

青木あすなろ建設 技術研究所報

ASUNARO AOKI RESEARCH REPORT

Vol.5 2020.4

青木あすなろ建設 技術研究所報

ASUNARO AOKI RESEARCH REPORT

Vol.5 2020. 4

ごあいさつ

常務執行役員
技術研究所長
牛島 栄



青木あすなる建設技術研究所報 Vol.5 の発行にあたり、一言ご挨拶を申し上げます。

当社の技術研究所報は、弊社の社是である「我が社は持てる技術を駆使し、ハイクオリティでローコストな商品を提供して、お客様の期待を満足裏に完遂し、もって社業の発展を通じて社会に貢献することを使命とする C&C (Consultant&Construct) カンパニーである。」に示されるよう、企業ブランドを研究開発を通して支える大切な技術資料となっています。

この小冊子は、公的研究機関や土木系・建築系を有する大学および民間のお客様に寄贈することにしております。一般的に、建設会社は IR 活動を通して業績をご評価頂いておりますが、研究開発の成果の公表もまた、建設会社としての弊社の本業や新たな事業領域への挑戦する姿を社会に示す有益な機会と捉えています。

今回の技報は、建築系 5 編と土木系 2 編および共通系 3 編から構成されており、社会資本の老朽化対策や建設工事における合理化施工、想定される大地震対策など、建設業に求められる技術課題に対応したものとなっています。

技報の概要に掲載した土木分野のテーマでは、お陰様で首都高速道路（株）との足掛け 7 年に渡る共同研究テーマ「既設橋梁の耐震性向上技術に関する研究」として実施してきたダイス・ロッド式摩擦ダンパーが首都高台場線におけるロッキング橋脚に対して、T 型橋脚の損傷とロッキング橋脚の上揚力を低減するための耐震補強対策として、固定支承部の橋軸直角方向に採用され、実装されました。これまで真摯に開発してきた技術が大きく羽ばたくことになったことは、技術者冥利に尽き感無量です。

さらに建築分野では、「ばね式免震制動装置」が建築技術性能証明を取得しました。昨年度、建築技術性能証明を取得した耐震天井工法は 2 ヶ所に実装され、大型案件への適用も検討が始まっています。共通分野では、施工品質の確保や施工の合理化に伴う技術開発も進展しています。

技術研究所職員一同は技術本部や土木・建築本部と一体となって、より高い技術開発目標を掲げ、その成果の業務への展開を通じて社業の発展に寄与致したいと欲しています。

皆様には、本書をご高覧・ご活用して頂くとともに、今後とも従来にも増して、弊社および技術研究所へのご支援・ご指導・ご鞭撻をよろしくお願い申し上げます。

令和 2 年 4 月

目 次

1. 技術研究報告概要

- (1) 屋外に設置後 20 年が経過した外付け制震ブレースの「摩擦ダンパー」性能確認 1
土田堯章・波田雅也・上田英明・北嶋圭二
- (2) ばね式免震制動装置の性能確認実験 2
諸沢証治・新井佑一郎・柳田佳伸・石鍋雄一郎
- (3) 複合型露出柱脚のコンパクト型試験体に関する実験的研究 3
寺内将貴・柳田佳伸・新井佑一郎・石鍋雄一郎
- (4) AA-TEC 工法の適用拡大に向けたユニット試験 4
柳田佳伸・寺内将貴・久松千寿・太田雅久
- (5) 「折返しブレース®」の座屈拘束メカニズムに関する研究 5
波田雅也・竹内健一・北嶋圭二
- (6) 各種使用率で高炉スラグ微粉末を混和材として用いたコンクリートの室内実験 6
加藤義明・村井克綺・林 晴佳
- (7) 橋の挙動に対する追随性とダンパー軸方向の保持を両立する摩擦ダンパーの開発 7
木村浩之・波田雅也・山崎 彬・下村将之
- (8) 橋軸直角方向に摩擦ダンパーを設置した既設橋梁の制震化効果の検討 8
山崎 彬・波田雅也・松原拓朗・山本一貴
- (9) 施工精度・施工効率の向上を図る接着系あと施工アンカー工法の開発 9
山崎 彬・波田雅也・下村将之
- (10) 超音波横波の起振周波数に着目した RC 構造物の非破壊試験法に関する検証 10
新井佑一郎・坂本浩之・佐藤俊男・牛島 栄

2. 社外発表論文一覧 11

3. ニュースリリースの紹介 14

CONTENTS

1. Outline of Technical Report

- (1) Confirmation of Friction Damper Performance of External Damping Brace 20 Years after Installation Outdoors 1
Takaaki TSUCHIDA, Masaya HADA, Hideaki AGETA, Keiji KITAJIMA
- (2) Performance Confirmation Experiment of Spring-type Seismic Isolation Braking Device 2
Masaharu MOROSAWA, Yuichiro ARAI, Yoshinobu YANAGITA, Yuichiro ISHINABE
- (3) Experimental Study on Compact-type Specimens of Composite Exposed-type Column Bases 3
Masaki TERAUCHI, Yoshinobu YANAGITA, Yuichiro ARAI, Yuichiro ISHINABE
- (4) Unit Tests for Extent of Application in the "AA-TEC" Construction Method 4
Yoshinobu YANAGITA, Masaki TERAUCHI, Chihiro HISAMATSU, Masahisa OTA
- (5) Study on Buckling Restraint Mechanism of "Folded Brace®" 5
Masaya HADA, Kenichi TAKEUCHI, Keiji KITAJIMA
- (6) Laboratory Experiment of Concrete Using Granulated Blast-furnace Slag as the Mineral Admixtures at Replacement Ratio 6
Yoshiaki KATO, Katsuki MURAI, Haruka HAYASHI
- (7) Development of the Friction Damper Compatible Following Seismic Response of the Bridge with Keeping the Damper Axially 7
Hiroyuki KIMURA, Masaya HADA, Akira YAMASAKI, Masayuki SHITAMURA
- (8) Study of Seismic Control Effect of Existing Bridge Installed Friction Damper at the Direction Perpendicular to Bridge Axis 8
Akira YAMASAKI, Masaya HADA, Takuro MATSUBARA, Kazuki YAMAMOTO
- (9) Development of Post-Installed Adhesive Anchor Method to Improve Construction Accuracy and Construction Efficiency 9
Akira YAMASAKI, Masaya HADA, Masayuki SHITAMURA
- (10) Basic Study on Nondestructive Test of RC Structure Focusing on Vibration Frequency of Ultrasonic Shear Wave 10
Yuichiro ARAI, Hiroyuki SAKAMOTO, Toshio SATO, Sakae USHIJIMA

2. External Presented Paper List 11

3. Introduction of Technical News 14

1. 技術研究報告概要

1. 屋外に設置後 20 年が経過した外付け制震ブレースの「摩擦ダンパー」性能確認 Confirmation of Friction Damper Performance of External Damping Brace 20 Years after Installation Outdoors

土田 堯章* 波田 雅也** 上田 英明* 北嶋 圭二***

—概要—

筆者らは、「摩擦ダンパー」を組み込んだ制震ブレースを既存建物の外壁面に設置することで、建物を使用しながら耐震性能を向上させる補強工法（以下、制震ブレース工法）を開発・実用化している。2019年12月現在で約100棟（摩擦ダンパー約3,800基）の適用実績がある。

今回、1998年に制震ブレース工法を適用した第一号物件（写真1）の解体に伴い、建物の外壁面に設置した摩擦ダンパーを全数回収し、その性能を確認する機会を得た。

本報では、屋外に設置された状態で20年が経過した摩擦ダンパーに対し、補強工事当時の受入検査と同じ条件で実施した性能確認試験の結果について報告する。

—技術的な特長—

制震ブレース工法を適用した第一号物件は、日本大学理工学部駿河台校舎5号館（以下、5号館）のRC造4階建て塔屋および屋上階段支持壁である。5号館に設置した摩擦ダンパーの規格荷重は98kN（10tf）である。

回収した摩擦ダンパーに対し、補強当時に実施した受入検査と同じ条件で性能確認試験を行った（写真2、図1）。その結果、履歴形状は補強当時とほぼ一致し、安定した完全弾塑性型の履歴形状を示した。また、補強当時の摩擦荷重に対する20年後の摩擦荷重の比率は、平均摩擦荷重で平均97.0%、切片荷重で平均97.6%であり、摩擦荷重の変化は約3%と非常に小さかった。



