

LCA

Light Curing Reconstruction



P02 寄稿
 これからの下水道管路更生のあり方への提言
 「備えあれば憂いなし」(「春秋左史伝」)
 政治評論家 森田 実

P04 技術解説
 光硬化工法の特長
 「環境温度の影響を受けない」についての
 解説と検証(その1)
 光硬化工法協会理事 技術委員長 佐藤 敏明

P07 協会だより
 「協会本部・地域支部の総会日程」
 「光硬化工法管理技術者講習会及び認定試験」
 「研修会・説明会・デモ施工等」

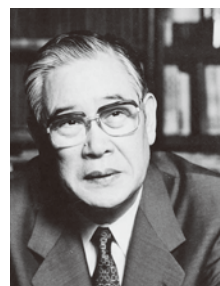
P08 「シームレスシステム工法が塩ビ管適用で審査証明」

工事名	紋別1-1号幹線外 管渠更生工事	
工種	管更生工	略図
撮影月日	2/27	保安帯
位置	3033	設置状況
設計寸法	φ600	
実測寸法		
立会監督員	藤井 信彦	

これからの下水道管路更生の あり方への提言

「備えあれば憂いなし」(『春秋左史伝』)

政治評論家 森田 実



【設備更新の日本の伝統】

社会資本には寿命があります。1960年代から70年代にかけての高度成長期に数多く建造された道路、橋、トンネル、港湾、上下水道など数々の建造物の多くは老朽化し、更新の時期を迎えています。ところが、この社会インフラの更新が長期不況、財政難にぶつかったために、老朽化したまま放置され、きわめて危険な状況におかれています。

最近、橋梁、高速道路、トンネル、化学プラントなど、維持管理の不十分さのために悲惨な事故が頻発しています。この状況が続けば、日本は先進国を名乗り続けることが困難になるのではないかと私は心配しています。政治、行政(とくに財務当局)、マスコミは改革は「財政が苦しいから設備の更新は見送らざるを得ない」という論理を振り回していますが、国民の生命がかかっていることについて自覚が足りないのではないかと私は憂慮しています。国民の生命よりカネのほうが大事だという倒錯した行政の論理は許されません。

わが国には定期的に設備を更新するすぐれた伝統があります。例えば、伊勢神宮は1200年前から20年に1度遷宮して社殿を更新してきました。途切れたのは明治維新と太平洋戦争の時だけでした。私たちは伊勢神宮が1200年にわたって守り続けてきた伝統を、続けるべきだと思います。設備更新を続ける日本のすぐれた伝統をもち続けるべきだと思います。

社殿更新の準備は遷宮の終了とともに直ちに次の20年先をめざして着手します。屋根の材料の萱は伊勢神宮所有の萱場で、遷宮の7、8年前から刈り取り遷宮に備えて保管しております。巫女の衣装、刀剣類などの装備品もすべて以前と同じものに更新されます。更新の

資金は信者の喜捨などによってまかなわれます。伊勢神宮と同様の、設備更新の伝統が各地に存在し続けています。こうして、わが国のすぐれた文化が保存されてきたのです。このようなすぐれた伝統が、いま失われつつあるのはまことに残念なことです。最近の社会資本の事故の続発の背景に、日本のすぐれた伝統の軽視があることは、厳しく反省されなければならないと思います。下水道にも、同じことがいえると思います。

【環境保全是下水道整備で】

日本の下水道は、1960年代の高度成長期に建設が画期的に進められることになりました。この時期に、下水道法の改正をはじめとする公害関係法令が抜本的に整備されたのです。その結果、現在まで約2000箇所の下水処理場が建設されました。管路延長は40万kmに及んでいます。下水道施設の資産は着実に増大し約80兆円といわれています。

同時に下水道施設の老朽化も深刻化しています。処理場と管路の比率は2対8といわれています。これを前提としますと管路の資産は60兆円前後ということになります。

これらの資産のうち、法定耐用年限の50年を超えているものが東京都では約1割ありますが、20年後には、50年を超える施設が50%に達します。

管路の老朽化は下水道本来の役割を阻害します。道路陥没の原因ともなっています。

現状においては、管路の維持管理の大部分は不具合が発生してから対処する後追い方式が中心になっています。これが、コストのかかる原因になっています。コストを下げるためには予防保全を行うべきだと思います。

