、官庁・元請との会話に出てくる言葉である。また次のような用語も記載されている。

設計基準強度は構造計算の基準とする強度で構造物に加わる力に対して十分に安全である値、配合強度は土木の場合は設計基準強度に割増し係数を乗じた値、建築の場合は設計基準強度に割増強度を加えた値。呼び強度は土木の場合は設計基準強度を呼び強度に、建築の場合は設計基準強度に構造体強度補正值の割増しを行った値。

割増し強度または割増し係数は荷卸し地点の強度が最低でも呼び強度を満足する強度で品質の変動確率的に予測して設定する強度。などであるが、これ以外の単語・用語も表示、使用されている。

〔ポリマーセメント比〕

ポリマーセメントモルタルの強度はポリマーセメント比(P/C)に影響する。セメントモルタルと同様に強度を大きくするには水量を減少してセメント量、ポリマー量を多くするといいが、一般的にはP/Cは30%以下と言われている。例えばDKボンドモルタルの目地材(P/C=7.34)は硬過ぎても軟らか過ぎても作業はしにくいので目地の作業性などからこの硬さとなった。注入材用モルタル(P/C=11.23)は自然流下であり注入性からみると硬いと注入は深部やヘアクラックまでには注入困難である。しかし軟らか過ぎると注入性はよくなるが水量の増加となりモルタルの材料分離(混入時に各材料が分離)と強度低下が大きくなり、DKボンド工法の接着性は劣り目的の強度は達成できない。

DKボンドモルタル及びセメントコンクリートの強度の一例を次の表・図に示す。

表 1 セメントの組成化合物とその特性

名 称	エーライト (Alite)	ビーライト (Belite)	間隙物質	
			アルミニネート相	フェライト相
主成分	けい酸三カルシウム	けい酸二カルシウム	アルミニ酸三カルシウム	鉄アルミニ酸四カルシウム
記 号	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
密度(g/cm ³)	3.13	3.28	3.00	3.77
強度発現 (相対的比較)	初期(材齢1日程度) 早期(材齢3~28日) 長期(材齢28日以後)	中 大 中	小 中 大	大 小 小
水和熱(cal/g)	120	62	207~320	100
化学抵抗性(相対的比較)	中	大	小	大
乾燥収縮($\times 10^{-5}$)(収縮分担係数)	46~79	77~106	233~322	167~169

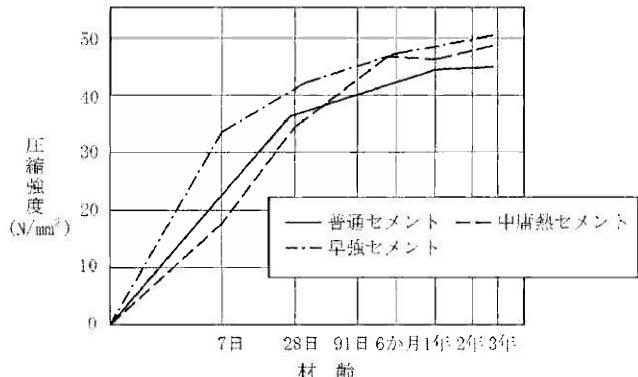


図1 材齢と強度の伸び

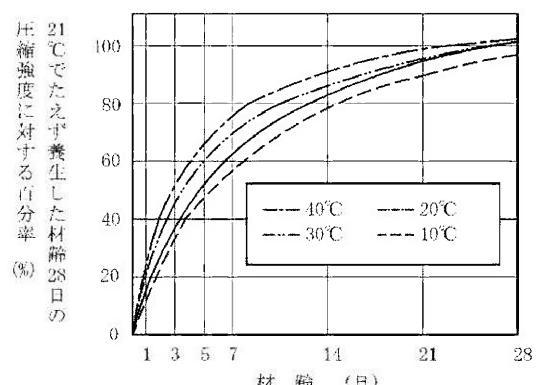
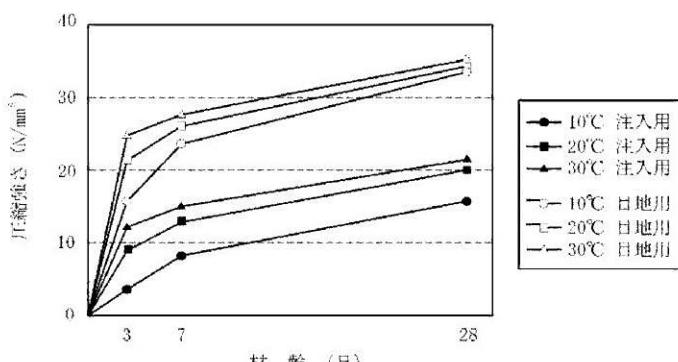


