熊谷組技術研究報告　第 73 号　目次

巻頭言

構造物の維持管理について
舘石和雄（名古屋大学大学院　工学研究科　社会基盤工学専攻　教授）

論文

1. 開孔が近接したＲＣ基礎梁のせん断性状に関する実験的研究
濱田真，近藤祐輔，和泉信之

2. 音源探査装置（音カメラ）を用いた音楽教育における発声の可視化に関する基礎的検討
財満健史，大脇雅直，齊藤忠彦

研究報告

3. ひび割れ誘発目地を設けた鉄筋コンクリート造耐震壁のせん断強度に関する研究
濱田真，佐藤尚隆

4. レディーミクストコンクリート工場を対象としたアンケートの調査報告
金森誠治，野中英，田中淳一，三谷和裕

5. ゲンジボタル幼虫の生息環境評価手法の開発　－ 底質選好性の把握・評価 －
佐々木静郎，村上順也，門倉伸行

6. 電車線柱の鋼板による補強工法の開発
大越靖広，諏訪和徳，本田誠彦，西内美宣，寺田倫康

7. 汚染された土壌の浄化予測に関わる解析技術の検討
小川敦

8. 耐火性を有するかぶり厚さ補修用ポリマーセメントモルタルの開発
田中淳一，野中英，金森誠治，三谷和裕

施工報告

9. 函渠構造物における品質向上の取組み　－ 丹波綾部道路瑞穂ＩＣ函渠他工事施工報告 －
神﨑恵三，　山﨑健三，吉井孝彰，大久保武志，前辻智，新井達也

10. 高水圧が作用するダム堤体埋設配管の止水充填に関わる施工報告
森康雄，谷上雅人，宮田広直，後藤徳善

11. 復興道路工事における新技術への取り組み　－ 爆薬の遠隔装填システムと中流動コンクリートの適用 －
堂藤和雄，　野々村嘉映，古谷聡，星太一，千葉崇，長岡雄太

12. 新幹線駅の施工事例　－ 北陸新幹線・糸魚川駅新築 －
大野雅紀，江川敦義，桜井健一，山田義嗣，宮上高幸

13. ＲＣ曲面躯体工事の施工　－ 「サイエンスヒルズこまつ」新築工事 －
君島康之，造士航，山村芳裕

14. 歴史的建築物改修工事施工報告　－ 豊岡市新庁舎建設工事 －
安田正，恒川聡，瀧本賢治，河本潔

目次へ戻る

舘石 和雄（たていし　かずお）
名古屋大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻　教授

プロフィール
1986年 3月　東京工業大学工学部土木工学科卒業
1988年 3月　東京工業大学大学院
　　総合理工学研究科社会開発工学専攻修士課程修了
1988年 4月　東日本旅客鉄道株式会社入社
1990年 4月　東京工業大学工学部助手
1995年 2月　東京工業大学工学部講師
1997年 3月　東京工業大学工学部助教授
1997年 7月　東京大学生産技術研究所助教授
2000年 4月　名古屋大学大学院工学研究科助教授
2003年 4月　名古屋大学理工科学総合研究センター教授
2010年 4月　名古屋大学大学院工学研究科
　　社会基盤工学専攻教授、現在に至る
専 門 分 野：構造工学・地震工学・維持管理工学

構造物の維持管理について

現在，熊谷組さんと一緒に共同研究をやらせていただいている．NEDOのインフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト「音カメラを活用した橋梁点検ロボットの研究開発」である．点検ロボットがマグネットを使って部材に張り付いて移動するため，必然的に対象物は鋼でなければならず，鋼構造物を専門とする筆者にもお声がけをいただいたというわけである．これに限らず，インフラの維持管理を対象とした大型予算が目白押しである．社会でこの問題が取り上げられることも多くなり，ある程度，危機感が世の中へ浸透してきているように思う．

さて，点検の目的は構造物の実態を把握することである．損傷がある場合には，それを確実に検知することが求められる．しかし，土木構造物の実態の把握というのはなかなか難しい．鋼橋の話で恐縮であるが，鋼板の腐食が激しく表面の凹凸が大きい場合，その板厚を計測することができない場合がある．あるいは，塗膜が割れている箇所があった場合，その下に疲労き裂が存在しているのか，単に塗膜だけが割れているのかを識別する手法も確立されていない．いずれも，問題は非常に単純であるし，ものはすぐ手の届くところにあるのに，である．他分野の方からみると「そんなこともできないの？」と思われるのではないだろうか．このように，構造物の状態について知りたいことを必ずしもすぐに知ることができるわけではない．そこで期待するのがハイテク技術の導入である．音カメラもそうであるが，様々な技術を点検に導入することで，一つでも二つでも点検できる項目を充実できればよいと思う．

点検と同様，あるいはそれ以上に難しいのが，それに続く診断である．損傷を受けた部材や構造物が要求性能を満足しているか否かを，場合によっては時間軸も考慮して判断することが求められるわけであるが，その判断は，新設構造物の設計とは異なる観点から行われるべきである．新設構造物の設計というのは，何もないところに新たに構造物を構築するための技術であるから，バーチャルの世界である．荷重もわからないし，構造物の品質もわからないので，これらの不確定要因を踏まえて安全率を定め，許容応力度が定められる．一方，維持管理においては，構

造物が既に目の前にできあがっているので，リアルの世界である．板厚やかぶりなどは計測することが可能であるし（前述のように可能でない場合もあるが），必要に応じて部材の応力や変形などを実測することもできるので，設計の段階よりは，確実に不確定要因は減っていることになる．よって，既にできあがった構造物に対して，新設の設計で用いる許容応力度をそのまま用いるのは過剰な要求となる．応力を実測したところ許容応力度を5%超過したので補強を行う，などというのはおかしな話である．

問題は，既設構造物に対してどのような照査を行えばよいかが明らかにされていない点である．その点で，諸外国で実用化されているような，既設橋の耐力評価の基準やガイドラインは参考になる．例えば米国ではLoad Ratingの考え方が導入されている．Load Ratingとは，橋梁の現状に基づいて，既設橋の耐荷力を評価することをいう．具体的には，設計活荷重に対し，その何倍の耐荷力があるかを表すRating Factor（RF）で結果が示される．AASHTOでは，新設橋の設計に対しては目標信頼性指標（いわゆるβ値）を3.5とし，活荷重係数を1.75としているが，Load Ratingにおいては，目標信頼性指標を2.5，活荷重係数を1.35に減じている．すなわち，既設橋の評価においては，設計時よりも小さい活荷重を見込めばよいこととなっている．一方，耐力は，部材の損傷状況やリダンダンシーの有無などによって減じられる．これらを比較することによってRating Factorが求められ，維持管理に役立てられている．このような明快な照査の手法を構築しておくことは非常に重要であると考える．

近接目視点検が法制化されたこともあり，これから点検や診断に係る負担は確実に増えることになる．ハード技術の一層の進展が期待されることはもちろんであるが，新しい技術を有効かつ正当に取り入れることのできる制度や，技術開発を促すような仕組みづくりも必要であろう．点検にしても診断にしても，取り組まなければならない課題が山積している．また，インフラの維持管理をビジネスの対象にしようとする他分野，他業種からの注目度は高い．様々な技術交流により，今後ますます活気のある魅力的な分野に成長していくものと考えている．ただし，ここまで維持管理の問題を深刻化させてしまったことに対しては，構造物に携わってきた土木技術者全体が，まずは自省しなければならないと思う．仮に国民から訴えられたとして，すべて予見できませんでしたといいきれるだろうか．なんとかする術を，我々はもっと早くから知っていたのではないだろうか．なぜ，それを行わなかったのであろうか．これらの反省の上に立ち，同じ過ちを繰り返さないよう，しっかりとした維持管理の仕組みを構築することが求められている．“最後の警告”はそのような意味であると理解している．

熊谷組技術研究報告　第73号／2014.12

開孔が近接したＲＣ基礎梁のせん断性状に関する実験的研究

濱田　真 *　近藤　祐輔 *　和泉　信之 **

RC 造建物の基礎梁には大開口の人通孔（大開孔）とともに複数の中開口の設備配管孔（中開孔）が設けられるが，梁貫通孔の間隔に関する一般的な構造規定によるため，基礎梁では貫通孔の設定範囲が大幅に制限されてきた．そこで，基礎梁の貫通孔設計の自由度を向上させるため，本研究では 2 つの中開孔を大開孔に近接させた梁試験体の曲げせん断実験を実施して，RC 基礎梁のせん断性状について評価した．その結果より，大開孔と中開孔に挟まれた領域のせん断補強を十分に行えば，中開孔が近接した大開孔を有する基礎梁においても，既往の有孔梁のせん断強度式を用いて安全側にせん断強度を評価できることを示した．