写真1 補強建物の外観

写真2 性能確認試験状況

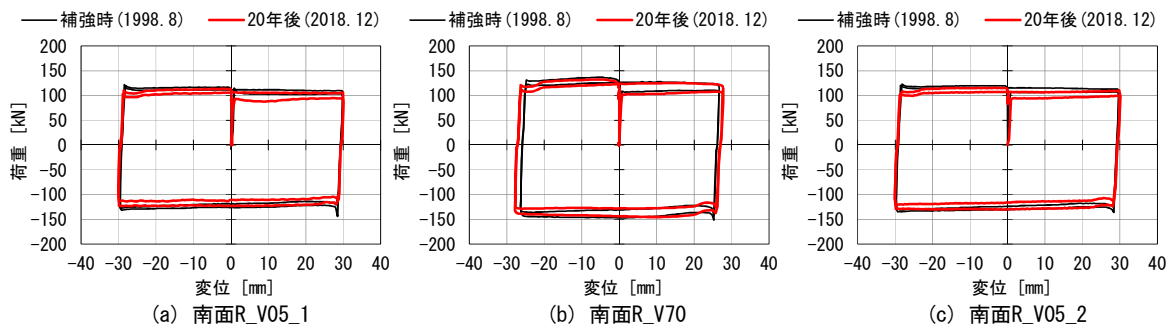


図1 南面Rの性能確認試験結果（荷重-変位関係）

※本報の内容の一部は、日本建築学会大会学術講演概要集（2019.09.pp.893-894）で発表済みである。

*技術研究所 構造研究部 建築構造研究室 **技術研究所 構造研究部 土木構造研究室
***日本大学理工学部 教授

2. ばね式免震制動装置の性能確認実験

Performance Confirmation Experiment of Spring-type Seismic Isolation Braking Device

諸沢 柁治* 新井 佑一郎* 柳田 佳伸* 石鍋 雄一郎**

—概要—

免震建物が設計想定を超える巨大地震を受けると、免震層が過大変形し擁壁に衝突することが懸念されている。免震建物の擁壁衝突を防止するためには、免震層に入力される過大な運動エネルギーをダンパーなどのデバイスで吸収する必要がある。過大な運動エネルギーを吸収するデバイスとして、他社先行技術では特殊なオイルダンパーやゴム等の特殊な材料を用いたデバイスが提案されている。本論で提案する「ばね式免震制動装置」は、特殊な材料を用いずに鋼材のみで構成されたデバイスである。エネルギー吸収は、独自部品である「鋼管コイルばね」に引張力が作用した際に塑性化することで行われる。そのため、信頼性が高く、繰り返しの装置動作でも安定してエネルギーを吸収する。

—技術的な特長—

装置に用いられる鋼管コイルばねは、一般的な円形鋼管にらせん状の切込みを入れたものである。エネルギー吸収能力を発揮させるためには、鋼管コイルばねが引張力を受けた際に、ばね線材を拘束鋼管に巻き付けることと、ねじり変形を拘束する必要がある。装置の形状を図1に示す。装置形状より、ばね線材を巻き付ける拘束鋼管は、鋼管コイルばねの内部に挿入されている。ねじり変形の拘束は、外周に取り付けられた角形鋼管（ねじり変形拘束鋼管）と摺動部により構成された機構で行われる。装置の履歴モデルは、図2で示すように剛性が小さな弾性域と、徐々に荷重上昇しエネルギー吸収が行われる制動域と、荷重がほぼ一定となる終局域に分けられる。

本論では、装置の設計に必要な履歴モデル（図2）の設定方法を確立するために、装置の加力実験を実施した。実験により得られた荷重—変位関係（図3）から、初期剛性が小さく、緩やかに荷重上昇することが確認された。また、実験結果から、制動域における剛性 K_2 は鋼管径との相関性について定式化を行うことで、履歴モデルの設定方法を確立することができた。

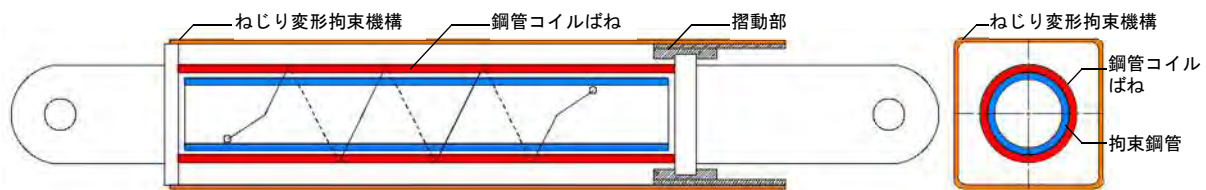


図1 ばね式免震制動装置の形状

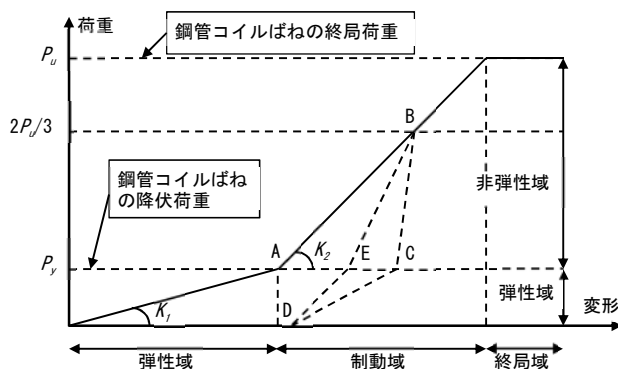


図2 ばね式免震制動装置の履歴モデル模式図

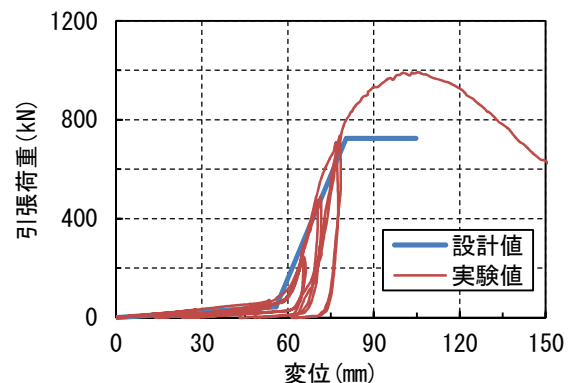


図3 荷重—変位関係

*技術研究所 構造研究部 建築構造研究室 **日本大学短期大学部 准教授

3. 複合型露出柱脚のコンパクト型試験体に関する実験的研究

Experimental Study on Compact-type Specimens of Composite Exposed-type Column Bases

寺内将貴* 柳田佳伸* 新井佑一郎* 石鍋雄一郎**

—概要—

本研究は、複合型露出柱脚のベースプレートサイズの縮小化を図るため、配置および形状の合理化を図ったコンパクト型の試験体に関するものである。

コンパクト型は、内ベースプレートを45度方向に回転させ、その外周部に外ベースプレートを配置することで合理化を図った試験体(図1)である。試験体はAタイプ(図1-a.)とBタイプ(図1-b.)の2種類を製作し、加力実験(図2)を行った。

本報では、コンパクト型試験体の復元力特性(図3)を確認するとともに、既往の実験との比較を行い、降伏耐力および回転剛性の算出式を検証した。

—技術的な特長—

複合型露出柱脚は、従来のアンカーボルト降伏要素を形成する内側のアンカーボルト、ベースプレートとベースプレート降伏要素を形成する外側のアンカーボルト、ベースプレートから構成される。

それぞれの降伏要素をほぼ同時に降伏するよう設計することで、復元力特性がスリップ型と最大点指向型を足し合わせた複合型となる(図4)。これにより、アンカーボルトが塑性化し、在来型露出柱脚では耐力を負担できない領域においても、ベースプレート降伏要素による耐力負担が期待できる。

