

2004静岡県地質調査業協会
地すべり対策技術協会技術フォーラム
[発表プログラム]

GEO FORUM 2004 in SHIZUOKA

- 10:10~10:35 (P.1)
熱海錦ヶ浦地すべり災害への対応
静岡県熱海土木事務所
川口 進
- 10:35~11:00 (P.2)
農地造成高盛土の崩壊原因と対策
(株)建設基礎調査設計事務所
毎熊 晋
- 11:00~11:25 (P.3)
植生をセンサーとする地すべり性開口クラックの検出と解析
日本エルダルト(株)
横山賢治
- 11:25~11:50 (P.4)
急傾斜における施工時崩壊の事例紹介
(株)フジヤマ
野中弘稔
- 13:00~13:25 (P.5)
グラベルコンパクションバイルによる軟弱地盤改良の事例
静岡県牧の原農業用水建設事務所
山本陽次
- 13:25~13:50 (P.6)
カワゴ平から噴出した軽石が引き起こす問題とその対策
(株)富士和
池田 曜, 矢野 享
- 13:50~14:15 (P.7)
古地形に学ぶ
(株)グランドリサーチ
杉山稔幸

特別講演 (P.8)

14:30~16:00
擁壁設計での
土圧に関するQ&A
(株)第一コンサルタント
右城 猛

ジオ フォーラム 2004静岡

「事例に学ぶ」

- 開催日／平成16年 **11|5** (金) ●開催時間／**10:00~16:00**
●会場／しずぎんユーフォニア 静岡市追手町1番13号アゴラ静岡8階 TEL054-250-8777 ●参加費／無料
●問い合わせ先／静岡県地質調査業協会 Tel:054-246-7741 Fax:054-246-8011 担当:柴田[(株)ジーベック内]
●主催／静岡県地質調査業協会 地すべり対策技術協会 中部・静岡県支部 ●協賛／静岡県道路協会 全国治水砂防協会静岡県支所

ごあいさつ

静岡県地質調査業協会及び(社)地すべり対策技術協会静岡支部共催によるジオフォーラムも今年で4回目を迎えることになりました。多くの方々の支えにより毎年このジオフォーラムを開催することができることを感謝いたします。

このジオフォーラムは、地質調査及び地すべり対策関連業に対する理解の向上と当協会員技術者の技術交流を目的としております。私ども両協会では、技術士を中心とした各社の専門技術者による技術委員会を設けこのジオフォーラムの開催計画とともに、技術の向上を図るための交流も行い、協会員全体の技術力向上に対しても努力をしております。

ご承知の通り日本の地形は、日本列島そのものがプレート境界に位置しており、地質構造状非常に複雑な条件にあります。特に静岡県は、フォッサマグナを代表とする多くの構造線が存在し、東海沖地震の到来が叫ばれる中で、土木・建築構造物または、防災における対策工を計画し、建設、維持管理していく上での確な地質調査が実施されることが必要であることはいうまでもありません。この高まる地質調査業のニーズに対して高い品質を保てるようこのような啓蒙活動の一環である技術交流会を開くとともに、建設業に関わる多くの技術者の方々、また発注者側の方々に広くその必要性知っていただく機会になればと考えております。

なお、本年度も日頃私ども両協会に御理解をいただいております全国治水砂防協会 静岡県支部並びに静岡県道路協会の御協賛を頂きましたことを深く感謝いたします。また、毎年ご理解をいただいております静岡県土木部並びに静岡県農業水産部の皆様に深く感謝申し上げます。

静岡県地質調査業協会会長

松 浦 好 樹

(社)地すべり対策技術協会中部・静岡支部長

浅 川 信 正

熱海錦ヶ浦地すべり災害への対応

静岡県熱海土木事務所
川口 進

1.概要

熱海市は、国際観光温泉文化都市として多くの観光客が訪れる日本有数の温泉観光地です。その熱海市場錦ヶ浦地区で地すべりが発生しました。(図-1 参照)