キーワード：基礎梁，有孔梁，人通孔，近接開孔，せん断強度

１．はじめに

RC 造建物の梁に電気，ガス，給排水などの設備配管用の円形開口（以下，開孔）を設ける場合，(A) 孔の直径は梁せいの 1/3 以下とする，(B) 同一の梁に 2 個以上の孔を開ける場合は孔の中心間隔は孔径の 3 倍以上離す，ことが望ましいとされている [1]．これらの構造規定は，開孔による断面欠損による影響で RC 梁の構造性能が低下することが懸念されるために設けられたものであり，特別な調査・研究によらない場合には RC 梁の貫通孔設計において通常遵守されている．一般的な RC 基礎梁では複数の中開口の設備配管孔だけではなく，地上階の梁とは異なり，建物の用途上点検用の大開口の人通孔が設けられることが多い．基礎梁に設けられる人通孔はその役割から径が大きいため，上記(B)を満足させて人通孔（以下，大開孔）と複数の設備配管孔（以下，中開孔）を設けることが困難となる場合があり，基礎梁の貫通孔設計が制約されている．既往の有孔梁の実験的研究では，梁スパン中央に開孔を 1 つだけ設けた場合 [2]や複数の開孔を設けた場合 [3]などが実施されているが，いずれも上記(A)および(B)の規定を遵守した研究が多い．

そこで，本研究では基礎梁の貫通孔設計の自由度を向上させるため，2 つの中開孔を大開孔に近接させた梁試験体の曲げせん断実験を実施して，RC 基礎梁のせん断性状について評価し，大開孔の補強方法や設計方法について考察する．

＊　技術研究所　建築構造研究グループ
＊＊　千葉大学大学院
工学研究科建築・都市科学専攻教授　博士（工学）

２．実験概要

２．１　試験体

試験体は梁両端部にスタブを有するダンベル形状で，梁には人通孔を模擬した大開孔 1 つと設備用貫通孔を模擬した中開孔 2 つの合計 3 つの開孔を配置した 1/3 縮尺の基礎梁である．梁断面は b×D=300×750mm，梁内法長さは L=2a=2,250mm，せん断スパン比は a/D=1.5 である．大開孔の直径は φ 250mm(=D/3)，中開孔の直径は φ 125mm(=D/6)とした．

Table1 に試験体一覧を，Fig.1 に試験体の配筋例を示す．試験体は No1 から No6 の 6 体であり，いずれも大開孔部のせん断破壊が先行するように，梁主筋は上下共熱処理品 8-D16(980N/mm² 級，p_t=0.77%)を使用した．主な実験因子は開孔間隔と大開孔周囲の補強筋量と補強方法（孔際補強筋，開孔補強筋，大開孔上下の水平・鉛直補強筋）であり，以下に大開孔周囲の補強を中心に各試験体の概要を記す．なお，開孔部の補強計算では孔際補強筋は大開孔用と中開孔用に分別して取り扱うこととした．すなわち Fig.1 の No3 試験体で C 区間を示す斜め 45 度の線は 5 組の孔際補強筋と交差するが，大開孔用として 3 組，中開孔用として 2 組を用いて開孔補強計算をした．

熊谷組技術研究報告　第73号／2014.12

音源探査装置（音カメラ）を用いた音楽教育における発声の可視化に関する基礎的検討

財満健史 *　大脇雅直 **　齊藤忠彦 ***

これまでの音楽教育において発声指導は、豊かな響きのある声を出すため、頭部の高い位置から声を響かせるようにと行われてきた．そこで，音源探査装置を用いて音声が体のどの部位から放射されているかについて実験的に検討を行った．その結果，音声は頭部のみではなく，胸部や腹部からも放射されていることを確認した．特に胸部からの放射音が目立った．また，歌声と話声，歌唱法，習得度等の違いによって歌声の放射状況に差が見られた．音声を可視化する手法を用いることによって，より良い発声の指導法や音楽練習室の設計・評価法に応用できる可能性を示した．

キーワード：音楽教育，発声，可視化，音源探査装置

１．　はじめに

音楽教育における発声指導の場面で，高音域の発声は頭部の高い位置に声を当てるという指導が行われ[1]，「頭声発声」「頭声的発声」という用語が用いられている．一般に，音声は頭部から響かせるというイメージが定着している．しかし実際に音声が頭部から放射されているか検討した事例はほとんど見られない．そこで音源探査装置を用いて音声の放射部位を可視化することは，将来的に音楽教育における発声指導の場面で非常に有用であると考える．そこで音声が体のどの部位から放射されているかについて無響室において実験を実施し，比較検討した結果を報告する．

２．　音源探査装置について

実験に用いた音源探査装置[2]をFig. 1およびFig. 2に示す．音源探査装置は，5 個のマイクロホンで収録した音情報を用いて音源方向を推定し，CCD カメラから得られた映像情報とパソコン上で組み合わせて表示することができる．主な仕様をTable 1に示す．A/D 変換時のサンプリング周波数は 16kHz であり，解析周波数の上限は 7.6kHz である．マイクロホンとして 0.24 インチの大きさのものを採用し，最も離れた位置にあるマイクロホン間の距離は 20 ㎜とした．マイクロホンは民生用途のものを用いており，マイクロホン間で位相差があるため，位相特性を検討した．マイクロホン間の位相差の特性をFig. 3に示す．マイクロホン間の位相差が概ね 0.05msec 以内となっているものを選定した．低い周波数では位相差による誤差が大きくなるため，システムの解析下限周波数は 160Hz とした．

*　技術研究所　音環境研究グループ
**　技術研究所　副所長
***　信州大学教育学部　教授

３．　実験概要及び結果

３．１ 実験方法

被験者は，後述する 3.5 節「実験結果：習熟度の違い」を除いて，歌唱法の基礎は習得している 20 代の女性である．被験者数は各実験で 6 名とした．実験はFig. 4に示すように無響室で行い，音源探査装置は被験者から 1200～1500㎜ 離れた位置に設置した．被験者には指定した母音と音の高さで 3 秒間発声してもらった．発声する音の高さは c^1（261.6Hz）～c^3（1046.5Hz）までの 2 オクターブの間で設定した[3),※]．正確な音程で音声を出せるように，あらかじめピアノ音とメトロノーム音を録音してお

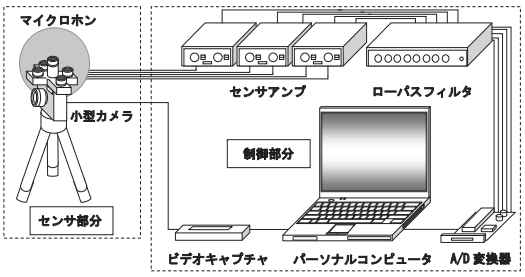

Fig. 1　音源探査装置　システム構成

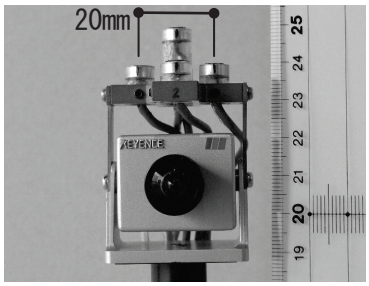

Fig. 2　音源探査装置　センサ部分外観

熊谷組技術研究報告　第73号／2014.12

ひび割れ誘発目地を設けた鉄筋コンクリート造耐震壁のせん断強度に関する研究

濱田　真 *　佐藤　尚隆 **

乾燥収縮ひび割れ対策のために，ひび割れ誘発材としての異形鉄筋を目地内部に内蔵させる工法を用いた鉄筋コンクリート造（RC 造）耐震壁では，目地部分にひび割れが集中するため，耐力壁としての構造性能への影響が懸念される．しかし，目地部に内蔵させた異形鉄筋により，目地部のひび割れ面での応力伝達性能は低下するものではないと考えられる．本研究ではひび割れ誘発目地にひび割れが発生した RC 造耐震壁のせん断実験を行い，目地部に内蔵させた異形鉄筋を有する耐震壁の耐力を既往のせん断強度式で安全側に評価できることを確認した．