います。予防保全を前提とした計画的な維持管理が望ましいことは言うまでもありません。

下水道界も、他の業界と同じく、団塊の世代の退職により技術職員が不足してきています。技術の継承にも滞りが出ています。地方公共団体の環境は非常に厳しくなっています。財政難が深刻です。人員削減も進行しています。こうして下水道を取り巻く環境は非常に厳しくなっているのです。今後、今までどおりの公共サービスができるかどうか心配される状況です。いま適切な下水道管路の維持管理が可能か否かの岐路にあるのです。

下水道の運営についていいますと、企業会計をベースに運営されている水道の運営とは異なっています。この会計方式の導入は、総務省の方針に従って行われたものです。今後は民間の決算と同じように、損益計算書、バランスシート、キャッシュフローの3種類で経営状況を見るように変わります。

しかし、下水道は地方公共団体の一般会計で運営されています。

上水道も下水道も広い意味で装置産業です。資産形成のための投資をしたときには減価償却が生きるような形にして、減価償却でたまった資金で施設の更新するのが普通のやり方です。下水道も上水道と同じ企業会計にして受益者負担で運営し、一般会計から切り離して運営されるべきではないか、と私は考えます。

ただし、問題もあります。下水道の役割のなかに雨水排除という役割が入っているのですが、この部分をどうするかという問題が残ります。企業会計にすると経営の中身が透明になります。受益者に対しても説明しやすくなります。したがって料金の値上げについての説明がしやすくなるのです。

【管路更生への八つの提言】

第一に、管路更生のためには、まず下水道に関する統計資料の整備が必要です。

第二に、管路更生は計画的に粘り強く行う必要があります。年1%の更新でも100年かかりますが、持続的に忍耐強く取り組まなければなりません。

第三に、事前防災の哲学を確立することが必要です。防災上とくに大切な箇所は事前に整備する必要があります。

第四に、質の高い工事を行うことが必要です。質の高い工事を行った施設は2011年3月11日の東日本大震災の巨大津波のさなかでも崩壊せず、多くの人命を救いました。

第五に、下水道業界全体で、管路の更新に関連する技術問題を解決することが必要です。

第六に、下水道整備の長期計画の立案と、ガイドラインの標準化が必要です。大切なことは、事前防災の思考を貫徹することです。

第七に、下水道経営の効率化と安定です。現在は下水道会計は自治体の一般会計として行われていますが、公共企業体的経営体に変更し、企業会計的経営に切り換える必要があるのではないかと私は考えます。これには国民の理解が必要です。

第八は、下水道は先進国であり続けるための最も大切な社会資本です。現代社会においては、国民の理解を得ることなしに国民的事業を実行することはできません。国民の理解を得るための下水道に関する啓蒙活動に私も参加したいと決意しています。

最後に、下水道管路の更新はこれからの下水道事業にとって、より重要なものになっていくと考えられます。その中で紫外線によってパイプを更生する光硬化工法は、コンパクトで、施工時間が短く、CO₂、脱臭、騒音等環境にやさしいなどといった特長をもつ有効な工法です。

光硬化工法は、管更生工法の中でも素晴らしい工法であると聞きます。今後、ますます技術力をアップし、我が国の下水道事業の発展に寄与されることを期待しています。

光硬化工法の特長

「環境温度の影響を受けない」についての解説と検証(その1)

光硬化工法協会理事 技術委員長 佐藤 敏明

光硬化工法は、環境温度の影響を受けないということに大きな特長があります。

環境温度に影響を受けないということは、浸入水があっても施工は可能であるということであり、夏でも冬でも施工時間は変わらないで施工できるということです。

今回および次回(7月上旬予定)の技術情報は、この特長についての科学的な側面からの解説と検証の結果情報を提供します。

国内の他の現場硬化型更生工法は熱を使用して更生材を硬化させ、光硬化工法は光を照射して硬化させることとなりますが、今回は熱を光それぞれの更生材の硬化(高分子化学反応)についての説明をします。

多用されている化学反応になくてはならないものが「熱」です。

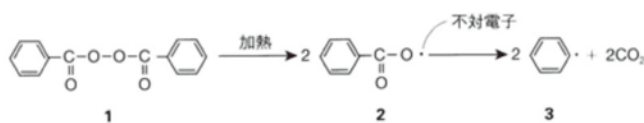
熱(ねつ, heat)とは、慣用的には、肌で触れてわかる熱さや冷たさといった感覚である温度の元となるエネルギーという概念を指しているといえますが、物理学の世界では熱とエネルギーは明確に区別される概念です。まず物理学的な「熱」の概念では、「一つの物体や系から別の物体や系への熱接触によるエネルギー伝達の過程であり、ある物体に熱力学的な仕事をすることでその物体に伝達されたエネルギー」と定義されます。物体間の熱によるエネルギー伝達は、熱放射、熱伝導、熱伝達(対流)に分類されます。