当地区は、国道135号に面する斜面で国道の海側にはマンションやホテルが建ち並んでいます。国道135号は観光地伊豆半島を支える基幹道路で、交通量は昼間12時間で約1万5千台です。

当地区でひとたび地すべりによって多量の土塊が滑落した場合には、国道の寸断とホテル・マンションへの直接的な被害は免れず、長期間の交通マヒによる地域経済への影響は、観光を主産業とする当該地域にとって極めて深刻なものとなることが容易に想定されました。

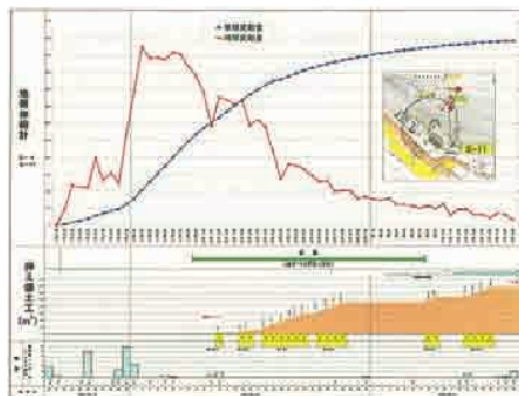
地すべり活動と思われる兆候が、地すべり側部や末端で、8月の豪雨時に認められましたが、本格的な地すべり変動を確認できたのは11月29日～12月1日の降雨(100mm)時です。この時の伸縮計による変位が20～30mm/日を示し、早急な応急対策の実施に迫られました。(図-2参照)

綿密な打合せと迅速な対応で応急対策(横ボーリング・押え盛土・ディーブウェル)を実施したことにより、住民の避難や通行止めを実施することなく地すべりの活動を抑制することができました。

図-1 (位置図)



図-2 (地盤伸縮計観測結果と応急対策)



2.問題点

熱海土木事務所の管内は火山岩地質が分布し、地すべり指定地は伊東市に1箇所あるのみで、今回の様な地すべりの発生例は少ない地域です。したがって、この地域では地すべりが非常に少ないという先入観が強く、地すべりであると認識するまでに時間がかかりました。8月14日～16日の豪雨(連続降雨量422mm、最大日雨量232mm)時に地すべりの兆候が認められた時点で地すべり調査に着手していれば、地すべりが活発化する以前に対応することが可能だったと思われます。

3.この事例から技術的に学んだこと

交通量の多い国道やホテル・マンションなど重要な保全対象がある都市域での地すべりに対しては、避難や通行止めの基準を設定した上で動態観測による地すべり監視体制を早期に確立し、住民へ正確な情報を提供することにより、地すべり災害が発生した場合の人的被害や経済的な被害を最小限に抑えることが可能であると感じました。

農地造成高盛土の崩壊原因と対策

株式会社建設基礎調査設計事務所
毎熊 晋

1.概要

農地造成蒲原西地区では平成14年7月10日に県下南部を通過した台風6号が梅雨前線を刺激し、244mmの日降雨量に見舞われた。この影響により当該地区の中央に位置する高盛土が崩壊した(写真-1)。

高盛土は、H=40m(計画H=45m)まで施工された段階で被災し、施工された盛土量約32,200m³のうち約26,000m³が崩壊した。崩壊土砂は高盛土下流部にある調整池を埋め尽し、一部は堰堤を越流して下流河川に達した(写真-2)。

当社は、崩壊後に依頼を受け、原因究明及び対策のための調査としてボーリング調査を実施して、崩壊土砂の性状、地下水位観測を行うとともに砂置換法による崩壊土砂の密度の測定を行った。室内土質試験としては、再盛土する材料の締固め試験、室内透水試験及びせん断試験(三軸圧縮試験)を実施した。