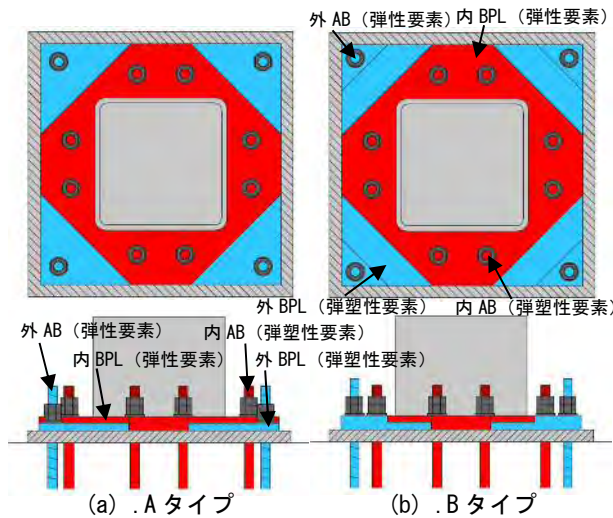


図1 コンパクト型の構成部材の配置

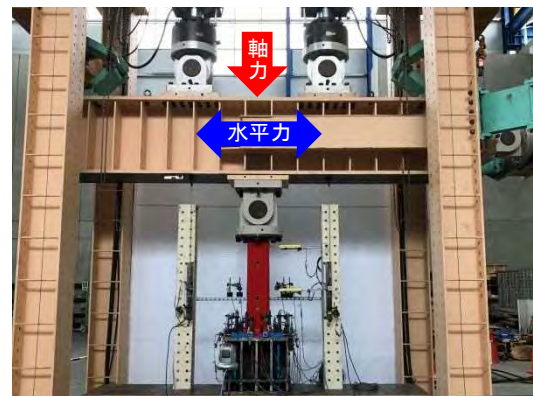


図2 試験体加力状況

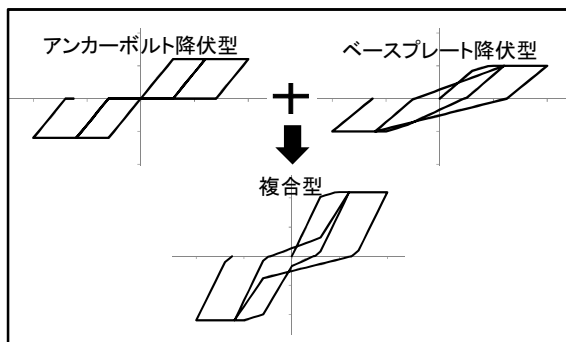


図4 複合型露出柱脚の復元力特性モデル

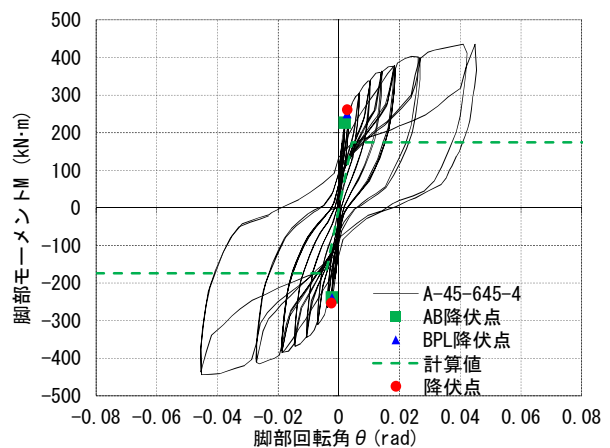


図3 Aタイプ試験体M-θ関係図

*技術研究所 構造研究部 建築構造研究室 **日本大学短期大学部 准教授

4. AA-TEC 工法の適用拡大に向けたユニット試験

Unit Tests for Extent of Application in the “AA-TEC” Construction Method

柳田佳伸* 寺内将貴* 久松千寿** 太田雅久**

—概要—

AA-TEC 工法（以下、本工法）は、水平震度 2.2G に対応する 1 ユニット*1 当たり、9,000N の水平許容耐力を有する耐震天井工法（吊り長さ 1.5～4.5m）であり、現在まで 7 件の建物に適用されている。改修工事の場合、特に考慮すべきことは、耐震性能を確保するために天井面を出来るだけフラットにすることである。従って、天井面が複雑な形状となる場合には、一般的に固定天井として対応することとなる。ただし、固定天井には重量鉄骨が用いられるため、施工性と経済性のバランスを確保することが難しい。この課題に対し、著者らは本工法の特性を応用し、固定天井を野縁受けに設置することで対応することが可能と考えた。本報では、勾配天井を野縁受けに取り付けた勾配ユニット試験（写真 1、図 1）の内容とその結果について報告する。

次に、本工法では非特定天井の場合においても、壁とのクリアランスは運用上の観点から文献に倣い 6cm 以上*2 と定めている。壁とのクリアランスには通常、見切り材が用いられる。特に天井高さが低い場合は意匠上、音楽ホールなどの場合は音響上の観点からクリアランスの問題が採り上げられる。本工法では過去の加力試験結果から水平変位が 2cm 以下であることが分かっている。従って、本工法では壁とのクリアランスを 2cm に設定することは可能と言える。ただし、壁とのクリアランスを 2cm 以下に設定するためには動的試験を実施する必要がある。本報では、中型加振装置を用いて実施した動的ユニット試験（写真 2、図 2）の内容とその結果を報告する。

—技術的な特長—

本工法は径 12mm の吊りボルト、角形鋼管のブレースおよび野縁受けにより構成されており、ブレースには弱軸方向への座屈を防止するための補強材が設置されている。また、各部材同士は専用金物により両側から挟み込むように接合されるため、部材に偏心が生じない安定した部材構成を実現している。そのため、地震力は部材芯を伝達することから本工法は、部材がもつ構造特性を十分に発揮させることができる。

*1 ブレース 1 組が受け持つ天井水平面積の単位 *2 建築物における天井脱落に係る技術基準解説書

本工法は角形鋼管、補強金物、専用金物を用いた構成にしたことで、力学的に安定し、かつ拘束効果に優れた部材構成を実現した耐震天井工法である。吊り長さ 1.5m を超える場合には、吊りボルトの中央に水平補強材を設置することで、9,000N の水平許容耐力を有する。水平補強材には角形鋼管を用いており、吊りボルトピッチごとに格子状に設置される。



写真 1 勾配試験状況

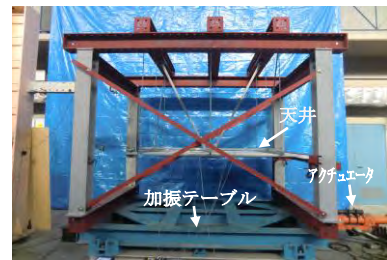


写真 2 動的試験状況

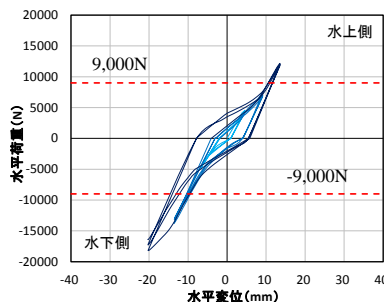


図 1 勾配試験結果（繰り返し）

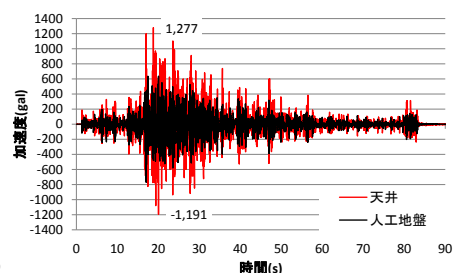


図 2 動的試験結果の一例

*技術研究所 構造研究部 建築構造研究室 **常盤工業(株)

5. 「折返しブレース®」の座屈拘束メカニズムに関する研究

Study on Buckling Restraint Mechanism of "Folded Brace®"

波田雅也* 竹内健一** 北嶋圭二***

ー概要ー

本研究は、「折返しブレース®」の座屈拘束メカニズムに関するものである。折返しブレースは、断面の異なる3本の鋼材（内側から芯材、中鋼管、外鋼管）を一筆書きの要領で折り返して直列に接合することで、実際の部材長さを見付け長さ（ L ）の約2.5倍（ $2.5L$ ）に長くしたブレース材である（図1）。この折返し機構により、折返しブレースは、「軸降伏変位の増大効果」と「座屈拘束効果」の二つの構造特性を有している（図2、図3）。

本報では、芯材（圧縮材）の全体座屈を中鋼管（引張材）が拘束する折返しブレース特有の座屈拘束メカニズムについて検討し、「全体座屈しない軸力の限界値（限界軸力 N_c ）」の算定式を誘導した。さらに、芯材と中鋼管の関係を再現した要素実験により、誘導した算定式の妥当性を検証した（図4、写真1）。

ー技術的な特長ー

折返しブレースは、「軸降伏変位の増大効果」によって軸降伏変位が従来ブレースの約2.5倍に増大する。また、隣り合う鋼材に作用する軸力が圧縮と引張で常に反転するため、圧縮軸力が作用する芯材の全体座屈を、引張軸力が作用する中鋼管が拘束する折返しブレース特有の「座屈拘束効果」を有している。これにより引張耐力と同等の圧縮耐力が発揮され、軸降伏後も安定した紡錘型の履歴が得られることから、 $R=1/200\text{rad}$ 程度まで降伏しない種別BAの耐震ブレースとして扱うことができる。

