

基礎工法を対象とした性能証明の概要と申込時の留意点

Summary and Points regarding the application of Technical Evaluation on Foundation Construction Method

岩佐 裕一*1、蜂須 大輔*2、下平 祐司*3

1. はじめに

(一財)日本建築総合試験所(以下、「当法人」と称す)は、新しく開発された建築技術の性能を第三者の立場から評価し、その技術が達成している性能について証明する技術認証事業(建築技術性能証明事業、以下、「性能証明」と称す)を独自事業として2000年から行っており、2022年度末で618件の実績がある。このうち、基礎技術に関する性能証明は約4割を占めており、その過半は小規模建築物基礎への適用を意図して開発された技術である。

建築主事等は、建築物に採用されている技術の性能が試験等によって確かめられている場合に、法令等の要求を満たしていることを判断する必要がある。性能証明は、この建築主事等の判断のための技術的根拠となることを第一の目的としている。その他、図-1に示す様々な立場の方々にとって、性能証明は技術的判断資料として有効に活用できる。なお、性能証明と他機関が実施している建設技術審査証明や任意評定との位置づけは、前述の建築主事等の判断の技術的根拠となるという意味で

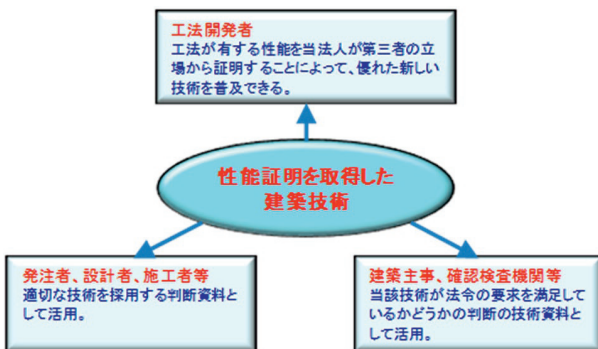


図-1 性能証明の活用

は同様である。

なお、本報告は文献¹⁾に加筆・修正したものであることをお断りしておく。

2. 性能証明の概要と実績

2.1 事業概要

性能証明の対象技術には、その技術が達成している性能について試験等により定量的に評価できること、ならびに技術固有の新規性・独自性が求められる。後者を要求する理由は、全く同じと見なせる技術を性能証明することで、様々な混乱を招く可能性があるためである。

性能証明フローを図-2に示す。「新規」に性能証明を取得する場合、最初に事務局との事前相談を実施し、技術概要(新規性・独自性の確認を含む)、性能確認の方法等について確認する。当法人の事務局は技術職が担当しており、試験計画等に関しても性能証明取得にあたり様々な提案・助言等を行う。委員会審議に

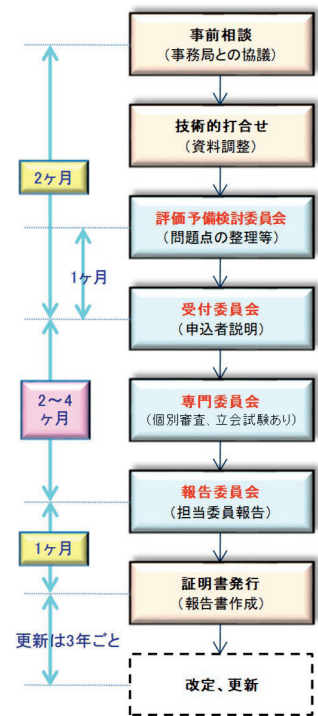


図-2 性能証明フロー

*1 IWASA Yuichi : (一財)日本建築総合試験所 建築確認評定センター 建築確認評定部 主席専門役
 *2 HACHISU Daisuke : (一財)日本建築総合試験所 建築確認評定センター 建築確認評定部 性能評定課
 *3 SHIMOHIRA Yuji : (一財)日本建築総合試験所 建築確認評定センター 建築確認評定部 上席調査役 博士(工学)