対策工としては、盛土法面勾配を1:1.5から1:1.20へ変更し、地下水上昇を防止するために小段毎にドレーン材(板状排水材)を3m間隔に設置、堰堤前面から水抜きボーリング工を計画した。

写真-1



2.問題点

崩壊の主な原因は次の2点である。

- ①上流側谷沢から土石、流木が多量に雨水排水暗渠管飲み口より流入し、暗渠管が閉塞されて盛土内の地下水位が上昇した。

写真-2



- ②高盛土では高転圧部(法面から5m以内)と低転圧部が存在したため、高転圧部が不透水層となって盛土内部で地下水がダムアップされた。

3.この事例から技術的に学んだこと

- ①高盛土は礫質土(GS-F)によって施工されたが、一般的に透水性が良いとされるこれらの材料も高密度に転圧された場合には、不透水～難透水盛土となる。
- ②透水性材料と思われる材料で、密度を変えてゾーン施工をする場合は、高密度部分で地下水上昇が生じないような配慮が必要。
- ③礫径の大きいものを含む礫質土材料や土石流が発生する危険性がある箇所にあつては、暗渠管は十分余裕のある管径とする必要がある。

植生をセンサーとする地すべり性開口クラックの検出と解析 日本エルダルト(株) 横山 賢治

1.概要

地すべり活動によって形成された地形には、地すべり体の外側を画する輪郭構造(大八木,1992)をはじめとして、地すべり体の内部にも様々な変動地形が存在している。開口クラックもその一つである。しかし、日本の湿潤な気候下では初生構造は破壊され、地すべり起源の変動地形であるか判断に迷う地形も多数存在する。ここでは藤枝市内の地すべりに見られる異常樹木を用いて、センサーとしての有効性を紹介する。

地すべり活動によって損傷を受けた植物は何らかの異常を示すものが存在する。写真-1は滑落崖中にできた亀裂をまたいで緊張した樹木の根である。ふつう樹根は地中で生長するため、樹根が地上に露出し、緊張状態にあることは異常といえる。

写真-2(傾動樹幹木)



また開口クラック発生時に根本から曲げられ、傾動した樹幹木(写真-2)が存在する。これら傾動樹幹木も開口クラック発生時に根本付近を切断され傾いたものと判断できる。これらの異常樹木を用いて開口クラックの認定や、潜在的な地すべり範囲の決定が可能となった。

2.問題点

緊張した樹根は広葉樹、針葉樹を問わずセンサーとしての感度は優れている。しかし草の根は細く、軟らかいためセンサーとしては不向きであり、竹は硬すぎて感度が悪い(写真-3)。これらの他に蔓性植物の蔓も変動方向の推定に有効であるといえるが、樹根に比べ弱いために開口クラック発生直後の発見が重要となる。

3.この事例から技術的に学んだこと

緊張した樹根や傾動樹幹木の分布から、当該地すべりだけではなく他の地すべり地においてもこれらの事例は応用できるといえる。地すべり頭部に見られる滑落崖や、滑落崖近傍の開口クラックは、地すべり地形の認定における重要な証拠として扱われることが多い。しかし、それら変動地形に混じって人工的な段差地形や、ガリーなどの地すべりとは無関係な地形も多く存在する。今回紹介した異常状態を示す植生が疑わしき地形の中に発見できたなら、地すべり地形の認定におおいに役立つのではないだろうか。また、緊張樹木の緊張方向や傾動樹幹木の傾動方向をより細かく解析することにより、地すべり発生当時の変動方向の解明も期待できる。さらに、異常樹木の樹齢は開口クラックの活動履歴を知る手がかりとなる可能性もある。

地すべり地内には目に見えない多くの異常樹木があると思われるので、今後異常樹木の活用が増えればより細かい地すべり解析が可能になると考えている。

写真-1(緊張状態を示す樹根)



写真-3(センサーとしての感度の違い)