温度とは、寒暖の度合いを数値で表したもので、内部エネルギーやエンタルピーの測定値であり、熱伝達を生じさせる基本的動きのレベルといえます。具体的には物質を構成する分子運動のエネルギーの統計値です。このため温度には下限が存在し、分子運動が止まっている状態を絶対零度といわれています。ただし、

分子運動が0となるのは古典的な極限としてであり実際は、量子力学における不確定性原理から、絶対零度であっても、分子運動は止まらないとされています。更生材を水の氷結温度近くの低温にしても硬化反応は僅かずつ進行しています。

熱振動(ねつしんどう, Thermal vibration)は、原子の振動のこと。分子や固体中の原子は運動エネルギーを持っていて、基準となる位置を中心に振動運動をしていると考えられています。温度が高くなるほど振動の振幅は大きくなります。すなわち、分子的に見れば活発に動いていることとなります。

熱硬化工法では、硬化させようとする更生材に熱エネルギーを与え、更生材の温度を上昇(所定の温度)させ、予め混合した反応開始剤を分解してラジカルを発生させます。ラジカルとは、不対電子を持った原子団で、図1に代表例を示します。



■図1 反応開始剤のラジカル化

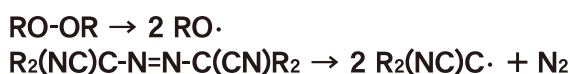
ラジカルは、対象とする樹脂成分(例: 不飽和ポリエステルやスチレン等)と結合して重合・架橋(硬化反応)が進行します。所定の温度を維持するための加熱を継続することで反応も継続(連鎖: 図2参照)します。

この化学反応は、電子の移動にともなって結合の切断と生成が行われます。化学結合と電子の移動方法に着目して化学反応を分類すると、イオン反応(ionic reaction)、ラジカル反応(free-radical reaction)等々があります。

ラジカル重合の開始剤となるフリーラジカルを発生

させるための反応は、主に以下の3通りに分類されます。

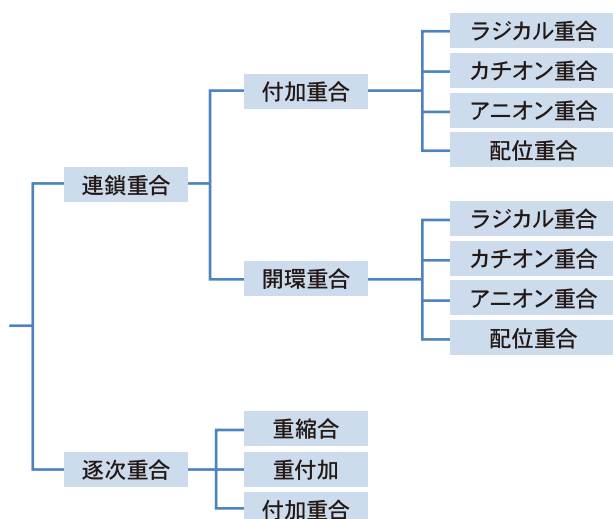
1、過酸化ベンゾイル (BPO)、過硫酸カリウムのような有機および無機過酸化物や、アゾ化合物を光もしくは加熱により分解し、2個のラジカルを生じさせる方法 (下式を参照)。



2、光の作用により、励起状態となるか他の分子と反応するかしてラジカルを発生するような、光感受性分子を用いる方法。

3、一電子移動型の酸化還元反応 (red-ox、レドックス反応) を用いる方法。このやり方では多くの場合レドックス開始剤として金属イオンを用いる。

化学反応を分類すると図2の様に分類できます。



■図2 高分子合成反応分類

反応機構や、反応物と生成物の構成の違いで化学反応を考える場合や、化学反応の用途を意識した酸化反応、還元反応、中和反応といった分類の仕方

もあります。

ほかにも光反応や重合反応など、反応の特性に応じた分類もあります。

こうした化学反応をさせるために、対象物に加熱などの外部からのエネルギーを与える前と与えた後では対象物の状態が変化することになります。基底状態から励起状態への変化が起きるわけです。