キーワード：RC 壁，乾燥収縮，誘発目地，誘発鉄筋，せん断強度

1．はじめに

コンクリートは乾燥収縮及び温度応力によりひび割れが発生する．特に壁部材は表面積が大きいが部材厚さが薄く柱や梁の外周フレームによる拘束を受けるためひび割れが発生しやすい．ひび割れは建物の美観上の問題となるだけでなく，外壁においては漏水の原因にもなる．またひび割れ部から二酸化炭素が進入することにより中性化が進行し，鉄筋腐食を促進するなど，構造体の耐久性においても問題がある．そのため，このように有害な壁部材のひび割れを所定の場所に意図的に誘発させて，ひび割れ部分を処理することにより壁部材の品質を確保する方法として壁にひび割れ誘発目地を設ける方法は従来から行われてきた．

しかし，壁の表面に誘発目地を設ける方法では，意匠上，構造計算上などの理由で深い目地を設けることができないため，目地部分にひび割れを完全に誘発させることができず，目地以外の壁面にひび割れが発生することがある．このような RC 壁のひび割れの問題を解決するために，壁の目地部のコンクリートに異形鉄筋を打ち込む鉄筋挿入型ひび割れ制御工法を考案した．この工法は，挿入する異形鉄筋と壁の縦筋によって目地部分でのコンクリートの厚さを減少させ，深い切欠き目地を設けることなくコンクリートの断面欠損率を上げ，目地部へのひび割れの誘発を有効に促すものである．Fig.1 に鉄筋挿入型ひび割れ制御工法を用いた目地の概要を示す．この工法のひび割れ誘発の効果については実施工物件で確認しており，適正に施工された物件では壁面のひび割れはほとんど発生していない．

このような目地部へのひび割れの集中のため，構造的な見地から，目地のひび割れの耐震壁の構造性能への影響が懸念された．しかし，目地部に内蔵される異形鉄筋は一般的な構造部材と同様に，コンクリートとの付着性能を有し，また，鉄筋の節でのインターロッキング効果などを考慮すると，目地によって切り欠かれた壁を鉄筋によって補強していると考えられる．本報告は，本ひび割れ制御工法を用いた耐震壁の模型試験体を作製し，目地部に収縮ひび割れを誘導させた試験体の曲げせん断実験を行い，その耐力を確認することを目的とする．

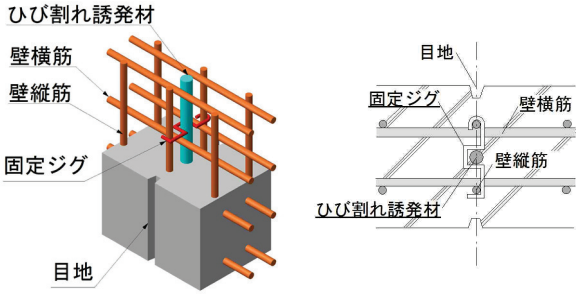

Fig.1　鉄筋挿入型ひび割れ制御工法を用いた壁の目地

＊　技術研究所　建築構造研究グループ
＊＊　ＣＣＢ工法協会

熊谷組技術研究報告　第73号／2014.12

レディーミクストコンクリート工場を対象としたアンケートの調査報告

金森誠治 *　野中　英 *　田中淳一 *　三谷和裕 *

全国のレディーミクストコンクリート工場を対象として，構造体コンクリートの品質確保に関するアンケート調査を実施した．アンケート調査は過去の 2009 年に実施して以来，今回の 2013 年で２回目となる．調査内容は，使用材料，調合，ヤング係数，乾燥収縮率，環境への取り組み等である．本稿ではそのアンケート調査の分析結果，および 2009 年に実施したアンケート調査結果との比較について報告する．

キーワード：レディーミクストコンクリート，アンケート調査，ヤング係数，乾燥収縮率

１．はじめに

2009 年に JASS 5 が改定され，同年，JIS A 5308 も改正された．これらをふまえ，筆者らは 2009 年に全国のレディーミクストコンクリート工場(以下，工場と記す)を対象に，材料や調合，ヤング係数，乾燥収縮率などについてアンケート調査（以下，2009 年調査と記す）[1)]を実施した．その後，数年が経過し，工場では乾燥収縮率やヤング係数などのデータ整備や，使用材料の変更などが行われたものと推測される．そこで，その後の状況を把握するため，改めて工場へのアンケート調査を実施した．本報告では調査結果とその分析結果，および 2009 年調査との比較について報告する．なお，このアンケート調査は，建設業 19 社（青木あすなろ建設，安藤ハザマ，大木建設，大本組，奥村組，熊谷組，鴻池組，五洋建設，西武建設，錢高組，大日本土木，鉄建建設，東亜建設工業，東急建設，東洋建設，飛島建設，長谷工コーポレーション，ピーエス三菱および三井住友建設）が共同で実施したものである．

２．アンケート調査結果

２．１　アンケート内容

アンケートは 2012 年 12 月から 2013 年 2 月にかけて，Web 上，または電子メールにより実施した．主な設問を Table 1 に，地域別の回答数を Fig.1 に示す．全回答数は 534 件であったが，地域により回答数に偏りがあり，必ずしも各地域の傾向を表しているものではないことに注意が必要である．

２．２　使用材料

＊　技術研究所　建設材料研究グループ

２．２．１　使用する練混ぜ水

練混ぜ水の使用状況を Fig.2 に示す．回収水以外では，地下水を主体として使っている工場が 70%で最も多い．回収水では，上澄水が全体の 76%の工場において使用されているものの，スラッジ水は 9%に留まっており，利用がまだ一般的とは言えない状況である．

Table 1　主な設問内容

所在地
使用する練混ぜ水，ストックしているセメント， 普段使用する混和剤，粗骨材の物性値と混合比率， 細骨材の物性値と混合比率，指定ですぐに使える混和材
標準配合(30-18-20N)，設計上の運搬時間， スランプロスの見込み値，夏期の強度補正
ヤング係数，乾燥収縮率，単独での大臣認定の有無， 環境ラベルの導入

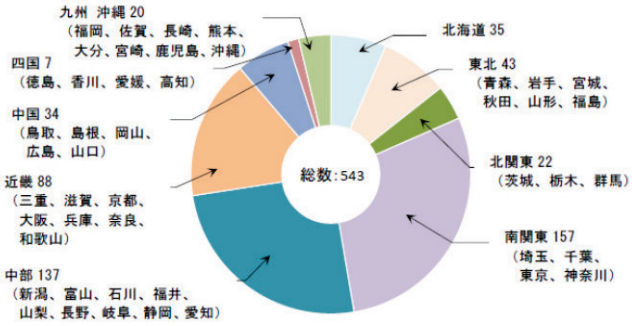

Fig.1　地域別回答数

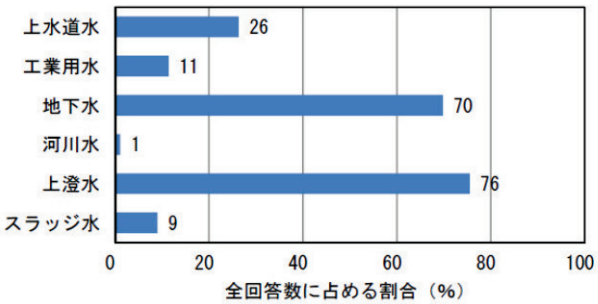

Fig.2　練混ぜ水の使用状況（複数回答）

熊谷組技術研究報告　第73号／2014.12

ゲンジボタル幼虫の生息環境評価手法の開発
—底質選好性の把握・評価—

佐々木静郎＊　村上順也＊　門倉伸行＊＊

近年，自然環境保全や生物多様性向上を進めるために，生態系を定量的に評価する試みがなされている．しかし，筆者らが取り組んでいる，ホタルの棲める環境づくり「ホタルビオトープ」においては，ゲンジボタルの生息環境に関する定量的な評価手法はまだ確立されていない．本研究では，ゲンジボタル幼虫のHSIモデルを確立するための一環として，幼虫の底質選好性実験を行った．その結果，粒径4.75～39mmの中礫を好むことが判明した．

キーワード：ゲンジボタル，HEP，HSI，底質選好性，ビオトープ

1．はじめに

自然環境と密接に関わる建設業では，従来から自然環境や生態系の保全に配慮した取り組みが求められてきた．さらに，平成22年10月に開催された「生物多様性条約第10回締約国会議（COP10）以降は，生態系や自然との共存に関する社会的関心がますます増大している．このような背景のもと，土木分野においてはほとんどの大規模案件で総合評価項目の中に「生態系配慮」が記載されるようになり，建築分野においてもCASBEEでの評価項目の一つ（生物環境の保全と創出）に取り入れられるとともに，都市部の再開発事業などでは施工者選定で生物多様性に配点する事例も増えている．