においては、受付委員会前に評価予備検討委員会を実施し、あらかじめ問題点の整理をした上で審議を進めることとしており、性能証明取得にあたっての進捗管理に有効となる。受付後は、個別審査である専門委員会を開催し具体的な審査を行うが、この中で現場立会施工試験を実施し、施工能力や品質管理規定の確認を行っている。このように、事務局が工法開発への提案・助言、審査の進捗管理など積極的に関与することが当法人の性能証明の特徴である。

性能証明取得後は、3年ごとに施工実績や工法運用の適切さを確認するための「更新」を行う（一部の技術を除く）。また、適用範囲を拡大したい場合は、追加試験等によりその根拠を確認した上で、「改定」を行うこともできる。

2.2 実績

基礎技術に関する性能証明の実績（2022年度末時点：計271件）について、図-3に実績件数の推移を、図-4に技術の内訳を示す。なお、性能証明した工法の概要（技術名称、性能証明番号、性能証明取得者、技術の概要、技術開発の趣旨、性能証明の内容、技術の間合せ先等）については、<https://www.gbrc.or.jp/search/gijyutu.php>を参照されたい。「新規」件数の約6割、「改定」件数の約8割の技術が小規模建築物基礎への適用が可能な技術である。これらの技術の多くは、証明取得者が技術指導し認定した多くの指定施工会社が施工する工法運用体制を導入しており、年間の適用件数も多くなることから、性能証明が適切に使用され、技術が適正に運用されていることを確認するために上述の「更新」を導入している。「更新」手続き時に施工指針の見直し等を行ったり、当法人側の審査上の見直し項目に対応したりするために、「改定」が選択される場合も多い。なお、性能証明の適用小規模建築物の定義は、多くの技術での実運用の状況等を考慮して以下のとおりとしており、「小規模建築物

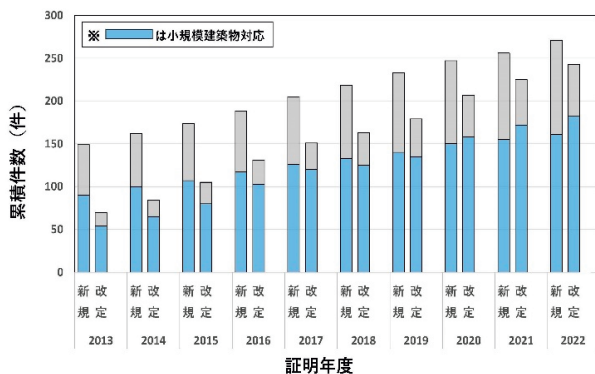


図-3 性能証明実績の推移

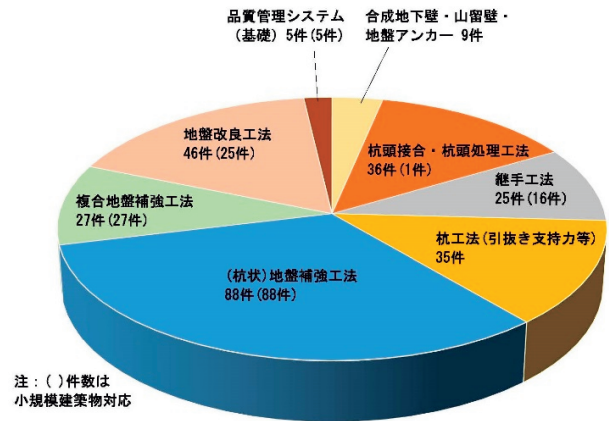


図-4 性能証明工法の内訳

基礎設計指針」(日本建築学会、2008年)と比較して、軒高規定の省略と③の面積規定が異なっている。

- ①地上3階以下
- ②高さ13m以下
- ③延べ面積1,500㎡(平屋の場合は3,000㎡)以下

2.3 技術概要

建築物基礎に用いる技術としては、杭状地盤補強工法、地盤改良工法、複合地盤補強工法、基礎ぐい(以下、「杭」と称す)の引抜き支持力、鋼管継手工法が多い。各工法について概説する。