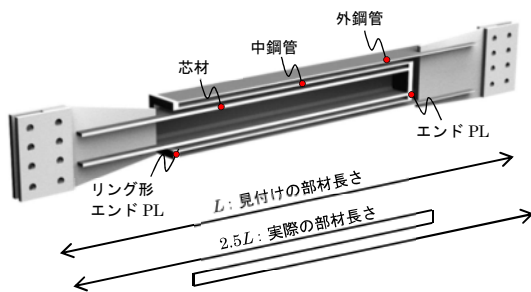


図1 折返しブレースの断面パース

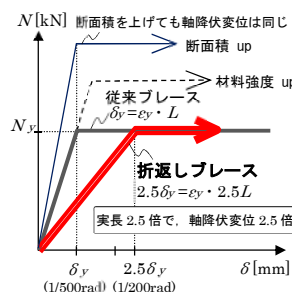


図2 軸降伏変位の増大効果

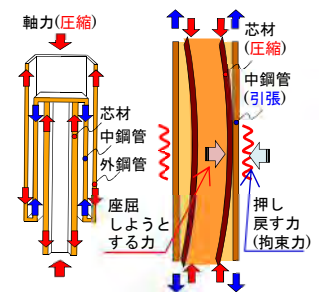


図3 座屈拘束効果

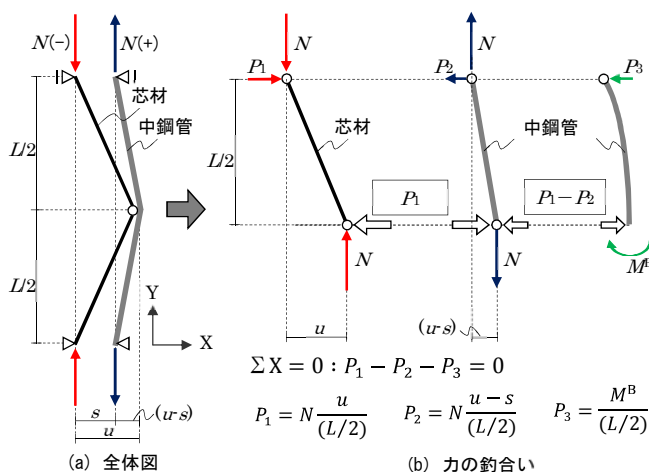


図4 座屈拘束メカニズムの検討モデル

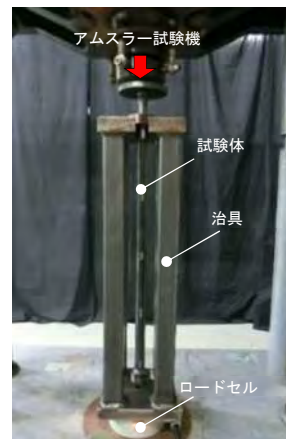


写真1 要素実験

※本報の内容は、日本建築学会構造系論文集（第85巻、第769号、2020.3）にて発表済みである。

*技術研究所 構造研究部 土木構造研究室 **東京建築本店 設計部 ***日本大学理工学部 教授

6. 各種使用率で高炉スラグ微粉末を混和材として用いたコンクリートの室内実験 Laboratory Experiment of Concrete Using Granulated Blast-furnace Slag as the Mineral Admixtures at Replacement Ratio

加藤義明* 村井克綺** 林 晴佳**

—概要—

建設業界においては、エネルギーの消費量や二酸化炭素の排出量が大きく、建築分野に限定しても住宅や業務ビルの建設では国内全体の約 10%の二酸化炭素を排出するとも試算される。また、セメント産業では同様に約 4%の二酸化炭素の排出量を占めており、構造材料としてもっとも使用量が多いコンクリート分野においては、二酸化炭素排出量の削減といった課題は重要となる。経済産業省では、非エネルギー起源の二酸化炭素の削減のため、混合セメントの利用拡大の方策を示し、2013 年度の利用率 22.1%から 2030 年度には 25.7%とすることを目標としている。建築分野での混合セメントの利用率拡大については、杭や地下および地上構造物など幅広い部位・部材に適用することが理想となる。混合セメントのひとつである高炉セメントは、構成材料における二酸化炭素の排出量の原単位がポルトランドセメントの 766.6kg-CO₂/t に対して混合される高炉スラグ微粉末が 26.5kg-CO₂/t であることから、高炉スラグの分量が多くなるほど、二酸化炭素排出の削減量も大きくなる。しかし、現状において製造される高炉セメントは B 種がほとんどであり、A 種および C 種の市場への一般の流通はない。

—技術的な特長—

本研究は、普通ポルトランドセメントに高炉スラグ微粉末を 10~70%の範囲で混和材料として用いたコンクリートについて、各調合における各種コンクリート性状を室内実験にて把握し、そこで得られたデータをもとに建築物への汎用的な適用について検討することを目的としたものである。特長として、各種の高炉セメントの使い分けでなく、高炉スラグ微粉末を混和材料として用いることにより、高炉スラグ微粉末の使用率に応じた各部位に求められる性能を満たす最適な環境配慮型コンクリートを適用することができ、かつ、生コン工場におけるサイロや流通といった材料管理の負担も軽減することができると思われる。

表 1 本研究の範囲

要 因	水 準
高炉スラグ微粉末使用率	0% (プレーン)
	10%、20%、30% (A 種クラス)
	45%、60% (B 種クラス)
	70% (C 種クラス)
水結合材比	45%、55%、65% (高炉スラグ微粉末使用率 0~45%)
	35%、45%、55% (高炉スラグ微粉末使用率 60~70%)
高炉スラグ微粉末種類	記号：a、b、c
三酸化硫黄量	約 2%、4%
混和剤種類	記号：イ、ロ、ハ
その他	水中コンクリート用調合

謝辞

本研究は、長谷工コーポレーション、青木あすなろ建設、浅沼組、安藤・間、奥村組、熊谷組、鴻池組、五洋建設、銭高組、鉄建建設、東急建設、東洋建設、矢作建設工業の 13 社共同研究による成果であり、本報の内容は、日本建築学会大会学術講演梗概集 (2019.09.pp.535-550) で発表済である。関係各位に謝意を表し、ここに記します。

7. 橋の挙動に対する追従性とダンパー軸方向の保持を両立する摩擦ダンパーの開発

Development of the Friction Damper Compatible Following Seismic Response of the Bridge with Keeping the Damper Axially

木村浩之* 波田雅也* 山崎 彬* 下村将之*

—概要—

筆者らは、摩擦ダンパーを支承部の橋軸直角方向に設置することで既設橋梁の耐震性の向上を図る耐震補強工法を提案している。従来の摩擦ダンパーは、橋軸方向変位に対して追従可能であるものの、橋軸方向にダンパー軸が傾いて橋軸直角方向に対する制震効果が低下する可能性があった（図 1-a）。そこで筆者らは、橋軸方向変位をはじめとする上部構造の挙動に追従しつつ、ダンパー軸を橋軸直角方向に保持し、橋軸直角方向の荷重を確実に摩擦ダンパーに伝える機構“横変位摩擦ダンパー”を考案した（図 1-b、写真 1）。本報では、横変位摩擦ダンパーの機構および機能について記述し、変位追従性能および履歴性能の確認を目的として実施した静的載荷試験について報告する。

—技術的な特長—

横変位摩擦ダンパーは、ダンパー中央部に鉛直軸回りと橋軸回りの回転構造、ダンパー両端にすべり材を取り付けたスライド部を設けることで上部構造の挙動に追従しつつ、ダンパー軸を橋軸直角方向に保持する。図 2 のように、常時からレベル 2 地震動を上回る想定外の地震に対して機能が遷移する。設定荷重 500kN の試験体に対して橋軸方向と橋軸直角方向の 2 方向同時載荷を実施した結果、ダンパー軸方向を保持しながら摩擦ダンパーとスライド部が一定の荷重で摺動した。スライド部の荷重は摩擦ダンパー荷重の 1 割弱の低摩擦であり、摩擦ダンパーの荷重—変位関係は、2 方向載荷時と水平 1 方向載荷時でほぼ同様の履歴形状であった。

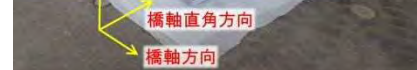
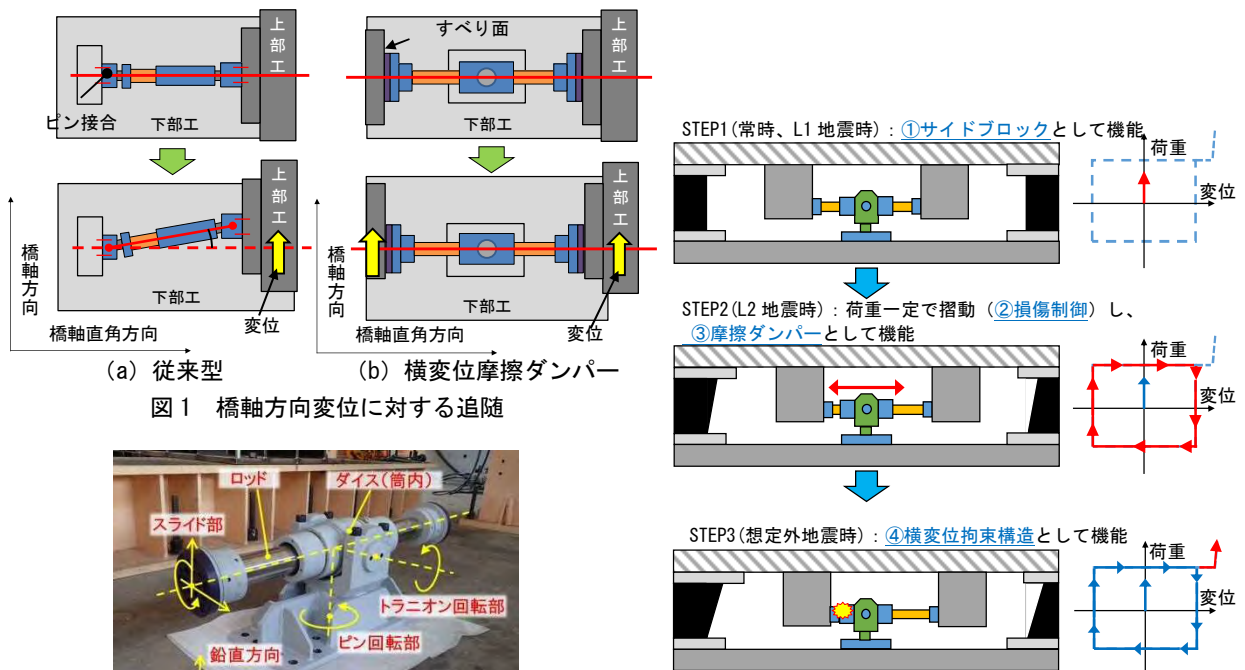