基底状態 (きていじょうたい、ground state) とは、系の固有状態の中で最低のエネルギーの状態をいう。古典力学では系の取りうるエネルギーは連続して存在するはずだが、ミクロの世界では量子力学によりエネルギーはとびとびの値を取る。その中で最低エネルギーの状態を基底状態とよび、それ以外の状態は励起状態とよびます。

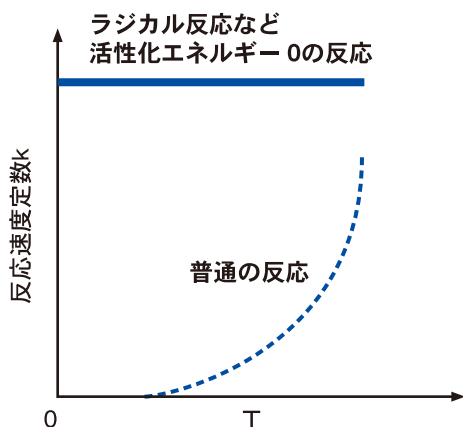
励起状態 (れいきじょうたい、excited state) とは、量子力学において系のハミルトニアン固有状態のうち、基底状態でない状態のことをいいます。

通常、反応速度は温度に依存します。前記の通り、温度が高いほど分子の動きが活発になり、激しく運動しているからです。激しく動いて激しくぶつかって反応が進むわけです。運動の種類は、分子の飛行速度のほか回転、振動も含まれます。温度が高いと大きいエネルギーをもった分子の割合が増えて反応する分子の割合が増えます。すなわち、温度が高くなると反応速度が速くなるといえます。反応速度と温度の関係は、ノーベル賞を受賞したスウェーデンのアレニウスによるアレニウスの式で算出できます。

$$k = k_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)$$

ここに、kは温度Tにおける反応速度定数、k₀は反応の頻度因子。Eはあたえられた反応の活性化エネルギーといい反応をひき起こすための必要最低限のエネルギーで [J/mol] の単位をもちます。Rは気体定数 (8.314 J/mol·K)。

ラジカル反応などでEがほとんどゼロのものから400kJ/mol程度までである。ちなみに、温度が10°C上がると硬化速度は約2倍になります(図3参照)。

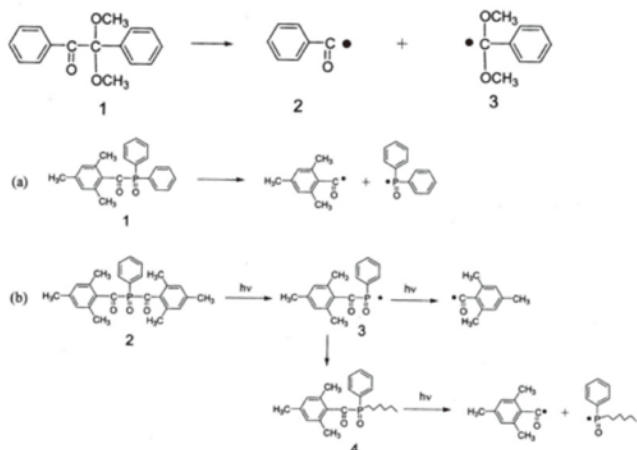


(a) kとTの関係

■ 図3 反応速度定数と温度グラフ

Eの値がゼロの場合には温度による反応速度の変化はありません。

光硬化工法では、硬化させようとする更生材に光エネルギーを与え、更生材に予め混合している反応開始剤を分解してラジカルを発生させます。一般的に不飽和ポリエステル(UP)に使用される光開始剤を図4に示します。



■ 図4 光反応開始剤の例

図4の一つ目の分子構造体は、ベンジルジメチルケタールで効率よく反応しますが、厚膜硬化には向かない、むしろ「薄くても、しっかりキチッと固めるタイプ」といえます。同じく図4の2番目と3番目のa,bはホスフィンオキド系の光重合開始剤です。

これらは厚膜に対応可能なことが知られています。中でもbは、二重の分解により大量のラジカル種を発生させ効率よく重合させる性質があります。

上記2種類の開始剤に増感剤を添加するのが一般的で、紫外線から可視光領域にかかる電磁波の照射によって極めて短時間に反応が終結します。

光硬化の化学反応では、重合開始種の生成、光架橋反応、触媒の生成は基本的に熱化学を必要としません。すなわち、光照射によって誘起されるUV硬化での事象は熱化学反応の関与はほとんどないといえます。このことが、常温だけでなく低温環境においても硬化反応がスムーズに開始・継続・終結できる理由です。