筆者らは，以前から種々の建設工事において自然環境の保全に努め，ビオトープの創造，屋上緑化の整備，ホタルの棲める環境づくり（通称：ホタルビオトープ）などの生態系の保全・再生・創出などを積極的に進めてきた[1]．特に，ホタルビオトープは地元の小・中学校，NPO，自治体などと連携して，「工事現場でのホタル観賞会」などのような地域の住民や子供たちへの環境学習の場としても活用することにより，熊谷組の環境への取り組みを広くアピールする一助を果たしている．

一方，最近では生物多様性を高めるためのビオトープを計画・設置するに際して，水路や植栽など人工的要素において，どの要素がどの程度生物多様性の向上に寄与するかを定量的に評価する試みがなされるようになってきた．生態系の定量的評価手法として最も広く適用されている手法にHEP（Habitat Evaluation Procedures：ハビタット評価手続き）がある[2]。元来，環境アセスメントの評価対象である環境要素を定量的に評価するために米国で開発されたシステムである．（公益財団法人）日本生態系協会は，このHEPを応用して生物多様性を保全する取り組みを共通の尺度で評価するための仕組みとしてハビタット評価認証制度（JHEP）を確立し，運用している．このHEPあるいはJHEPは，ある特定の生物にとってその場所が生息環境として適しているかどうかを判定する指標（HSIモデル：Habitat Suitability Index，ハビタット適性指数）を基盤としている評価システムである．すなわち，対象とする生物のライフサイクルに適する環境要因が十分に把握されていることが本システムの適用の前提となる．

しかし，ゲンジボタルの生育に適した環境要因に関する知見は十分とは言えず，HSIモデルはまだ確立されていないのが現状である[3]．そこで，筆者らは（公財）日本生態系協会との共同研究により，ゲンジボタル幼虫のHSIモデルを確立し、JHEPに対応したホタルビオトープの整備手法の開発に着手した．本報文は，その第一段階として，ホタル幼虫の生息環境把握の一環として実施した，底質の選好性実験の結果についてとりまとめたものである．

＊　技術研究所　地球環境研究グループ
＊＊　技術研究所

2．HEPについて

2．1　理念

HEPとは，環境アセスメントを実施するために米国で開発された生態系評価システムの一つであり，事業や開発による野生動物・生態系への影響（インパクト）を定量的に把握し，影響に対する代償措置や代替案の検討など，事業や開発の意思決定に用いられる手法（手続き）のことである．すなわち，複雑な生態系の概念を野生生物の生息環境（ハビタット）という現実の空間的広がりに置き換え，その変化や影響をハビタットの「質」（生存条件や繁殖条件など）×「空間」（生息空間または面積）×「時間」（ハビタットの存在時間）として総合的に捉えることにより，異なる時間あるいは異なる場所の

熊谷組技術研究報告　第73号／2014.12

電車線柱の鋼板による補強工法の開発

大越靖広 *　諏訪和徳 **　本田誠彦 ***　西内美宣 *　寺田倫康 ****

PC 製の電車線柱が基部で曲げ破壊した場合，プレストレス力により脆性的な破壊を呈する可能性がある．過去の震災でも電車線柱は損傷を受けており，耐震性能の向上が必要とされている．このような脆性的な破壊を防ぐ方法としては，電車線柱のじん性能の向上が考えられるが，電車線柱の性質から大きな残留変位は好ましくない．本稿では曲げ耐力の向上を目的として，鋼板を用いた電車線柱の補強手法を考案し，実物大の供試体を製作して正負交番載荷試験にてその効果を検証した結果を報告する．

キーワード：PC 製電車線柱，鋼板巻立て，実物大，正負交番載荷試験

1．はじめに

平成 27 年度末に開業予定の北海道新幹線は，青函トンネルとその前後で在来線との共用区間が存在する．この区間は昭和 63 年に津軽海峡線の一部として開業しているが，北海道新幹線開業にあたっては北海道新幹線（新青森～新函館北斗）の電車線柱と同等以上の耐震性能を有することが求められる．そこで施工時間が極めて短い営業路線で円滑に施工可能なこと，残留変位抑制による地震後の早期運転再開等を考慮し，鋼板を用いた電車線柱の補強を考案した．正負交番載荷試験にてその効果を検証し，本報告では，2 種類の電車線柱を鋼板で補強した実物大の試験体と，鋼板と電車線柱の間にモルタルを打設することなく補強した試験体の実験結果について報告する．

2．実験概要

2．1　試験体概要

試験体に用いた電車線柱はN200B と N130B であり，各々基部の設計曲げモーメントが 200kN・m と 130kN・m のものである．Table1 に試験体諸元を，Fig.1 に電車線柱の断面図を示す．実験に用いた試験体は，以下の手順で製作した．試験体製作のイメージを Fig.2 に示す．

Table1　試験体諸元

No.	電車線柱	補強材	備考
試験体1	10-40-N200B (L=10m, φ=400mm)	鋼板 (SM490 4.5mm)	鋼板と電柱の10mmの隙間にモルタル打設
試験体2	10-40-N130B	鋼板 (SM490 4.5mm)	鋼板と電柱の10mmの隙間にモルタル打設
試験体3	10-40-N200B	鋼板 (SM490 4.5mm)	鋼板と電柱の隙間のモルタルなし

*　土木事業本部　土木設計部　構造物・耐震グループ
**　独立行政法人　鉄道建設・運輸施設整備支援機構
***　公益財団法人　鉄道総合技術研究所
****　土木事業本部　土木設計部

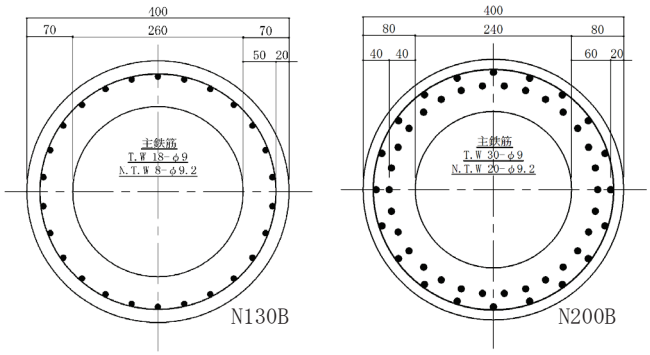

Fig.1　電車線柱断面図

① Photo.1 に示すように直径 476mm，深さ 1000mm の穴を有する鋼製の治具で電車線柱のコンクリート基礎を模擬した．
② 鋼製の基礎に電車線柱を設置し，穴の底面から 600mm の高さまでモルタルを打設し，電車線柱を固定した．
③ 補強鋼板を設置し，穴の上面までモルタルを打設した．補強鋼板の基部への定着長は 400mm であり，補強鋼板の全長は，柱補強部 4000mm を含めて 4400mm である．ここでは，電車線柱と補強鋼板の隙間にモルタルを打設した．
④ 試験体 1 と試験体 2 については電車線柱と鋼板の隙間にモルタルを打設した．

Fig.3 に補強鋼板（溶融亜鉛メッキ処理）の概略図を示す．この図は試験体 1 及び試験体 2 に用いた補強鋼板であり，電車線柱と鋼板の隙間は 10mm（補強鋼板内径 420mm）とし，内側にスペーサーと曲げ補強用の滑り止めとして M10 のナットを溶接している．試験体 3 用に製作した補強鋼板は，内径を小さく隙間を 2.5mm（内径 405mm）としており，工期短縮とコストダウンを目的として電車線柱と補強鋼板の間にモルタルを打設しない構造とした．また，電車線柱と鋼板の隙間に用いるモルタルは，補強目的が曲げ補強であることから既設の電車線柱と同等以上の強度が望ましいが，本実験では，セメント系無収縮モルタル（グラウト用）サンベスト Type-A（株式会社フ

熊谷組技術研究報告　第73号／2014.12

汚染された土壌の浄化予測に関わる解析技術の検討

小川　敦 *

油で汚染された土壌および地下水の浄化状況について単層系の浸透流-移流分散解析を利用して予測する解析技術に関して検討を行った．油分解菌を用いた原位置オプト・バイオ土壌浄化システムの開発に際して実施された実験の一部についてシミュレーションを行い，解析手法の適用性について検討を行った．また，当該解析手法を利用して，浄化効率を高めるための補助工法として不透水性の壁により敷地内を仕切る方法の有効性についてその効果の解析的検討を実施した．

キーワード：油汚染，浄化，原位置バイオレメディエーション，浸透流，移流分散

1．はじめに

土壌汚染対策法の施工や環境省油対策ガイドラインの制定以降，土壌地下水汚染問題への問題意識は高まっており，土壌・地下水の浄化に対する予測技術や効率良く土壌・地下水を浄化する技術の開発が求められている．