写真 1 横変位摩擦ダンパー試験体

※本報は、(一財)首都高速道路技術センターと青木あすなる建設(株)の共同研究「上部工耐震構造部材に関する研究」の研究成果の一部であり、本報の内容は土木学会第 74 回年次学術講演概要集 (I-235 および I-237, 2019.8) にて発表済みである。

8. 橋軸直角方向に摩擦ダンパーを設置した既設橋梁の制震化効果の検討

Study of Seismic Control Effect of Existing Bridge Installed Friction Damper at the Direction Perpendicular to Bridge Axis

山崎 彬* 波田雅也* 松原拓朗** 山本一貴**

—概要—

筆者らは、“ダイス・ロッド式摩擦ダンパー（以下、摩擦ダンパー）”を既設橋梁の支承部に設置して耐震性の向上を図る耐震補強工法を提案している（図1）。本論文では、本工法による制震化の効果の確認を目的として、実橋梁の橋軸直角方向を対象に時刻歴応答解析を実施した（図2）。解析の結果、レベル2地震動に対する下部構造の最大応答値を大幅に低減できることが確認された（表1、図3）。

—技術的な特長—

摩擦ダンパーは、ダイス（環）とロッド（芯棒）の摩擦抵抗を利用し、完全剛塑性に近い履歴特性を有する制震デバイスである。本工法では、摩擦ダンパーの剛塑性型履歴特性を活かし、レベル1地震動に対しては、摩擦ダンパーが下部構造頂部に対する上部構造の相対変位を拘束するサイドブロックの代替として機能し、レベル2地震動に対しては、摩擦ダンパーが滑動することで上部構造の慣性力を頭打ちにし、地震エネルギーを吸収することにより下部構造の応答低減を図る。

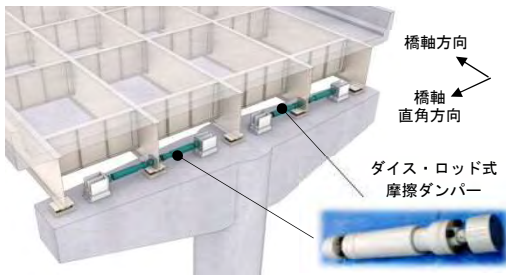


図1 橋軸直角方向に摩擦ダンパーを用いた既設橋梁の耐震補強工法

表1 橋脚柱基部の応答曲率及び塑性率一覧 (P103)

解析Case	支承条件	降伏曲率 ϕ_y [1/m×10 ⁻³]	許容曲率 ϕ_a [1/m×10 ⁻³]	最大応答値			
				タイプI(I-III-3)		タイプII(II-III-3)	
				曲率 ϕ	塑性率 μ	曲率 ϕ	塑性率 μ
Case1	現況 固定支承	1.28	11.57	9.30	7.3	12.69	9.9
Case2	ダンパー無し ゴム支承 1基当たりの 弾性剛性: 15MN/m			7.02	5.5	7.02	5.5
Case3	ダンパー有り			1.21	1.0	4.24	3.3
Case3(補強後) / Case1(補強前)		-	-	0.13		0.33	

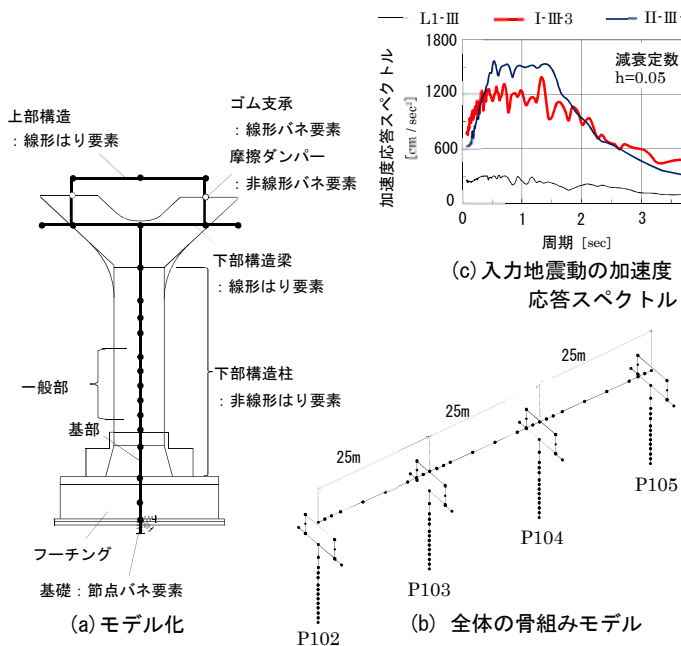


図2 解析条件

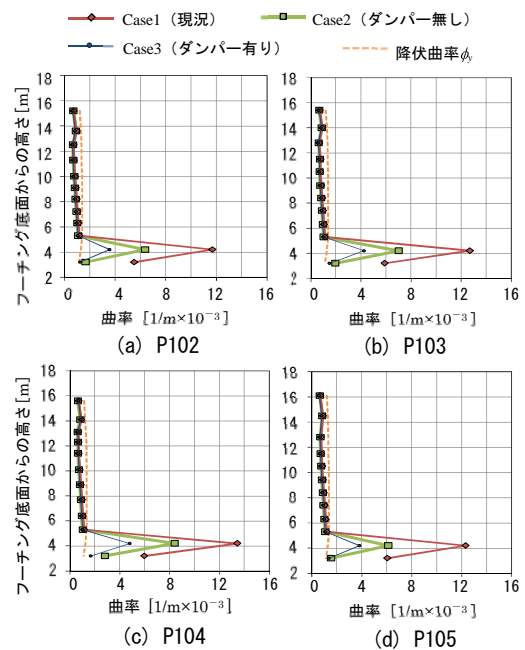


図3 各橋脚の最大応答曲率分布 (II-III-3)

※本報は、首都高速道路(株)と青木あすなる建設(株)の共同研究「既設橋梁の耐震性向上技術に関する研究」に関する研究成果の一部であり、日本地震工学会第14回年次大会梗概集 (P2-29, 2019.9)にて発表済みである。

*技術研究所 構造研究部 土木構造研究室 **首都高速道路(株)

9. 施工精度・施工効率の向上を図る接着系あと施工アンカー工法の開発

Development of Post-Installed Adhesive Anchor Method to Improve Construction Accuracy and Construction Efficiency

山崎 彬* 波田雅也* 下村将之*

—概要—

接着系あと施工アンカーは高い固着力を発揮する。しかし、接着剤が硬化し固着力を発揮するまでにアンカー筋のずれを防ぐ養生を固着作業とは別に施す必要があり、施工効率の低下を招いている。そこで筆者らは、注入式の接着系あと施工アンカー工法において、写真1に示すように独自の固定部材をアンカー筋に取付けることで、アンカー筋を穿孔した孔の中央へ容易に位置づけることと下方へのずれや傾きを防止できる工法を開発した。開発した工法により、施工精度の向上と接着剤が硬化する間の固定養生の作業が不要になり施工効率の向上が図れる(図1)。

本報で述べる性能確認試験の結果、開発した工法が、アンカー筋を穿孔した孔の中央に容易に位置づけることができるとともに、アンカー筋のずれ防止に必要な耐力を保有していることが確認でき、施工精度の向上と施工効率の向上を図るのに有効な工法であることが検証できた(写真2、表1)。