シームレスシステム工法の更生材料(SII)を25°C、10°C、-10°Cで保管し、そのまま光を照射して硬化させる実験を行いました。

一般的な熱硬化反応でアレニウスの式を適用すると、30°C以上の温度差ですから硬化に要する時間は8倍程度の差が生じることとなりますが、シームレスシステム工法の場合は最大でも1.5倍の差となりました。

熱、光とも硬化工程の中で、その時間差は短縮されることとなりますが、詳細は次号(7月上旬発行予定)で報告いたします。

参考文献

- 「反応工学」 化学工業会 小宮山宏 倍風館
- 「高分子材料の基礎と応用」 伊藤禎一 内田老鶴圃
- 「高分子化学」 斎藤勝裕・坂本英文 オーム社
- 「化学工学事典」 化学工業会 丸善

協会だより

協会本部・ 地域支部の総会日程

平成25年度の協会本部及び各地域支部における定時総会が下記の日程で開催されます。会員の皆様には、別途ご案内いたします。ご出席ください。

●第11回本部定時総会

平成25年5月21日(火)
京王プラザホテル(東京都新宿区)

●地域支部総会日程表

地域支部	日時	場所
本部	平成25年5月21日(火)	京王プラザホテル
北海道地域支部	平成25年6月20日(木)	札幌すみれホテル
東北地域支部	未定	—
北関東地域支部	平成25年6月17日(月)	パレスホテル大宮
南関東地域支部	未定	—
北陸地域支部	平成25年6月10日(月)	金沢都ホテル
中部地域支部	平成25年6月4日(火)	名古屋国際ホテル
近畿地域支部	平成25年5月27日(月)	ホテル阪神
中国四国地域支部	平成25年6月11日(火)	ホテルセンチュリー 21広島
九州地域支部	平成25年6月14日(金)	ステーションホテル小倉

平成25年度管理技術者講習会及び認定試験について

平成25年度の管理技術者講習会及び認定試験で現在決まっているのは下記の通りです。

平成25年 5月24日(金)	小倉興産KMMビル	福岡県北九州市
6月26日(水)	エルおおさか	大阪府大阪市中央区
7月4日(木)	名古屋国際センター	愛知県名古屋市中村区
7月8日(月)	日本教育会館	東京都千代田区
8月20日(火)	日本教育会館	東京都千代田区
8月29日(木)	エルおおさか	大阪府大阪市中央区



なお、受験する会場は所属する地域支部に限らず、都合の良い日時・会場で受験・受講することができます。

研修会・説明会・デモ施工等

●中国四国地域支部営業研修会

中国四国地域支部では2月13日(水)、営業研修会をホテルセンチュリー 21広島で実施、管内会員の約30名が参加しました。

研修会には本部から半谷専務理事、大河原副技術委員長が講師として参加、協会の24年度の活動状況、シームレスシステム工法の他工法に対し優れている特長等、今後の営業活動に役立つ報告を行いました。また活発な質疑応答もあり、研修会は3時間かけて実施されました。



●技術説明会・デモ施工等

平成24年11月以後に実施した技術説明会およびデモ施工等は次の通りです。



奈良県デモ施工(11月20日)

奈良県デモ施工	11月20日
北海道修繕・改築工法説明会	11月8日
はままつメッセ2013(浜松市)	1月24日、25日
ナノテク2013(東京ビッグサイト)	1月30日～2月1日
山口市での施工に伴う工法説明	2月20日
恵那市デモ施工	3月8日

シームレスシステム工法が塩ビ管適用で審査証明

下水道新技術推進機構の平成24年度建設技術審査証明で、シームレスシステム工法の適用管種に硬質塩化ビニル管が新たに追加されました。現場硬化型の熱・光硬化樹脂タイプの更生工法として初となります。

審査証明では、実現場を想定した実験装置を用いて同工法で塩ビ管に管更生を行い、出来形、流下性能、耐荷能力を検証。出来形についてはシワ、凹凸、ねじれといった変形が確認されず、流下性能については実験前後の塩ビ管径に大きな変化は見られませんでした。耐荷能力についても曲げ・扁平試験を行い、規格値を超える数値が確認できたことから適用性が確認されました。

平成25年3月20日付の日本下水道新聞(2151号)紙上で記事と全面広告(カラー)が掲載されました。機関誌とともに同紙の抜き刷りを送付します。本誌28号でも「光硬化工法は塩ビ管に適用できるのか?」と題して報告させていただいています。当協会ホームページ(<http://www.lcr.gr.jp/>)でバックナンバーがご覧いただけます。

シームレスシステム工法なら可能です!