急傾斜における施工時崩壊の事例紹介

(株)フジヤマ
野中 弘稔

1.概要

本件は天竜市横山町地内において、急傾斜地の詳細設計を行ったものである。本地区は、急傾斜の指定区域内であり、民家裏山斜面が将来、崩壊の危険性が懸念されるため、地質調査・測量を実施し、斜面崩壊防止工の詳細設計を行った。工法は、工区ごとに多彩であり、今回紹介するものは、「吹付法枠+アンカー」工法である。この工法が施工時に部分崩壊したため、その対応策についての紹介します。

地形状況は、大部分が急峻な侵食斜面であり、基盤岩体をなしている黒色片岩類の風化帯が広く露頭している。主構成層をなしている三波川変成岩類の結晶片岩は、風化に弱い岩相のため急峻な侵食崖が発達しており、片理面やクラックの開口によって地山が緩み、小規模な崩壊が生じている。

崩壊状況は、図-1に示すようにアンカー位置3段目から法枠下部の地山が施工時に部分崩壊した。(写真-1)崩壊深さは、最大で約1.8m程度である。また、隣接区間は崩壊していないが、湧水が非常に多く、崩壊直後の調査中に小石(1~2cm程度)の崩落があり、非常に不安定な状態であった。

図-1

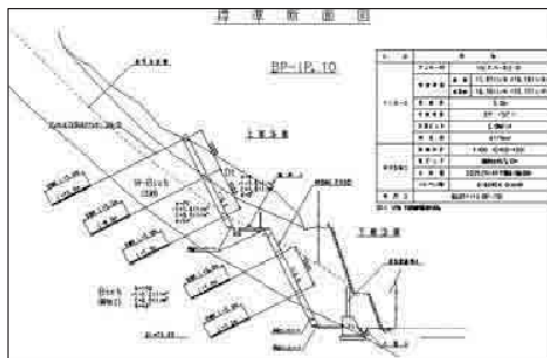


写真-1



2.問題点

施工時崩壊の原因は、地表地質調査、ボーリング調査および施工状況から以下の原因が推定される。

①湧水、雨水

②施工管理

対応策の条件としては、

①二次崩壊を回避するため、対応策の緊急性がある。

②出来る限り、施工済部分を取り壊さない。

③崩壊した原因を整理し、完成した工法について安全性を再確認する。

④経済的であること。

3.この事例から技術的に学んだこと

①施工時の留意事項

- ・ 工事の施工管理において、逆巻き施工は長期間の工期を必要とするため、法面に雨水の浸入を防ぐためにブルーシート等で常に法面保護を行う。
- ・ 現場状況(地質、水位)を常に把握し、掘削には細心の注意を払う。

②地質調査の留意事項

- ・ 地質調査は、単に土質定数を把握するだけでなく、掘削による地山への影響や仮設時等を考慮することが重要である。特に、今回のような変成岩の結晶片岩は、風化による崩壊の危険性が大きく、仮設時の影響も大である。
- ・ 湧水がある場合は、崩壊しやすいことは当然であるが、湧水が生じている箇所や量と崩壊との関係を詳細に調査し、設計・施工に反映することが大切である。
- ・ 地質はどんなに経験を積んでも、一度と同じ条件になることなく、その地区ごとに対処する方法も異なることから、懸念事項は納品するまで追求することが大切である。

グラベルコンパクションパイルによる軟弱地盤改良の事例

静岡県牧の原農業用水建設事務所
山本 陽次

1.概要

本工事は畑地帯総合整備事業（担い手育成）牧之原相良地区における17号幹線農道整備工事の一環として地盤改良工事を実施した。本工事施工箇所は榛原郡相良町須々木地内に位置し、御前崎から牧ノ原台地南部にかけての台地・丘陵、箴川沿いの沖積低地などが含まれる。