油汚染は，ガソリンや灯油，重油などの石油が建物や配管などから漏えいして土壌が汚染されることに起因するものである．油汚染を浄化する方法としては，バイオレメディエーションが利用されているが，一般的には油分で汚染された土壌を掘削して敷地内の別の場所で処理するケースが多い．しかし，土地の利用状況等によっては掘削除去が困難な場合もあり，原位置オプト・バイオ土壌浄化システム[1),2)]のような原位置での浄化が求められることも想定される．Fig.1 に原位置オプト・バイオ土壌浄化システムの概要図を示す．原位置オプト・バイオ土壌浄化システムは，光(opto)照射により活性化させた炭化水素分解菌を活用することで，地盤中（原位置）での油分解・浄化を目的とする技術である．同システムは，自由曲線掘削技術の開発，油分解菌の大臣認定の取得等，技術的には確立されているが，適用に際して必要になる解析的検討に関する技術は整備されていない．

そこで，本報告では原位置オプト・バイオ土壌浄化システムを主に想定し油により汚染された土壌の浄化に関する解析技術について検討を行う．

2．汚染された土壌の浄化予測のフロー

Fig.2 に汚染土壌の浄化予測のフローを示す．

①では，ボーリング調査により汚染領域の平面的な広がりと深度方向の分布などについて把握することが考えられる．油の漏えいから地盤への浸透を事前に解析的に検討することもできるが，油，水，空気などの 3 相の移流問題を扱う必要があり，解析方法としては確立されたものもあるがその扱いは難しい．

＊　技術研究所　地盤基礎研究グループ

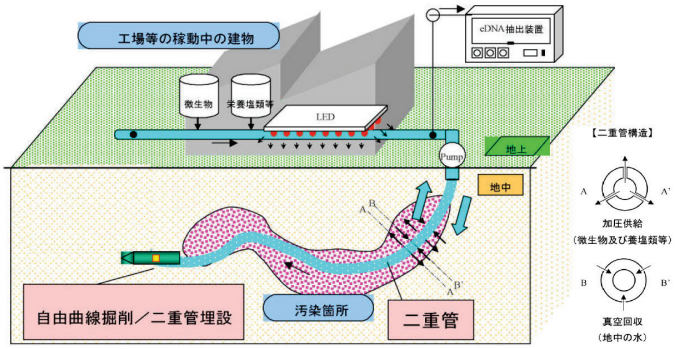

Fig.1　原位置オプト・バイオ土壌浄化システム概要

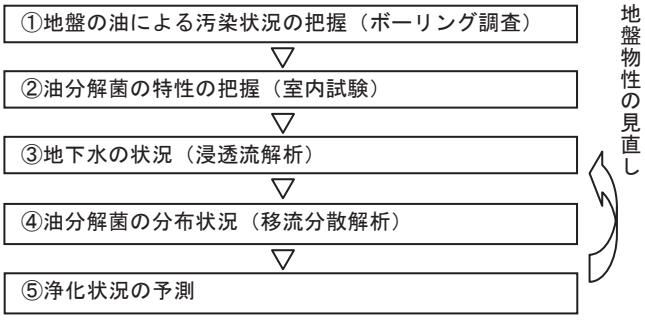

Fig.2　土壌の浄化予測フロー

②では，油汚染の浄化に用いる分解菌の種類が多数あること，また条件によって分解効率などの特性が大きく変動することを考えると事前の室内試験による確認が必要になる．原位置オプト・バイオ土壌浄化システムでは，油分解・浄化に好気性の炭化水素分解菌を利用するため，エアレーションによる酸素の供給が重要となる[1),2)]．室内試験では，例えば，ある分解菌濃度下での土壌油分濃度と時間の関係，土壌油分濃度と汚染地盤の透水係数の関係などを把握する．

③では，②を踏まえた浸透流解析により地下水の流れ場の把握を行う．

④では，移流分散解析により土壌に注入した油分解菌が地下水とともに流れ，汚染領域へどのように到達する

熊谷組技術研究報告　第73号／2014.12

耐火性を有するかぶり厚さ補修用ポリマーセメントモルタルの開発

田中淳一*　　野中　英*　　金森誠治*　　三谷和裕*

RC 建築構造物のかぶり厚さ補修に用いるポリマーセメントモルタルには耐久性，耐火性が求められる．一方で，ポリマー等の有機物は耐火性を低下させることがわかっている．そこで，総有機物量を変化させた耐火試験から調合を選定した．この調合にもとづいて製造したプレミックスポリマーセメントモルタル材のフレッシュ・硬化性状が選定時と相違しないかを品質基準から確認しその適用範囲を定めた．さらに，製品としての耐久性を確認するために模擬試験体の曝露試験を実施し，材齢 1 年経過後においても品質管理値を満足している事を確認した．

キーワード：かぶり厚さ，補修材，ポリマーセメントモルタル，耐火性，耐久性

1．はじめに

ポリマーセメントモルタル（以下，PCM）は，建物の補修に必要な材料であるが，構造体に使用する場合には耐久性，耐火性が必要となる．しかし，現状の PCM は耐久性や耐火性の性能を示しているものが少ない．このことから，PCM を構造体の補修材料として使用する場合に関する研究が行われ [1]，「かぶり厚さ確保のための補修材料・工法選定マニュアル（案）」[2]等も示されたが，要求品質を満たす材料が少ないのが現状である．

本研究では，総有機物量をパラメータとした 4 種類の単位ポリマー量 35kg/m^3 の PCM を実験ケースとして，加熱前の施工性，仕上がり性，加熱時の耐爆裂性，遮熱性について上記マニュアルに従った評価を行い，その妥当性を確認した．

本稿では更に，この評価結果をもとにプレミックス PCM 材を製造し，その品質管理・検査，力学性状，耐久性状，および屋外曝露（1 年）した試験施工供試体の表面観察結果について述べるものである．

2．実験概要

2．1 実験ケースおよび PCM の品質

Table 1 に実験ケースおよび PCM の品質を示す．実験ケースは，ポリマーとしてアクリル酸エステル共重合樹脂 35kg/m^3 の添加を共通仕様とし，その他の添加剤の増減により総有機物量を変化させた 4 種類の調合とした．本実験で使用した PCM の品質試験結果を Table 1 に示す．

2．2 加熱試験体の作製 [2]

試験体寸法は Fig. 1 に示す高さ 1100mm×幅 1100mm×厚さ 150mm とし，厚さは 120mm の基板コンクリートに 30mm の PCM 補修とした．

*　技術研究所　　建設材料研究グループ

Fig. 2 に PCM の補修条件を示す．基板コンクリートの下地処理は PCM の補修日より前にグラインダで目荒しを行い，PCM の補修直前にプライマを塗布した．PCM による補修はこて塗りで行い，補修厚さは 10mm×3 層の 30mm とし，1 日目に付着性を高めるための下ごすり(3～5mm の厚さ)を行った後に 1 層目を施工し，翌日に 2，3 層目を施工した．また，3 層目には Table 2 に示す材料を用いて Fig.2 に示す様に剥落防止措置を施した．

Table 1　実験ケースおよび PCM の品質

試験体記号	実験ケース			PCM の品質			
	ポリマー種類	単位ポリマー量	総有機物量	モルタルフロー	単位容積質量	圧縮強さ	曲げ強さ
		kg/m^3	kg/m^3	mm	kg/m^3	N/mm^2	N/mm^2
A	アクリル酸エステル共重合樹脂	35.0	54.5	142	2181	58.4	8.83
B			47.8	142	2166	56.0	7.72
C			44.3	146	2170	56.4	7.63
D			40.5	156	2159	58.8	7.88

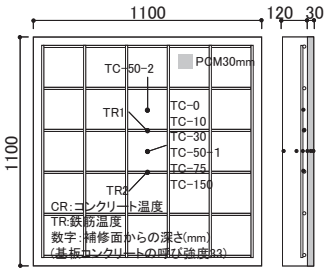

Fig. 1　加熱試験用試験体

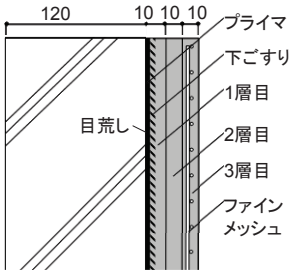

Fig. 2　PCM の補修条件

Table 2　剥落防止措置に使用した材料

材料	名称等	材種
アンカ	P レスアンカ L=75mm	SUS410
ワッシャ	Φ40mm ワッシャ	SUS410
補強用メッシュ	ファインメッシュ Φ1.2mm P-25（目開き 23.8mm）	SUS304