塩化ビニル管の管更生

(財)下水道新技術推進機構建設審査証明取得

シームレスシステム工法の特長

- 材料の保存期間が長い
- 硬化前に出来型確認ができる
- 環境温度の影響を受けない
- 浸入水があっても施工は可能
- 施工時間が短い
- 更生管内面フィルムは硬化直後に除去
- 硬化後の収縮がほとんどない
- CO₂排出量が少ない
- **塩ビ管の管更生が可能**

なぜ塩ビ管の管更生が可能か

塩化ビニル管の管更生は、従来の熱硬化型樹脂を用いた管更生とは異なり、現場で硬化する熱・光硬化樹脂を用いた管更生工法です。この工法により、塩化ビニル管の管更生が可能となります。

LCR 光硬化化工法協会
〒160-0004 東京都新宿区四谷2-10-3 TMSビル6F
TEL: 03-5367-5173 FAX: 03-3355-5786
<http://www.lcr.gr.jp/>

TMS TMSライナー株式会社
〒160-0004 東京都新宿区四谷2-10-3 TMSビル6F
TEL: 03-5367-5173 FAX: 03-3355-5786
<http://www.tmsliner.com/>

編集後記

昨年暮のトンネル天井板崩落事故以来、社会インフラの維持管理問題がクローズアップされています。また国も国土強靱化計画に取り組む姿勢を示しており、ますます本格的な維持管理の時代を迎えているといえます。

さて、シームレスシステム工法はお陰様で、24年度実績が昨年度より大幅に伸びました(次号詳細)。上のコーナーで紹介しています通り、下水道新技術推進機構より塩ビ管適用工法の審査証明を取得できました。これまで現場硬化型の更生工法は、塩ビ管への適用が認定され

ていませんでしたので、今回の適用認定を弾みに、さらにシームレスシステム工法が活用されることを期待しています。

さて、今号では「これからの下水道管路更生のあり方への提言」と題して政治評論家の森田実氏よりご寄稿いただきました。ぜひ一読いただければと思います。

会報では、会員の皆様に必要な情報、有意義な話題を提供してまいります。ご意見やご感想、ご要望等がございましたら、お気軽に事務局までお寄せ下さい。

光硬化化工法協会
<http://www.lcr.gr.jp>

本部

〒160-0004 東京都新宿区四谷2-10-3 TMSビル
TEL: 03-5367-5173 FAX: 03-3355-5786

技術センター

〒441-3106 愛知県豊橋市中原町岩西5-1
TEL: 0532-65-2705 FAX: 0532-43-0266

北海道地域支部

〒007-0868 北海道札幌市東区伏古八条2-5-19
(株)TMS工業内
TEL: 011-788-1250 FAX: 011-785-0617

東北地域支部

〒983-0035 宮城県仙台市宮城野区日の出町2-2-1
東亜クラウト工業(株)東北支店内
TEL: 022-236-7855 FAX: 022-237-3044

北関東地域支部

〒349-0141 埼玉県蓮田市西新宿2-117
真下建設(株)蓮田支店内
TEL: 048-768-7265 FAX: 048-769-1714

南関東地域支部

〒160-0004 東京都新宿区四谷2-10-3 TMSビル
東亜クラウト工業(株)内
TEL: 03-5367-8948 FAX: 03-3355-3852

北陸地域支部

〒916-0005 福井県鯖江市杉本町813
(株)キーブグリーン内
TEL: 0778-51-1322 FAX: 0778-51-8234

中部地域支部

〒460-0013 愛知県名古屋市中区上津2-1-11 光菱ビル
TEL: 052-350-4370 FAX: 052-350-4371

近畿地域支部

〒540-0031 大阪府大阪市中央区北浜東2-13 幸ビル4階
TEL: 06-6942-1027 FAX: 06-6942-1028

中国四国地域支部

〒730-0051 広島県広島市中区大手町4-1-1
大林道路(株)中国支店内
TEL: 082-243-2016 FAX: 082-243-2018

九州地域支部

〒802-0037 福岡県北九州市小倉北区小文字1-2-42
(株)三和綜合土木内
TEL: 093-541-1117 FAX: 093-541-3419