図2 養生温度と強度の伸び

図3 DKボンドモルタル注入・日地材の圧縮強さ試験結果 ($\phi 5 \times 10\text{cm}$)

〔誠実な施工〕

しかし、どのようにいい材料を使用しても設計通りに施工されなければ意味のない、無駄な工事である。例えば平成27年に問題になったマンションの杭打ち工事においては、岩盤に届くような設計にも関わらず杭打ち作業を中断し、結果的にはマンション上階部ベランダの段差が発生して不正が表面化された。これと同様にDKボンド工法においても注入材が完全に充填されているか否かは監督者の判断次第であり、最悪な場合は前記の杭打ち工事と同様な結果になり得るのである。

これまでのように正確な配合、誠実な施工をモットーと掲げる第二建設(株)並びに(一社)全国落石災害防止協会会員諸氏の誠実な施工をご期待し、またコンプライアンス(compliance, 法令順守、特に企業活動において社会規範に反することなく公正・公平に業務を遂行すること)が強く呼ばれる昨今であり、これを念頭に更なるご活躍をお祈りまして終了とさせて頂きます。

コンクリートの耐久性について

(2016年8月5日、第二建設株式会社3F会議室)

先の勉強会でも話題に挙がりましたが、セメントコンクリートの寿命、耐久年数は特殊な環境下でない限り100年以上経過しても性能の低下は見られない。しかし鉄筋コンクリートは内部の鉄筋がさびて徐々に進行し劣化する。鉄筋コンクリート構造物の長寿命化は鉄筋が錆び、この錆びを防ぎ、錆びを発生させないことである。このためにはコンクリー

トの配合時には水セメント比を小さく、施工時には十分な締固めを行い、内部を緻密にして鉄筋のかぶりを十分にとることなどでひび割れの発生させないコンクリート構造物は造られるのである。

一般に、コンクリート構造物は使用期間中に耐荷力や機能性を維持し、どのような使用環境条件下において長年月間の劣化作用に抵抗して使用に耐えられるコンクリートを耐久性に富むコンクリートと言われる。

良いコンクリートは強度、耐久性、水密性の兼ね備えたコンクリートをいい、それぞれが単独な存在ではなく重複された重要な性質である。この中の耐久性の低下は使用材料、配合、施工方法などの内部因子と使用環境条件、外力などの外的因子によることから、コンクリート自体の劣化と鉄筋の腐食によって劣化する。

〔耐久性とは〕

コンクリートの耐久性、劣化には、気象作用に対する耐久性、化学的浸食に対する耐久性、アルカリ骨材反応による耐久性、損食・すりへりに対する耐久性、電食に対する耐久性などが挙げられる。我国ではこの気象作用による耐久性の評価として過酷な条件下での急速な方法の凍結融解試験法が推奨されている。

気象作用などの耐久性は、影響因子としては乾湿、寒暑、凍結融解などの繰返しなどであって、その耐久性(耐候性、耐凍害)試験として凍結融解の繰返し試験を実施している。

化学的浸食に対する耐久性は、コンクリートの水和物は化学薬品、海水中の物質と反応して変質、劣化する。影響因子は無機酸や有機酸でコンクリート中の水和物と化学反応を起こし不溶のカルシウムを可溶性のカルシウムに変える。影響物質は硫化水素、亜硫酸ガス、塩化物、硝酸塩、汚水処理施設、温泉地帯、海水環境などに含まれる硫酸塩はセメントの水和物と反応して体積膨張を起こす。