2．3 試験体の養生

コンクリート基板は打込み後約 8 ヶ月間屋内で養生を行い，その後 PCM 補修施工を行った．また PCM 補修施工後は約 3.5 ヶ月間 20℃，60%RH で気乾養生を行い，さらに PCM の含水率を平衡状態に近づけるために，加熱試験前に約 9 日間約 60℃で強制乾燥を行った．

熊谷組技術研究報告　第73号／2014.12

函渠構造物における品質向上の取組み
― 丹波綾部道路瑞穂ＩＣ函渠他工事施工報告 ―

神﨑恵三 *　山﨑健三 **　吉井孝彰 **　大久保武志 **　前辻智 **　新井達也 **

丹波綾部道路瑞穂ＩＣ函渠他工事は,「京都縦貫自動車道 丹波綾部道路」の一部区間である瑞穂ＩＣ（仮称）における工事である．本工事では，現場打ち函渠構造物のコンクリートの品質向上として，施工の各段階（配合検討，コンクリート打設，養生方法，品質管理）において，様々な取り組みを計画し実施した．

本稿では，各々の取り組んだ事例について，施工時の工夫,品質向上効果，出来映え，コスト，他工事への水平展開の可能性などを報告する．

キーワード：ＳＥＣ工法，ＮＤ－ＷＡＬＬ工法，真空脱水処理工法，28 日間湿潤養生，透気試験

１．はじめに

京都縦貫自動車道は,京都府の南北を結ぶ延長約100kmの自動車専用道路で,その一部区間である丹波綾部道路29.2km が整備されると,行楽シーズンの国道 9 号と国道27 号の渋滞の解消や,大雨等による周辺道路の通行止めが発生した場合の代替道路として機能する.また,宮津市役所から京都府庁間の所要時間が 20 分短縮され,京都北中部への観光客数増加による地域の活性化や人や物の流れの効率化が図られる.その中でも瑞穂ＩＣ（仮称）は,国道 9 号と国道 173 号の両国道と連携した広域ネットワークを形成するとともに,その途中にある京都北部中核工業団地からのアクセスを向上させ,工業団地への企業立地の促進に一役買うことになり,未来への活力ある地域づくりへ大きく寄与することが期待されている.

本工事で対象となる現場打ち函渠は,瑞穂ＩＣ（仮称）のＢランプの下を横断する構造物である（Fig.1）.頂版スラブ面の土被りは小さく,供用後は車両の通行が多い.また,施工時期は冬季となり,施工箇所は山間部で昼夜の温度差が大きく,夜間は 0℃を下回ることが予想される.

コンクリートの品質向上において，構造物の形状や気象条件を考慮した対策を講じることが重要である.本稿では実施内容と施工結果を報告する.

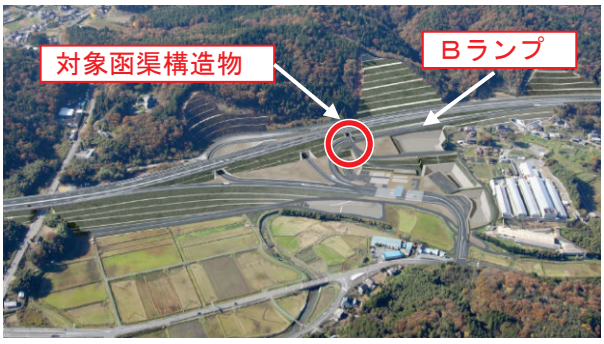

Fig.1　完成イメージ図

*　本社土木事業本部プロジェクト技術部
**　関西支店土木事業部土木部瑞穂ＩＣ作業所

２．工事概要

工事名称：丹波綾部道路瑞穂ＩＣ函渠他工事
工事場所：京都府船井郡京丹波町和田地先～井脇地先
発注者　：近畿地方整備局
工　期　：平成 25 年 3 月 7 日～平成 26 年 12 月 31 日
工事数量：

道路土工	掘削 136,250m³	盛土 237,000m³
	法面工 26,000m²	
函渠工	プレキャスト函渠	3 基
	場所打ち函渠	1 基
擁壁工	補強土壁 769 m²	
	緑化テール 1,039 m²	
	その他	
排水工	一式	
調整池工	連結水路プレキャストカルバート 2 基	
	プレキャスト調整池 1 箇所	

対象の場所打ち函渠構造物の構造を示す.内空高さ5.4m,内空幅 6.7m,側壁厚 0.7m,延長 5m の構造物である（Fig.2）.

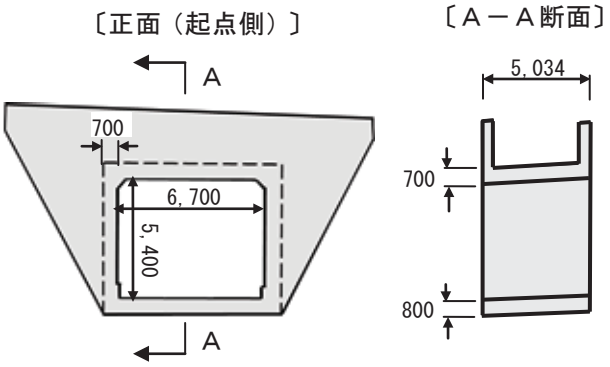

Fig.2　カルバート構造図

３．品質向上への課題と対策の抽出

本工事の現場打ち函渠構造物の施工において,構造や

熊谷組技術研究報告　第73号／2014.12

高水圧が作用するダム堤体埋設配管の止水充填に関わる施工報告

森　康雄＊　谷上雅人＊＊　宮田広直＊＊＊　後藤徳善＊＊＊＊

経年約 60 年の重力式コンクリートダムからの漏水は最近 10 年増加傾向を示し 2010 年 3 月には過去最大となった．漏水の原因は建設時に埋設した仮設配管による貯水池からの供給であると判断され，配管（4 インチ，延長 10m）をグラウチングにより閉塞することとなった．今回は下流側の配管のグラウチングに引き続き上流側配管の充填工事を実施した．高水圧（0.47MPa）が作用する配管の充填という事例の少ない工事であるため，現場の環境を再現した模擬実験により施工可能性について検証し，実施工を行った．

充填材料は高強度（配合強度 24N/mm^2）の可塑性注入材で，基材と可塑材を別系統の配管で圧送（圧送距離 60m）して注入口付近で静止ミキサにより攪拌混合して注入した．注入圧の変動を測定しながら注入し，工事は無事終了した．現在，漏水は止まっている．

キーワード：高水圧，止水，充填，可塑性注入材

1．はじめに

当該ダムは 1956 年に完成した重力式コンクリートダム（堤高 98.2m，堤頂長 260m，堤体積 487,000m^3）である．完成後，ダムからの漏水は 100ℓ /min で推移していたが 2000 年頃から増加傾向を示し，その後増減（200～1000ℓ /min）を繰り返し 2009 年に 150ℓ /min に減少した．しかし，その後再度増加し始め 2010 年 3 月には過去最大値となり，土砂等の噴出も著しくなった．

これまで，ボーリングなどの各種調査を行い漏水の原因は建設時に埋設した仮設配管による貯水池からの供給であると判断された．対策工事として当該配管をグラウチングにより閉塞し，漏水を止めることとなった．2011 年度に第 1 回目の充填工事として監査廊から下流側の配管を充填し，今回，第 2 回目の充填工事として上流側を充填した．

本工事は，高水圧（0.47MPa）が作用している配管の充填という事例の少ない工事である．今回の充填工事の施工にあたり，現場の環境を再現した模擬実験を室内で行い施工可能性を確認し，実施工を行った．

2．事前検討

2．1　現況

施工位置図（断面図）を Fig.1 に示す．

2011 年度に実施した配管充填工事の際に監査廊内に削孔した鉛直ボーリング孔を利用して上流側の水平配管を充填する．ダムの健全性検討委員会で湧水箇所から空気を注入したところダム湖から空気が噴出したことから，配管の上流側は貯水池と連動していることが判明した．したがって，常に貯水池の水頭分だけ水圧（0.47MPa）が作用している状態である．

充填する水平配管の径はφ100mm で，延長は図面上では 10m 程度であるが，分岐している可能性がある．ただし，建設当時の詳細な記録はなく，配管のルート，分岐の有無，位置，箇所数は不明である．

監査廊内の現地の状況を Photo.1 に，既往の削孔状況を Fig.2 に示す．2011 年に実施した充填工事の際に削孔した 2 本の鉛直ボーリング孔の口元にはそれぞれに開閉用のゲートバルブが設置されている．ゲートバルブ取付