—技術的な特長—

開発した工法は、接着剤を充填した孔に事前に独自の固定部材を取付けたアンカー筋(全ねじボルト、異形棒鋼)を軽くハンマーで叩きながら埋込む。固定部材には、一方向に角度を持たせた「腕部」があり、この腕部が、アンカー筋を孔の中央に位置付ける「スペーサー」の役割と、接着剤が硬化する間の下方へのずれを防ぐ「ストッパー」の役割を果たす(図2)。



(a) 全ねじボルト用

(b) 異形棒鋼用



写真1 固定部材と固定部材を取付けたアンカー筋



(a) 全ねじボルト

(b) 異形棒鋼

写真2 アンカー筋挿入後の状況

表1 アンカー筋の自重と引張耐力の関係

試験体番号	呼び径	固定部材の数(個)	①アンカー筋の自重(kN)	②変位1mm到達時の平均荷重(kN)	②/①	③変位1mm到達時の最小荷重値(kN)	③/①
No.1	M8	1	0.29×10^{-3}	0.37	1276	0.3	1034
No.2		2		0.43			
No.3		3		0.47			
No.4	M12	1	1.01×10^{-3}	0.27	267	0.1	99
No.5		2		0.47			
No.6		3		1.13			
No.7	D22	2	5.98×10^{-3}	0.33	55	0.1	17

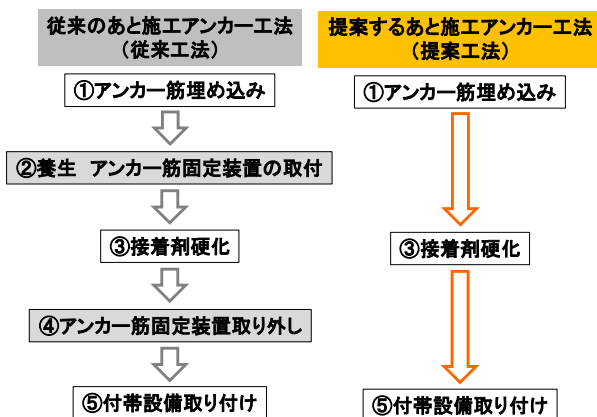


図1 アンカー工事の作業工程の比較

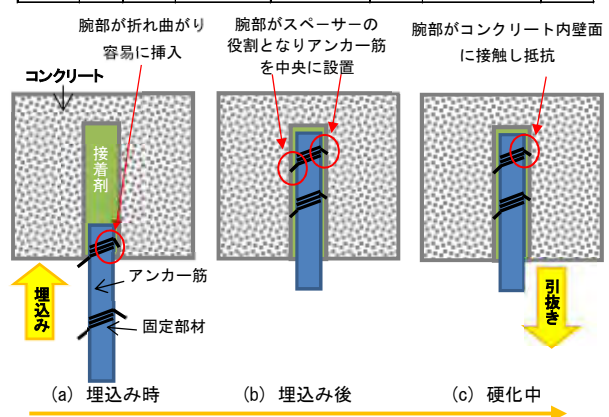


図2 提案工法の施工手順

*技術研究所 構造研究部 土木構造研究室

10. 超音波横波の起振周波数に着目したRC構造物の非破壊試験法に関する検証

Basic Study on Nondestructive Test of RC Structure Focusing on Vibration Frequency of Ultrasonic Shear Wave

新井佑一郎* 坂本浩之** 佐藤俊男*** 牛島 栄****

—概要—

インフラの老朽化が社会問題化する今日において、RC構造物の非破壊試験法に対するニーズは増加している。近年、ICTや人工知能などの新技術を活用し、非破壊試験法を高度化する開発・改良が行われているが、試験法の原理そのものを刷新する取り組みは少ないのが現状である。本研究では、新しい原理として超音波横波を用いた試験装置（超音波トモグラフィ装置）で、RC構造物中の鉄筋位置の検出精度を検証してきた。本論では、配筋が密な高強度コンクリート柱部材と、普通コンクリート梁部材を対象に、超音波横波の起振周波数を変数とした診断を行い、適用範囲の確認を行った。

—技術的な特長—

検証に用いた超音波トモグラフィ装置は、底面に超音波横波の起振・受信センサが4×12chの合計48個取り付けられている。起振される超音波横波は10～100kHzと周波数が低く、探査可能な深さを大きくとれるのが特徴である。また、各センサから発振され、コンクリート中を伝搬する超音波横波を多経路で検出することで、低い周波数で問題となる検出精度の低下を抑えることができる。

本論の検証で用いた高強度コンクリート柱部材の配筋状況を写真1、柱断面図を図1に示す。周波数を変数とした検出結果を図2に示す。結果より、起振周波数が10kHzでは、解像度が低く鉄筋の検出ができなかった。周波数を30kHzまで高めると、多段配筋の検出が可能となったが、80kHzでは骨材界面との反射が顕著となり、鉄筋の判別ができなくなった。以上より、鉄筋の検出を行う際の起振周波数は、50kHz程度が適していることが確認された。



写真1 高強度柱試験体配筋状況

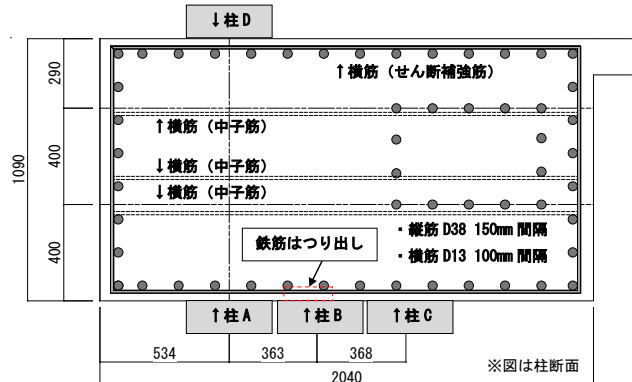


図1 高強度柱試験体断面図

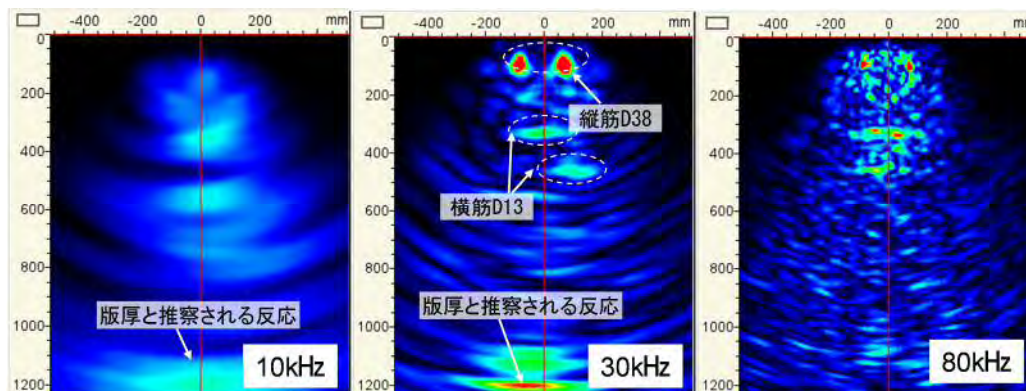


図2 起振周波数を変化させた際の高強度柱試験体の鉄筋検出結果

*技術研究所 構造研究部 建築構造研究室 ** (株)地球システム科学 ***技術研究所 企画管理室
****常務執行役員 技術研究所長

2. 社外発表論文一覧 (2019年1月～2019年12月)

(1) 社外発表論文 (査読有) 一覧 (2019年1月～2019年12月)

講演者 (下線:関係者)	論文タイトル	発表誌名	発行年月 掲載頁
波田雅也 (蔵治賢太郎、右高裕二、牛島 栄)	橋梁の耐震補強に用いるダイス・ロッド式摩擦ダンパーの開発	土木学会論文集 A1 (構造・地震工学)、75 巻、2 号	2019.5 p.95-110
松寄達弘 (劉 翠平、下村匠、牛島 栄)	実構造物を対象とした積算温度によるコンクリート強度の推定	コンクリート工学年次論文集、Vol.41、No.1	2019.7 pp.1373-1378
新井佑一郎 (坂本浩之、柳田佳伸、牛島 栄)	超音波横波トモグラフィ装置を用いた RC 構造物の診断における周波数依存性の検証	コンクリート工学年次論文集、Vol.41、No.1	2019.7 pp.1847-1852
柳田佳伸 (新井佑一郎、石鍋雄一郎、牛島 栄)	基礎コンクリートを配した複合露出柱脚の性能確認実験	コンクリート工学年次論文集、Vol.41、No.2	2019.7 pp.1483-1488

(2) 社外発表論文 (査読無) 一覧 (2019年1月～2019年12月)