アルカリ骨材反応による耐久性は、セメント中のアルカリ分と骨材中の非結晶のシリカと反応してアルカリシリカを生成する。この物質は毛細管空隙中の水分を吸収して膨張しコンクリートにひび割れを発生させる。損食・すりへりに対する耐久性は、水路や護岸、ダムなどの越流部、水面と接する側面などは砂や流水により摩耗やキャビテーション(cavitation,コンクリートやモルタルの表面に凹凸があると流水面内に空洞ができコンクリートを崩壊する現象)の損食を受け、道路面はタイヤなどで摩耗する。

電食に対する耐久性は、鉄筋コンクリートが高圧の直流電流を受けると電食といい、錆びが発生し腐食する。コンクリート中の塩分の存在下に電気伝導率が増し、錆びやすくなる。これらがコンクリートの耐久性に関係する原因、因子などである。

〔耐久性評価試験〕

コンクリートの耐久性の判断としては、該当する環境下のなかでの暴露試験が最適であるが判定、確認に長期間を必要とする。我国では迅速に行える ASTM-C-666、JIS A 1148 の方法で実施され、過酷な条件下における状態で供試体を凍結融解の繰返し試験方法で実施している。この試験には水中下で実施する A 法と空気中下で実施する B 法があるが試験方法は同一である。試験方法の概略は縦、横、長さが $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ の供試体を作成し、材齢 14 日まで水中養生をする。水中から取り出し、たわみ振動による動弾性係数と重量を測定(試験前の値とする)し試験機槽に入れる。凍結温度は -18°C 、融解温度は $+5^{\circ}\text{C}$ で 1 サイクル 3 時間以上 4 時間以内とする。測定時間は 36 サイクル以内で 300 サイクルか動弾性係数が 60%

以下になるサイクル数まで実施する。両方法とも各サイクル時の動弾性係数と重量を測定し、耐久性の判定試験としている。

〔DK ボンドモルタルの耐久性〕

第二建設が開発の DK ボンドモルタルは鉄筋コンクリートとしては使用されてなく、このモルタルの耐久性、劣化は使用環境条件、外力などの外的な因子に作用される、気象作用に対する耐久性で示される。

一般にポリマーセメントコンクリート(モルタル)の性質としては、ワーカビリチーが良好となり、所定のコンシスティンシー(スランプ、フローなど)を得るのに水量を低減できる。適度の空気量を得ることができ凍結融解作用に抵抗する。粘性が増大しブリージングや材料分離の抵抗性が優れる。伸び能力の向上や耐アルカリ性、接着性なども向上、改良されるなどであるが、これらの性質は使用するエマルジョン、ディスバージョン、添加剤などの種類により多少差が生じる。

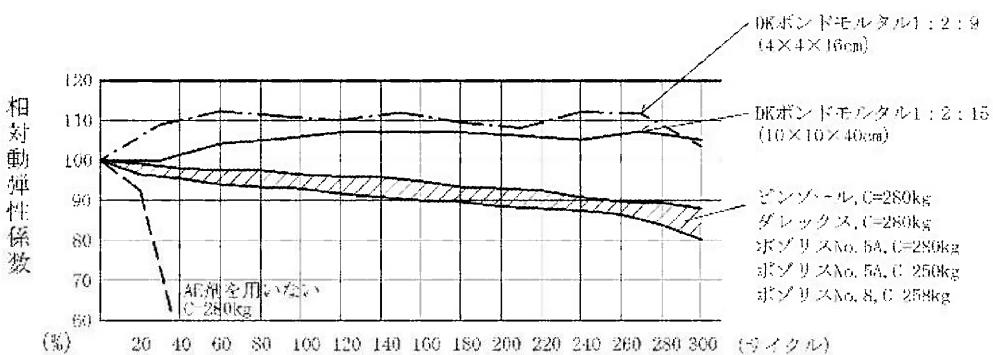


図2 耐久性試験結果の一例

これまで DK ボンドモルタルの耐久性としての評価及び結果は ASTM 及び JIS の試験方法に準じて実施され、その一例を下図に示した。その結果、自然状態と比べて非常に過酷な凍結融解の繰返し試験において、300 回の繰返し後においても試験前の値と同等かそれ以上の値であり、DK ボンドモルタルの耐久性に対する特性は最良の材料と言える。しかし自発的に実施された凍結融解試験時の曲げ接着強度としてカタログに掲載されている結果は、耐久性試験方法の規定にはないもので公表するほどの結果ではないと思われる。