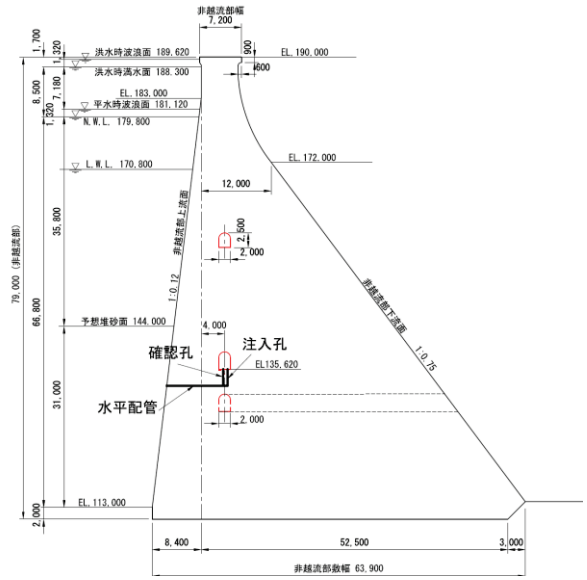

Fig.1　施工位置断面図

＊　土木事業本部　インフラ再生事業部
＊＊　（株）環境総合テクノス
＊＊＊　名古屋支店　土木部
＊＊＊＊　名古屋支店　営業部

熊谷組技術研究報告　第73号／2014.12

復興道路工事における新技術への取り組み
ー 爆薬の遠隔装填システムと中流動コンクリートの適用 ー

堂藤 和雄*　野々村 嘉映*　古谷 聡*　星 太一*　千葉 崇*　長岡 雄太*

釜石山田道路工事は，東日本大震災における復興道路の整備を効率的に推進させるために，複数の工種・構造物を一括して施工する発注ロットの大型化を図ったものであり，4 つのトンネルとコンクリート橋，補強土壁工からなる全工区延長約 2.8km の工事である．

本稿では，爆薬の遠隔装填システム採用による切羽安全性の向上および工程の確保，トンネル覆工コンクリートに後添加型中流動コンクリートの適用による品質向上について報告する．

キーワード：山岳トンネル，爆薬の遠隔装填，中流動コンクリート

1．はじめに

三陸沿岸道路のうち釜石山田道路は，釜石市甲子町第 13 地割（仮称）釜石 JCT から下閉伊郡山田町船越（山田南 IC）を結ぶ延長 23.0km の自動車専用道路である（Fig.1 参照）．そのうち釜石両石 IC～釜石北 IC 間の 4.6km 区間は，先行開通区間として東日本大震災発生の 6 日前に開通している．平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災では，大津波により鵜住居小学校，釜石東中学校が被災し，児童・生徒ら約 600 人は津波から逃れるために開通後まもない高台にある釜石山田道路に逃れ全員が助かった．このことから子供たちの命を救った道路は別名「命の道」とも呼ばれている．そのため，一日も早い完成・開通の期待が寄せられている道路である．

本稿では，本工事が早期完成をめざす復興道路工事であることから，工期の厳守は勿論のこと，品質・安全の向上を目的として当社開発の爆薬の遠隔装填システムの採用，トンネル覆工に後添加型中流動コンクリートを適用した結果を報告する．

2．工事概要

2．1　工事概要

本工事は，東日本大震災における復興道路の整備を効率的に推進させるために，複数の工種・構造物を一括して施工する発注ロットの大型化（大ロット工事）を図ったものであり，4 つのトンネルとコンクリート橋，補強土壁工からなる全工区延長約 2.8km の工事である．

＊　東北支店　釜石山田道路作業所

工 事 名：国道 45 号 釜石山田道路工事
発 注 者：国土交通省 東北地方整備局
施 工 者：熊谷組・オリエンタル白石特定建設工事共同企業体
施工場所：岩手県釜石市大字釜石第 9 地割～釜石市両石町第 4 地割 地内
工　　期：平成 24 年 3 月 15 日～平成 27 年 3 月 13 日
工事内容：
トンネル工：八雲第 1 トンネル L=635m，八雲第 2 トンネル L=839m，八雲第 3 トンネル L=149m，水海トンネル L=445m
掘削断面積　約 75～80m^2
掘削方式　発破掘削（タイヤ方式）
道路改良：大規模盛土および補強土壁工（テールアルメ工法）
コンクリート橋上部工：水海高架橋（L=184m）

2．2　地形概要

工事箇所は，急峻な山地が海岸に迫っている地域にあり，海岸線は非常に多くの入り江が深く切り込まれたリアス式海岸を形成している．本トンネルは標高約 55m～87m の高さに計画され，それぞれ次のような特徴がある．

八雲第 1 トンネル：八雲砂防ダム（岩手県）上流を通過（水平距離・土被りとも約 20m），起点側坑口に民家が近接（離隔距離約 50m）
八雲第 2 トンネル：県道水海大渡線直下を通過（土被り約 4m），JR 釜石線釜石トンネル上方約 40m を通過，約 2m の低土被り部
八雲第 3 トンネル：偏圧地形
水海トンネル　　：小土かぶり部（土被り約 1m）

熊谷組技術研究報告　第73号／2014.12

新幹線駅の施工事例
― 北陸新幹線・糸魚川駅新築 ―

大野雅紀 *　江川敦義 *　桜井健一 *　山田 義嗣*　宮上高幸 *

北陸新幹線の糸魚川駅は，北陸本線に平行して新設される全長約 313m（建物全長）の新幹線の駅舎である．本工事は，営業線である北陸本線に近接しかつ海岸線にも近く，立地条件的には難易度の高い工事である．また，施主，地方自治体からの要望に対する各種の検討も必要であった．これらの難題を克服し，無事故で完工した新幹線駅の施工事例を報告する．

キーワード：北陸新幹線，駅舎，営業線近接工事，塩害対策，耐震天井

１．はじめに

今回の北陸新幹線工事は，平成 26 年度末開業を目指し，長野駅から金沢駅までの約 228 kmを延長する工事で，新しく７駅が新設される．

当社が建設した糸魚川駅は，高崎を起点として 213.88 kmに位置し，ホーム全長 312m，相対式駅である．高架本体は，当社の土木工事で施工した．

この駅の特徴は，北陸本線の直ぐ南側に建設されるため，営業線近接工事となることである．新設される７駅の中でも難易度の高い工事となる．特に，拡幅部と呼ばれる駅中心部約 80mは，北陸本線の境界線と，外壁の離隔距離が最小部で 790 mmと狭く，仮設計画には大変苦労した．また，糸魚川駅は，海岸線から約 460mに位置し塩害対策にも配慮した．更に，糸魚川市は，ヒスイの産地で有名である．糸魚川市役所から，ヒスイの原石を提供され，それを現場の仕上げで利用したいとの要望があり，それを具現化していった．

本工事は，幾多の困難を乗り越え，「見せる現場」を強調し，無災害で糸魚川駅の建設工事を完成させた我々の取り組みを報告するものである．

２．工事概要

工事概要を以下に，また完成予想パースを Fig.1～4 に示す．

工事名称：北陸新幹線，糸魚川駅新築
工事場所：新潟県糸魚川市大町一丁目
事業主：独立行政法人鉄道建設･運輸施設整備支援機構
　　鉄道建設本部北陸新幹線第二建設局
設計監理：独立行政法人鉄道建設･運輸施設整備支援
　　機構鉄道建設本部北陸新幹線第二建設局建築課
施工：熊谷・名工・田辺北陸新幹線，糸魚川駅新築特定
　　建設工事共同企業体
工期：平成 24 年 3 月 12 日～平成 26 年 9 月 11 日
　　（30 ヶ月）
建物用途：駅舎
敷地面積：14,135.66 ㎡
建築面積：1,220.68 ㎡（施工建築面積：5,266.13 ㎡）
延床面積：1,408.98 ㎡（施工延床面積：8,963.28 ㎡）
構造規模：鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造地上２階（高架）
　　＋鉄骨造１階（ﾎｰﾑ）
建物高さ：GL+31.556m（最高高さ）
ホーム高さ：GL+17.310m
主要工事数量
　鉄骨：1,504 t （4,618 ﾋﾟｰｽ）
　外壁（拡幅部）GRC 板：2,235.9 ㎡
　外壁（一般部）押出成形ｾﾒﾝﾄ板：4,503.6 ㎡
　屋根ｶﾞﾙﾊﾞﾘｳﾑ鋼板折板：5,142.0 ㎡
　天井ｱﾙﾐｽﾊﾟﾝﾄﾞﾚﾙ：1,178.0 ㎡
　床 300 角磁器質ﾀｲﾙ：1,784.4 ㎡