講演者 (下線:関係者)	論文タイトル	発表誌名	発行年月 掲載頁
柳田佳伸 (石鍋雄一郎)	最下層に柱脚を有する鋼構造梁降伏型剛接骨組の損傷分布則	日本建築学会関東支部研究報告集 I	2019.3 pp.393-396
山下紘太郎 (村井克綺、新田稔、川又 篤、古川雄太、関新之介)	各種使用率で高炉スラグ微粉末を混和材として用いたコンクリートの性状 (その2 室内実験における使用材料および試験方法)	日本建築学会大会学術講演梗概集、材料施工	2019.7 pp.537-538
川又 篤 (加藤義明、林 晴佳、河野政典、安田正雪、清水啓介)	各種使用率で高炉スラグ微粉末を混和材として用いたコンクリートの性状 (その4 室内実験におけるブリーディングおよび凝結)	日本建築学会大会学術講演梗概集、材料施工	2019.7 pp.541-542
林 晴佳 (新田 稔、鈴木好幸、菌井孫文、安田正雪、金子 樹)	各種使用率で高炉スラグ微粉末を混和材として用いたコンクリートの性状 (その5 室内実験における圧縮強度および静弾性係数)	日本建築学会大会学術講演梗概集、材料施工	2019.7 pp.543-544
村井克綺 (加藤義明、新田稔、野中 英、山下紘太郎、清水啓介)	各種使用率で高炉スラグ微粉末を混和材として用いたコンクリートの性状 (その7 室内実験における長さ変化および凍結融解)	日本建築学会大会学術講演梗概集、材料施工	2019.7 pp.547-548
関口聖也 (大舛久隆、小松裕、土田堯章、波田雅也、北嶋圭二、中西三和、安達 洋)	力学的相似則を適用させた滑り基礎構造建物の振動台実験 (その3 二方向振動台実験結果と解析結果の比較)	日本建築学会大会学術講演梗概集、構造 II	2019.7 pp.127-128
大舛久隆 (小松 裕、関口聖也、土田堯章、波田雅也、北嶋圭二、中西三和、安達 洋)	力学的相似則を適用させた滑り基礎構造建物の振動台実験 (その4 基礎板を小割りにした滑り基礎構造の振動台実験の概要)	日本建築学会大会学術講演梗概集、構造 II	2019.7 pp.129-130
小松 裕 (大舛久隆、関口聖也、土田堯章、波田雅也、北嶋圭二、中西三和、安達 洋)	力学的相似則を適用させた滑り基礎構造建物の振動台実験 (その5 基礎板を小割りにした滑り基礎構造の振動台実験の結果)	日本建築学会大会学術講演梗概集、構造 II	2019.7 pp.131-132
新井佑一郎 (柳田佳伸、諸沢征治、石鍋雄一郎)	大型免震緩衝装置の加力実験	日本建築学会大会学術講演梗概集、構造 II	2019.7 pp.249-250

講演者 (下線：関係者)	論文タイトル	発表誌名	発行年月 掲載頁
新保拓海 (<u>山崎信宏</u> 、坂本駿仁、北嶋圭二、久保田雅春、 <u>山崎康雄</u> 、 <u>波田雅也</u> 、石渡康弘)	レンズ形状を有するせん断パネルダンパーの開発 (その1 2 エネルギー評価のための限界性能確認実験)	日本建築学会大会学術講演梗概集、構造 II	2019.7 pp.763-764
山崎信宏 (新保拓海、坂本駿仁、北嶋圭二、川瀬晶子、 <u>山崎康雄</u> 、 <u>村井克綺</u> 、石渡康弘)	レンズ形状を有するせん断パネルダンパーの開発 (その1 3 ダンパーのエネルギー吸収性能の検討)	日本建築学会大会学術講演梗概集、構造 II	2019.7 pp.765-766
小山大樹 (坂本駿仁、亙健太郎、北嶋圭二、小寺直幸、 <u>波田雅也</u> 、野畑茂雄)	RC造間柱型ダンパーを設置した制震構造建物の制震効果に関する研究 (その1 RC間柱型ダンパーの解析スタディ)	日本建築学会大会学術講演梗概集、構造 II	2019.7 pp.807-808
<u>上田英明</u> (<u>波田雅也</u> 、 <u>土田堯</u> 、北嶋圭二、中西三和、安達 洋)	設置後20年が経過した外付け制震ブレースの「摩擦ダンパー」性能確認試験	日本建築学会大会学術講演梗概集、構造 II	2019.7 pp.893-894
菊地謙太 (<u>波田雅也</u> 、山本圭太、 <u>竹内健二</u> 、北嶋圭二、中西三和、安達 洋)	折返しブレースの変形性能に関する研究 (その1 ブレース全体の最大塑性率 μ と平均累積塑性変形倍率 η)	日本建築学会大会学術講演梗概集、構造 III	2019.7 pp.975-976
<u>波田雅也</u> (菊地謙太、山本圭太、 <u>村井克綺</u> 、北嶋圭二、中西三和、安達 洋)	折返しブレースの変形性能に関する研究 (その2 芯材に局部座屈が発生する変形レベルの検討)	日本建築学会大会学術講演梗概集、構造 III	2019.7 pp.977-978
吉津利洋 (<u>太田雅久</u> 、鎌田孝行、加茂千寿、 <u>柳田佳伸</u>)	特定天井への適用を目的とした耐震天井工法の開発 (その2 斜め部材を有する天井ユニット)	日本建築学会大会学術講演梗概集、構造 III	2019.7 pp.1145-1146
加茂千寿 (<u>太田雅久</u> 、鎌田孝行、 <u>柳田佳伸</u> 、吉津利洋)	特定天井への適用を目的とした耐震天井工法の開発 (その3 斜め部材と水平補強材を有する天井ユニット)	日本建築学会大会学術講演梗概集、構造 III	2019.7 pp.1147-1148
<u>柳田佳伸</u> (石鍋雄一郎)	最下層に柱脚を有する鋼構造梁降伏型剛接骨組の損傷分布則	日本建築学会大会学術講演梗概集、構造 III	2019.7 pp.1173-1174
寺内将貴 (<u>柳田佳伸</u> 、 <u>新井佐一郎</u> 、石鍋雄一郎)	複合型露出柱脚のベースプレート降伏要素に関する実験的研究	日本建築学会大会学術講演梗概集、構造 III	2019.7 pp.1253-1254
<u>波田雅也</u> (<u>木村浩之</u> 、 <u>山崎彬</u> 、藤本和久、 <u>牛島榮</u> 、 <u>蔵治賢太郎</u> 、 <u>松原拓朗</u> 、久保田成是)	橋梁の制振化に用いるダイス・ロッド式摩擦ダンパーの水没実験	土木学会第74回年次学術講演概要集、第I部門	2019.8 I-69
山本一貴 (<u>蔵治賢太郎</u> 、 <u>松原拓朗</u> 、久保田成是、 <u>右高裕二</u> 、 <u>波田雅也</u> 、 <u>木村浩之</u>)	損傷制御を目的とした橋軸直角方向に設置する摩擦ダンパーの開発	土木学会第74回年次学術講演概要集、第I部門	2019.8 I-235
<u>右高裕二</u> (<u>松原拓朗</u> 、久保田成是、山本一貴、 <u>藤本和久</u> 、 <u>山崎彬</u>)	損傷制御を目的とした摩擦ダンパーの地震応答特性	土木学会第74回年次学術講演概要集、第I部門	2019.8 I-236