調査ボーリング及びサウンディング試験の結果、表面から深度7m前後までは粘性土を主体とする軟弱層であり、地下水位もGL-1m程度と高いことが判明した。（図-1）

高盛土基礎地盤として無処理では不適であることが明白であるため改良工法の選定を行い圧密沈下の促進・低減、すべり防止、支持力増大、経済性で最も優位性を示した標題の工法を実施するに至った。

改良地盤の設計強度は碎石杭と粘性土の複合地盤として評価し、そのせん断強さは粘性土のせん断強さと碎石杭のせん断強さの和となる。

本工事の改良仕様は円弧すべり安定計算により決定した。（図-2）

施工は機械のトラフィカビリティ確保及び排水層の機能のためサンドマットの敷設後、グラベルコンパクションパイルを打ち込んだ。近接工事として国道150号バイパス橋梁下部工が実施されていたため杭打機をバイブロハンマーからSAVEコンポーザーに変更し振動騒音の軽減を図った。

2.問題点

道路土工指針の算式を基に置き換え率26.3%とし、粘性土のせん断抵抗力を増大させているが、単純な面積比による置き換え率であり施工誤差や、粘性土の練り返しによる抵抗力の低減については考慮されていない。最終的に安定が得られれば問題ないが過大過小設計とならない範囲の絞込みはあっても良いと思われる。

施工においては碎石の圧入により粘性土の側方及び上方変位を生じるが、側方変位については改良エリア外周部から中心部に向かって施工することにより敷地外への影響を抑えることができる。上方変位については盤膨れとして現れたが対応策は無く将来盛土による圧密沈下により正規の位置まで戻る見込みである。

3.この事例から技術的に学んだこと

施工管理において盤膨れした状態で工事完了すると計画高さと大きな差ができる。この工法で施工した場合、引き続き上部構造物が施工されるのが普通であるが今回は工期予算の都合から地盤改良のみの施工となった。今後高盛土を施工した時に法面の崩壊等発生した場合施工上の責任が地盤改良にあるのか盛土にあるのか判定しづらい。地盤改良して所定の支持力が確保されていることを確認する方法を考えていく必要がある。

図-1

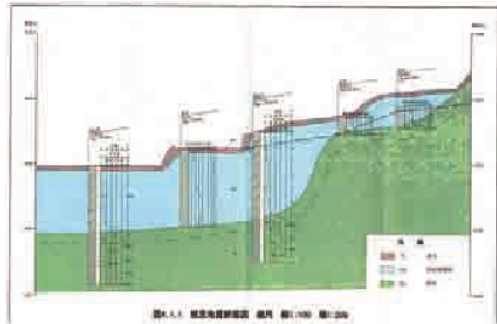
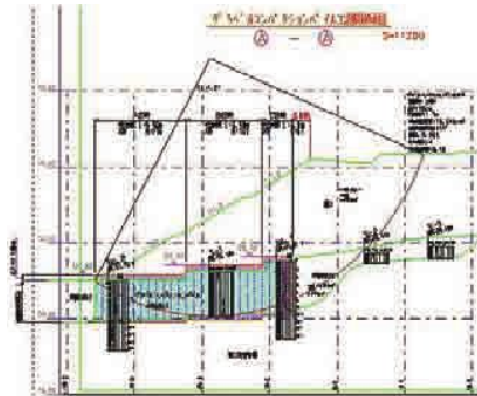