＊　北陸支店　糸魚川駅作業所

３．施工計画

３．１　総合仮設計画

今回「北陸新幹線，糸魚川駅新築」は，北側に営業線を抱えるため主要工事である鉄骨工事，外壁（GRC，ECP）工事等が南側の片側からの施工計画としなければならない．Fig.5 総合仮設計画図，参照．

鉄骨工事では，最大重量が約 12t にもなる梁を揚重しなければならないため，施工高さ，作業半径を考慮し 150t クローラークレーンを採用した．　Fig.6 鉄骨建て方計画図，参照．

当現場の拡幅部分（北側）に関しては，敷地境界線と外壁との離隔距離が狭隘なため，外部足場に W400 枠組み足場を採用した．構造的に厚みがないので安定感がなく，鉄骨梁の配置上，壁つなぎ計画が非常に困難であった．

熊谷組技術研究報告　第73号／2014.12

ＲＣ曲面躯体工事の施工
ー　「サイエンスヒルズこまつ」新築工事　ー

君島康之 *　造士航 *　山村芳裕 *

起伏する曲面の重なりで構成された大屋根が特徴の「サイエンスヒルズこまつ」建築工事で最も重要で困難であったのは，部位ごとの共通箇所がほとんど無い造形を，ＲＣで具現化することであった．本稿ではそのために採用した工法のうち，くし型枠工法，斜掛ビーム工法およびニュートラスウォール工法について報告する．

キーワード：ＲＣ曲面躯体，型枠工法，斜掛ビーム工法，ニュートラスウォール工法

１．はじめに

「サイエンスヒルズこまつ」建築工事では，意匠設計図とは別にデザインコンセプト把握のための3D-CADで描かれた４枚の起伏する曲面の重なりで構成された建物のイメージを受領した．本工事ではそのイメージを損なうことなく現実の建物に具現化することが求められており，そのためには複雑な形状や構造を反映した施工図の作成や精度よく躯体を構築するための工法の選定が必要であり，さらに短工期・低予算で施工するための施工計画も重要であった．

本報告では，本建物の特徴であるウェーブ屋根の曲面スラブと３Ｄドームシアターの半球形状躯体の施工について報告する．Photo.1 に，模型写真・全景パースおよび全景写真を示す．

２．建築概要

２．１　工事概要

以下に工事概要を示す

工事名称：（仮称）科学交流館新築工事（建築）
建物名　：サイエンスヒルズこまつ
工事場所：石川県小松市こまつの杜２番地
発注者　：小松市
設計者　：（株）スタジオ建築計画
監理者　：小松市役所都市創造部建築住宅課
施工者　：熊谷組・加越建設特定建設工事共同企業体
実施工期：平成 24 年 8 月 13 日～平成 26 年 1 月 14 日

２．２　意匠の特徴

本建物は部位による共通形状がほとんどない異なった形状の集合体と言え，また，様々な要素が組み込まれている．それらの代表的なものを以下にあげる．

＊　北陸支店　科学交流館作業所

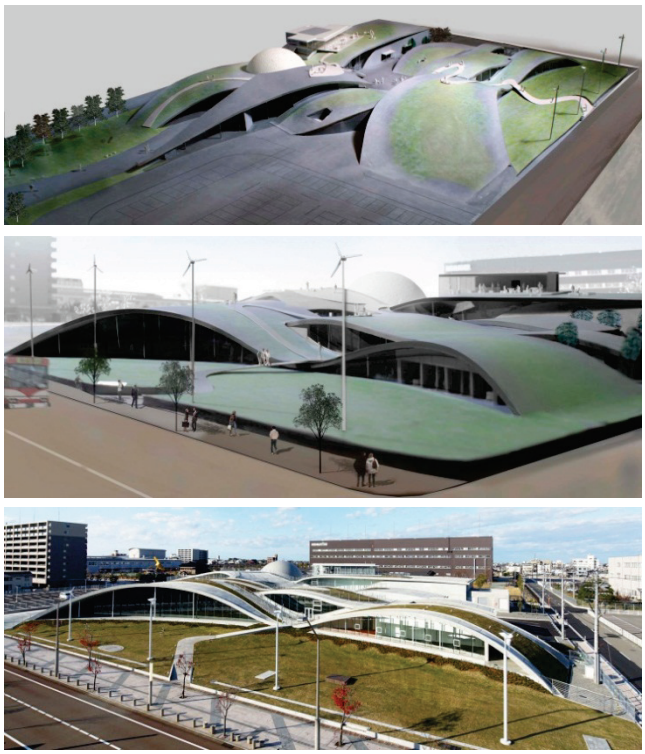

Photo.1　模型写真・全景パース・全景写真

① 同一の曲面形状がなく，緩やかにひねりながら重なり合う４列のウェーブと呼ばれる起伏する曲面屋根．
② 内部に跳出し躯体があり，球形外壁の途中でウェーブと交差する半球形状の３Ｄドームシアター．
③ 屋根の経年クリープを考慮した大型ガラスカーテンウォール．
④ 地上から連続して歩行できるウェーブ屋根上の屋上緑化．

２．３　構造の特徴

構造の基本はＲＣ柱梁と耐震壁（一部Ｓ柱）によりＲＣ屋根を支持するラーメン構造であるが，部分的に異なる構造形式を混在させている．主な特徴として以下のようなものがある．

目次へ戻る

歴史的建築物改修工事施工報告
ー豊岡市新庁舎建設工事ー

安田 正 *　恒川 聡 *　瀧本 賢治 *　河本 潔 **

コウノトリの飛ぶまちで知られる豊岡市の中心に位置する豊岡市役所の旧本庁舎は，北但大震災（1925年５月）の復興シンボルとして震災直後に建築家・原科準平の設計により1927年に建築された近代建築である．平成17年に兵庫県の北但１市５町が合併して豊岡市になったことで，豊岡市新庁舎が今回新築整備された．本報告は，新庁舎の一部として保存・活用するために移設・改修された旧本庁舎の曳家工事及びレトロフィット免震工事についての施工記録である．

キーワード：近代建築物，歴史的建築物，曳家，免震レトロフィット

１．はじめに

本報告は，豊岡市役所の旧本庁舎における曳家改修工事及びレトロフィット基礎免震工事について，計画段階から施工までの取り組みを報告する．

本工事は，築80年を経過した豊岡市役所の旧本庁舎に免震対策を施した上で，新庁舎の一部として保存・活用し，庁舎と街並の調和を考慮，　防災拠点としての庁舎，ライフサイクルコストの低減，環境への影響などが配慮された新築工事である．

旧本庁舎を曳家改修工事で移設後，その跡地にＲＣ造７階建の新庁舎を建設．移設距離は約25ｍで，レトロフィット基礎免震工法による耐震改修も実施．新庁舎では基礎免震工法・静的締め固め砂杭工法・約 16 ｍのＰＣ合成床版１Ｆ毎53枚（10 ｔ/枚）を採用している．

旧本庁舎は，大正14年５月の北但大震災後、昭和２年に震災の復興シンボルとして建築されたものである（Photo.1）．

Photo.1　建築当時の豊岡町役場
（豊岡市ホームページより）

旧本庁舎は，建築家　原科準平によって設計され，アーチ窓や持ち送り風の装飾，メダイヨン（円形飾り）などの幾何学模様の装飾など，当時としては画期的な洋風建築であり，「堅実宏壮、県下五州町村役場多シト雖、未タ曾テ其比ヲ見ス」（豊岡市史）と誇示されるほどの建物であった．当時は２階建てであったが，昭和25年の市制施行にあわせて，昭和27年に当時の雰囲気を残しつつ３階部分を増築しているが，周辺の建物とともに震災の復興建築群として認識されている（Photo.2）．

Pohto.2　昭和27年に建築当時の雰囲気を残して３階部分が増築された曳家前の旧本庁舎
（豊岡市ホームページより）

２．建物概要

２．１　工事概要

工事名称：豊岡市新庁舎建築工事
工事場所：兵庫県豊岡市中央町２番４号
事業主：豊岡市
設計者：株式会社　日本設計関西支社
監理者：株式会社　日本設計関西支社
施工者：熊谷組・谷垣工業・共栄建設工業共同企業体
実施工期：平成23年３月25日～平成25年７月25日

＊　関西支店　豊岡市新庁舎作業所
＊＊　関西支店　建築事業部 建築部 技術グループ