講演者 (下線：関係者)	論文タイトル	発表誌名	発行年月 掲載頁
木村造之 (波田雅也、山崎 彬、下村将之、藤本 和久、牛島 栄、蔵 治賢太郎、松原拓 朗、久保田成是、右 高裕二、張 広鋒)	橋梁上部構造の挙動に追従する横変位摩 擦ダンパーの静的載荷実験	土木学会第74回年次学術講演概要 集、第I部門	2019.8 I-237
山崎 彬 (波田雅也、木村造 之、牛島 栄、栗屋 紘介、山代育民)	施工効率の向上を図る接着系あと施工ア ンカー工法の提案	土木学会第74回年次学術講演概要 集、第V部門	2019.8 V-342
新井佐一郎 (牛島 栄、佐藤俊 男、坂本浩之、三上 創史)	コンクリート中を伝搬する超音波横波速 度と周波数の相関に関する検証	土木学会第74回年次学術講演概要 集、第V部門	2019.8 V-550
後藤佳子 (谷口克彦、村田康 平、牛島 栄)	WAPP法による材齢22年のコンクリー ト構造物の中性化評価に関する考察	土木学会第74回年次学術講演概要 集、第V部門	2019.8 V-565
柳田佳伸	変断面柱の埋込型柱脚を有する梁降伏型 剛接骨組の損傷分布	日本地震工学会第14回年次大会梗 概集	2019.9 P1-17
山崎 彬 (波田雅也、藤本和 久、牛島 栄、松原 拓朗、山本一貴)	「摩擦ダンパー」を設置した既設橋梁の 制震化の効果に関する検討	日本地震工学会第14回年次大会梗 概集	2019.9 P2-29
諸沢証治 (新井佐一郎、柳田 佳伸、石鍋雄一郎)	ばね式免震制動装置の履歴モデル検証実 験	日本地震工学会第14回年次大会梗 概集	2019.9 P2-30
土田堯章 (波田雅也、上田英 明、北嶋圭二、中西 三和、安達 洋)	設置後20年が経過した日大理工5号館 の「摩擦ダンパー」の性能確認	令和元年度日本大学理工学部学術講 演会予稿集、B(構造・強度部会)	2019.12 pp.46-47
寺内将貴 (柳田佳伸、新井佐 一郎、石鍋雄一郎)	複合型露出柱脚のベースプレート降伏要 素の強度上昇に関する実験的研究	令和元年度日本大学理工学部学術講 演会予稿集、B(構造・強度部会)	2019.12 pp.70-71
菊地謙太 (波田雅也、北澤龍 太郎、竹内健二、村 井克綺、北嶋圭二、 中西三和、安達 洋)	実大折返しブレースの終局状態に関する 研究 (その1 ブレース全体の變形性能に関す る検討)	令和元年度日本大学理工学部学術講 演会予稿集、B(構造・強度部会)	2019.12 pp.72-73
波田雅也 (菊地謙太、北澤龍 太郎、竹内健二、村 井克綺、北嶋圭二、 中西三和、安達 洋)	実大折返しブレースの終局状態に関する 研究 (その2 芯材に局部座屈が発生する變形 レベルの検討)	令和元年度日本大学理工学部学術講 演会予稿集、B(構造・強度部会)	2019.12 pp.74-75

3. ニュースリリースの紹介

ニュースリリースの御紹介

青木あすなろ建設株式会社が取得した技術等に関する記事をニュースリリースとして御紹介致します。

1.取得した特許（2019年1月～2019年12月）

- (1) 発明の名称「橋梁耐震構造」（摩擦ダンパーを用いた橋梁耐震工法）
特許第 6476054 号 登録日：2019年2月8日
- (2) 発明の名称「橋梁耐震構造」（摩擦ダンパーを用いた橋梁耐震工法）
特許第 6476055 号 登録日：2019年2月8日
- (3) 発明の名称「支承の移動拘束装置」（摩擦サイドブロックを用いた橋梁耐震工法）
特許第 6594061 号 登録日：2019年10月4日
- (4) 発明の名称「橋梁耐震装置のスライド機構」（ダイス・ロッド式摩擦ダンパーのスライド機構）
特許第 6594062 号 登録日：2019年10月4日
- (5) 発明の名称「モニタリングシステム」（支承の移動制限部材の稼働検知）
特許第 6601872 号 登録日：2019年10月18日
- (6) 発明の名称「固液混合物の流動性低下剤」（瞬間吸水剤セルドロン）
特許第 5931267 号 譲渡日：2019年10月30日
- (7) 発明の名称「低流動性混合物の製造方法」（瞬間吸水剤セルドロン）
特許第 5959709 号 譲渡日：2019年10月30日
- (8) 発明の名称「異常検知装置」（ダンパーの伸縮量の異常検知装置）
特許第 6618076 号 登録日：2019年11月22日

2.取得した技術（2019年1月～2019年12月）

- (1) 一般名称「ばね式免震制動装置」

2019年11月6日にビューローベリタスジャパン(株)の建築技術性能証明（第 BVJ-PA19-001号）を取得した。

3.技術研究所に関する記事（2019年1月～2019年12月）

(1) 制震ブレース工法の摩擦ダンパー - 設置20年後も性能維持 - (建設通信新聞)

設置20年後も当初性能維持 - 制震ブレース工法の摩擦ダンパー - (日刊建設産業新聞)
建設通信新聞、建設産業新聞(2019年4月2日付)に、「設置20年経過した制震ブレース工法摩擦ダンパーの性能維持」についての記事が掲載された。

(2) 非破壊調査システム「オーリス(AURIS)」

- 簡便に精度良くグラウンドアンカーの長さや破断部を調査 - (日刊建設工業新聞)
日刊建設工業新聞(2019年4月25日付)の「国土づくりを支える技術」に、非破壊調査システム「オーリス(AURIS)」に関する記事が掲載された。

(3) 摩擦ダンパーを用いた橋梁耐震工法

- ダイス・ロッド式摩擦ダンパー(DRF-DP) - (日刊建設産業新聞)
日刊建設産業新聞(2019年6月28日付)の「防災・減災に貢献する各社技術」に、「摩擦ダンパーを用いた橋梁耐震工法」に関する記事が掲載された。

(4) 安全に外壁点検 - 自走ロボットが打診 - (日刊建設工業新聞)

ロボットで外壁点検 - タイル落下の事故防止 - (建設通信新聞)
ロボットでの外壁点検システム開発 - 診断効率化で建築主の負担軽減 - (日刊建設産業新聞)
日刊建設工業新聞・建設通信新聞・日刊建設産業新聞(2019年7月17日付)に、当社と高松建設、非破壊検査で共同開発している「壁面走行ロボットによる外壁点検システム」に関する記事が掲載された。

(5) 親子で重機模型操作 - 青木あすなろ建設が技研で体験イベント - (建設通信新聞)

コンクリートの強度実験楽しむ - 青木あすなろ建設小中学生に技研公開 - (日刊建設工業新聞)
小・中学生が50人参加 - つくばちびっこ博士2019 - (日刊建設産業新聞)
建設通信新聞(2019年8月16日付)、日刊建設工業新聞・日刊建設産業新聞(2019年8月19日付)に、当社技術研究所が参加する「つくばちびっこ博士2019」に関する記事が掲載された。

(6) 優秀技術論文14件紹介 - 青木あすなろ建設 - (日刊建設工業新聞)

技術と活動をリンク - 青木あすなろ建設 - (建設通信新聞)
青木あすなろ建設 技術論文発表会開く (建通新聞)
色とりどりの視点、大いに期待 - 第16回技術論文発表会 - (日刊建設産業新聞)
日刊建設工業新聞(2019年11月25日付)、建設通信新聞・建通新聞(2019年11月26日付)、日刊建設産業新聞(2019年12月3日付)に、2019年11月22日に開催した技術論文発表会に関する記事が掲載された。

4.講演（2019年1月～2019年12月）

(1) 品質確保技術II研修

国土交通省東北地方整備局企画部より講演を依頼され、常務執行役員 技術研究所長 牛島 栄は2019年5月22日に宮城県多賀市にある東北技術事務所多賀城研修所において「コンクリートの基礎知識」を講演した。

(2) 品質確保技術I研修

国土交通省東北地方整備局企画部より講演を依頼され、常務執行役員 技術研究所長 牛島 栄は2019年6月25日に宮城県多賀市にある東北技術事務所多賀城研修所において「コンクリートのクラックと対策」を講演した。

(3) 民間土木技術者 専門研修【維持管理講座】

(公財) 滋賀県建設技術センターより講演を依頼され、常務執行役員 技術研究所長 牛島 栄は2019年7月23日に(公財) 滋賀県建設技術センターにおいて「コンクリート構造物の長寿命化と維持管理」に関して、トンネルと法面を例に講演した。

(4) 土木技術職員 専門研修【技術管理（維持管理編）講座】

(公財) 滋賀県建設技術センターより講演を依頼され、常務執行役員 技術研究所長 牛島 栄は2019年8月29日に(公財) 滋賀県建設技術センターにおいて「コンクリート構造物の長寿命化と維持管理」に関して、道路橋とトンネルを例に、道路ネットワークの観点も交えて講演した。

青木あすなろ建設 技術研究所報
CD-ROM

ASUNARO AOKI RESEARCH REPORT
Vol.5 2020.4

青木あすなろ建設 技術研究所報
本 CD-ROM の利用にあたって

本 CD-ROM は、青木あすなろ建設技術研究所報 Vol.5 2020 として技術研究報告を PDF に収録したものです。CD-ROM は、以下のいずれかの環境でご覧いただくことができます。

ブラウザ Microsoft Internet Explorer 11.0 以降または Firefox 43.0 以降

Adobe Reader

※Adobe Reader は <http://www.adobe.com/jp/> でダウンロードすることができます。

起動方法

CD-ROM 内の「index.html」ファイルをダブルクリックして下さい。

青木あすなろ建設技術研究所報 Vol.5 2020
2020年4月1日発行

編集 青木あすなろ建設株式会社技術研究所
茨城県つくば市要 36-1
電話 029 (877) 1112

発行 青木あすなろ建設株式会社
東京都千代田区神田美土代町 1 番地
電話 03 (5419) 1011

印刷 トーヨー企画株式会社
東京都千代田区飯田橋 1-5-8 アクサンビル 2 階
電話 03 (3262) 6605