参考文献

- 1) 第二建設著、岩接着 DK ボンド工法、専用材料
- 2) 第4巻 岩接着 DK ボンド工法 岩接着専用材料
- 3) 第二建設、落石災害防止協会著、岩接着 DK ボンドモルタル設計施工指針
- 4) 田澤栄一、他共著、コンクリート工学、朝倉書店
- 5) 大濱嘉彦、出村克宣 共著、ポリマーコンクリート、シーエムシー
- 6) 清水茂夫著、実用レジンコンクリート、山海堂
- 7) 岩瀬泰巳、岩瀬文夫 共著、コンクリートの基本と仕組み、秀和システム
- 8) 国分正胤他共著、土木材料実験、実用レジンコンクリート、技報堂

編集後記

今年の4月30日、今上天皇が退位されて上皇になられる。その翌日の5月1日には皇太子が新天皇に即位される。歴代天皇の退位は過去に58例あるようだが、今回は江戸時代後期の光格天皇以来、200年ぶりとなるそうだ。そして新天皇即位に伴う改元（元号の変更）が行われる。

この元号は年号又は西暦に対して和暦とも云われているが、次にはどんな元号が使われるのか注目の集まるところである。

日本での元号の起源は、「日本書紀」の記載に基づく。同書における孝徳天皇即位の記事に続き、六月 乙卯(19日) 条に「皇祖母尊（皇極天皇）・皇太子（中大兄皇子）、大槻（槻：ケヤキの古名）の樹の下に群臣を召し集めて盟（ちか）はしてたまふ（中略）天豊財重日足姫天皇（あめとよたからいかしひたらしひめのすめらみこと）の四年を改めて大化元年とす」という記事があり、これが日本最初の元号制定に関する記録となっている。（645年）。

元号は元々、中国から日本に来たもので、前漢の武帝が制定した建元（紀元前140～135年）が元号の初めとされている。その後、清朝時代まで用いられ、辛亥革命後に廃止された。そのため、現在、元号を使用しているのは、世界中で日本だけということになる。

この元号が現在のように天皇一代ごとに改元されるようになったのは、明治時代に入ってからで、それ以前は、天変地異が起ったとか、悪い病気が流行したりしたときなどに、その凶を払うという動機から元号を変えることが度々あったという。だから、天皇一代の間に何度も改元がなされており、今の平成に至るまでの1300年間に247の元号が使われたとされている。

元号の選定要領は1979年制定の「元号法」に基づき、漢籍古典を典拠にして「良い意味を持ち、読み書きが容易な、漢字2字」などの観点で原案に採用される。今まで採用された文字は僅か72字で、うち21字は10回以上用いられている。一番多く使用された文字は「永」で29回、二番目に「天」と「元」でそれぞれ27回、以下「治」21回、「応」20回であった。なお、平成の「平」は12回、「成」は初めて使われたとのことである。なお、「平成」は中国の歴史書『史記』の「内平外成」と『書經』の「地平天成」から採用されている。

4月1日以降に新元号が公表される予定となった。巷では新元号に「安」の字が使われるという説が取り沙汰されている。さてどうなるだろうか。

DKボンド工法が誕生し歩み出した昭和の時代、次の平成の時代は、阪神淡路や東日本大震災など強い地震が多発する中、協会員の皆様によって落石予防工法として全国的に展開し、着実に地歩を固めてきた時代でした。

新たな時代でのDKボンド工法は、人家・道路等に対する「防災」は固より、自然石群等の景観・景勝の「保全」並びに、石造文化財・記念物関係の「保護」など、広範な役割を担う総合的な工法として、安全の提供から風景・文化の維持まで、その責任と貢献度は益々高まることになるだろう。

（文責 Y）