図-2



カワゴ平から噴出した軽石が引き起こす問題とその対策

(株)富士和
池田 曜、矢野 享

1.概要

天城火山山頂付近のカワゴ平から約3000年前に噴出した軽石は、伊豆半島のほぼ全域に分布し、浮石や浮砂と呼ばれる。カワゴ平火山噴出物は以下の特徴を有する。

- ・ デイサイト（石英安山岩）質の白色軽石を主体とし、富士火山系である玄武岩質の暗色軽石とは大きく色調を違える
- ・ 一般的な礫よりも多孔質で軽く、水に浮く物も多いカワゴ平火山噴出物の軽石は、狩野川流域、特に田方平野地域（図-1）において層厚2～10m、平均層厚5m程度と特に厚く堆積し、工事の際に問題を引き起こすことが多い。田方平野に分布する軽石層は、地盤的に以下の特徴を有する。
- ・ N値20～30程度の礫（軽石）混じり砂～礫（軽石）質砂状を呈する
- ・ 有機物を多く含む不透水性で軟弱（N値0～5程度）な粘性土層が層の上下に厚く分布する
- ・ 透水性が高く、被圧地下水を帯水する地下水流動層となることが多い
- ・ 土木構造物、建築物の支持層や鋼矢板の打止層とされることが多い

図-1（カワゴ平と田方平野）



2.問題点

掘削等によって軽石層内に帯水する被圧地下水が応力開放されたり、軽石層内に滞留した空気が開放されたりした場合に以下のような問題が発生することがある。

①パイピング現象やボイリング現象の発生（図-2）

地山掘削時や杭基礎工の施工時、山留め工施工時にパイピング現象やボイリング現象が生じることが多い。軽石は軽く、水と共に流動し易いため、一般的な礫～砂質地盤よりもボイリング現象を生じやすい。軽石層を支持地盤としていて、パイピング現象やボイリング現象が発生した場合は、地盤の強度が低下し、当初想定していた支持力が確保出来ない。

②有害ガスの発生（図-3）

有害ガス（メタンガス等）は、軽石層の上下に分布する有機物を多く含む粘性土層から発生し、軽石層中に滞留する。ガスの滞留した軽石層が掘削等で開放された場合、軽石層内に滞留した有害ガスは空気中に開放される。オープン掘削時や立坑掘削時、推進工施工時に有害ガスが発生し、作業員が中毒となった例がある。

図-2（パイピングやボイリングの発生）

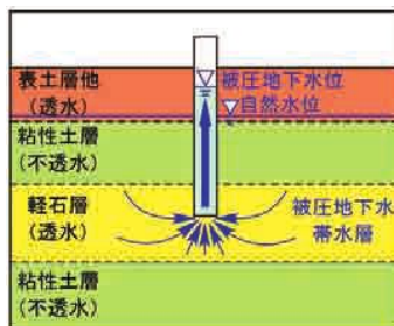
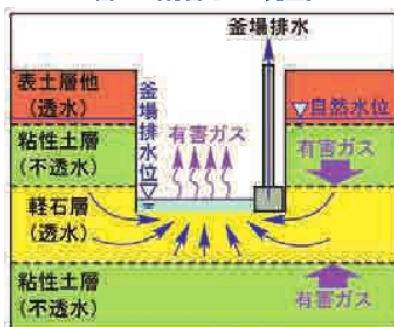


図-3（有害ガスの発生）



3.この事例から技術的に学んだこと

田方平野（図-1）で施工を計画する際には、軽石層の存在を予想した上で、調査、設計、施工を実施する。

①パイピング現象やクイックサンド現象の防止

調査の段階において自然水位と被圧地下水位を正確に測定し、自然水位と被圧地下水位を調和させる施工方法を採用する。また、軽石層内の被圧地下水を開放しない施工方法を採用する。

②有害ガス発生対策

調査の段階において、ボーリング孔内や掘削域内に充満する空気の成分を分析し、有毒ガス成分が検出された場合には、換気装置を設置するなど、対策を施す。

1.概要

近年、地質調査業務委託の設計書に「既存資料収集・現地調査」の項目が追加された。「既存資料収集・現地調査」の目的は、地質図や土地条件図、地形図や空中写真等の既存資料を収集して、調査対象地域の問題点を把握することであり、既存資料の性質は次の二通りに分けられる。

一つは土地条件図や地質図のように、直接結果を得られる資料であり、もう一つは地形図や空中写真のように、資料から情報を判読して、過去に発生したイベントや変化を推測する資料である。

後者の資料は高度な判読技術が必要であるが、ここでは後者の資料を用いて過去のイベントや変化が、容易に比較できる三例について取り上げる。

- ① **比較的広域な地形の変化:**江戸初期の古地図によると、静岡市清水万世町より南は海であったが、大暴風雨による砂洲の発達と、安政の大地震と津波により、沿岸に広大な干潟が形成された。このことから、清水万世町付近の江戸初期から現在にかけての近い時代の堆積環境の変化が検証できる。
- ② **さらに局所的な地形の変化:**静岡市の大崩海岸は、明治22年測量の地形図と現在の地形図を比較すると、明治時代まではほぼ全海岸にわたって浜が発達し、海岸沿いに道路がつくられていた。しかし、現在の道路は海拔50m程の斜面の中腹にとりつけてある。このことから、大崩海岸の海食の進行が急激に進んだのは、明治から現在にかけての最近の出来事であると推測できる。
- ③ **微地形の変化:**昭和63年に静岡市西ヶ谷地内において、ボーリング調査を行なった。調査地は沖積面をおもわせる平坦面であったが、実際にボーリングしたところ、比較的浅い深度に岩盤(瀬戸川層群黒色頁岩)が分布していた。それは下図に示すように、調査地付近まで発達していた尾根が採石場となって切取られ、その後平坦地に造成されたことが原因であり、これを古い地形図の変遷で確認することができた。

 : 県立水泳場建設予定地



図1 (昭和31年修正測量)



図2 (昭和50年修正測量)



図3 (昭和55年修正測量)

(25,000分の1地形図「牛妻」より)

2.問題点

今回は容易に比較できる三例を示したが、このように複数の資料により比較できる場合はまれであり、1枚の資料だけで判読して、結論を出さねばならない場合が大半である。この後者の場合、判読結果を説明するには、専門的な語句を用いる場合があり、簡単に説明するためには表現の工夫が必要といえる。

3.この事例から技術的に学んだこと

今回「古地形に学ぶ」を取りまとめてみて、地形図や空中写真等の判読は、地質調査にとって重要であることを再認識できた。今後どのようにこれらを現場で応用していくのが私の課題である。

特 別 講 演

日経BP社／日経コンストラクション連載 右城 猛先生

(株)第一コンサルタンツ専務取締役
高知県技術士会代表幹事
高知工業高校改革委員会副委員長

●技術資格

工学博士(愛媛大学)
技術士(総合技術監理部門、建設部門)

●表彰・受賞

- 1995年4月 建設省四国地方建設局吉野川砂防工事事務所長より「第46回国土建設週間」において管理技術者表彰を受ける。
- 1997年7月 建設省四国地方建設局長より「第49回国土建設週間」において管理技術者表彰を受ける。
- 1999年9月 地盤工学会四国支部創立40周年記念式典において「技術開発賞」を受賞。
- 2002年7月 「落石防護柵基礎の設計手法検討業務委託」に対して国土交通省四国地方整備局四国技術事務所長より管理技術者表彰を受ける。
- 2003年7月 「宇治川放水路呑口管理橋実施設計業務委託」に対して国土交通省四国地方整備局高知河川国道事務所長より照査技術者表彰を受ける。

●主な著書

- ・擁壁の設計法と計算例
- ・擁壁設計Q&A
- ・続・擁壁の設計法と計算例
- ・新・擁壁の設計法と計算例
- ・土木構造物設計施工の盲点
- ・Excelによる擁壁設計(以上理工図書)
- ・基本からわかる土質のトラブル回避術(日経BP社)
- ・大型ブロック積み擁壁設計・施工マニュアル第2回改訂版(共著)
土木学会四国支部
- ・土はなぜ崩れるのか(日経コンストラクション2004年5月から月1回)
- ・分かり易い擁壁設計講座(土木技術 2004年9月号から12回連載)