2.3.1 杭状地盤補強工法(平13国交告第1113号第4)

鋼管等の杭状地盤補強材(以下、「補強材」と称す)を基礎スラブ下に施工し、原地盤を地業として補強する工法であるが、安全側に基礎スラブ下地盤の支持力を期待しないことが後述2.3.3の複合地盤補強工法と異なる。多くの工法はスクリーウエイト貫入試験(SWS、JIS A 1221)の試験結果に基づき支持力を設定している。一般に基礎スラブと補強材は緊結しないディテールが採用される。補強材としては、様々な材料が開発されており、詳細は文献²⁾を参照されたい。

2.3.2 地盤改良工法(平13国交告第1113号第3)

セメントスラリーを原地盤と攪拌混合し、コラム状あるいはブロック状の改良体を基礎スラブ下に築造し、原地盤を補強する工法である。小規模建築物の場合は施工期間が短いので、改良体の品質確認として短期間での確認が可能なモールド管理を導入している工法が多い。

2.3.3 複合地盤補強工法(平13国交告第1113号第4)

2.3.1の補強材の支持力に加えて基礎スラブ下地盤の支持力を積極的に見込む工法である。補強材と原地盤の支持力累加における変位適合性の確保が重要となる。

2.3.4 杭工法の引抜き支持力(平13国交告第1113号第6)

大臣認定を取得した杭工法(主に回転貫入翼付鋼管杭工法)の引抜き方向の許容支持力を引抜き試験結果より証明する。杭の先端抵抗のみに期待する工法が多いが、周面摩擦抵抗を加える工法もある。

2.3.5 鋼管継手工法(平13国交告第1113号第8)

鋼管が長くなると継手を設け鋼管どうしを接続する必要があるが、一般に溶接継手を使用される。溶接継手の品質は天候などの施工条件や溶接技量による影響を受けるため、それらを改善するための現場継手で溶接を不要とする機械式継手とする工法である。

3. 性能証明にあたっての留意点

性能証明にあたっての留意点を、共通事項と適用範囲、および工法ごとに分類して示す。また、本章に示す留意点を巻末の表-2にチェックリストとしてまとめた。

3.1 共通事項と適用範囲

3.1.1 スクリューウエイト貫入試験(SWS)

小規模建築物を対象とする工法の支持力の性能証明では、地盤調査としてSWSが採用されている。対象建築物が小規模であることも踏まえたSWS採用のメリットとデメリットは以下のとおりである。

【メリット】

a. 調査効率

自動試験機の普及に伴い、調査時間の短縮、調査深度の延伸、バラツキの低減などが達成され、調査効率が高い。

b. 多点調査

小規模建築物にとって大きな障害の一つである不同沈下を低減するためには、敷地内の地層の不陸を把握することが重要である。調査効率のよいSWSの特徴を活かして、性能証明対象工法にSWSによる地盤調査を用いる場合は、建設予定建築物の四隅と中央部の5点(延べ面積500㎡超では面積に応じ追加が必要)でSWSを実施することを要件としている。

c. 細かな調査ピッチ

補強材が小径(最大でも先端翼径500mm程度)であることもあり、測定値が1mピッチである標準貫入試験(SPT)の N 値に比べて調査ピッチが25cmであるSWSを用いる方が精度の高い支持力算定が可能である。詳細は文献^{3),4)}を参照されたいが、先端翼付補強材の先端極限支持力 q_p とSPTの先端平均 N 値あるいはSWSの先端平均換算 N 値との相関関係における変動係数は、後者が前者の2/3程度になる。

d. バラツキ

参考文献⁵⁾の全国33地点で実施された地盤調査一斉試験においても、同一敷地内でのSWS試験結果のバラツキは、異なる自動試験機を用いても大きくないことが示されている。ここで、SWS試験結果のバラツキについて整理しておきたい。SWS試験結果のバラツキは、上記の同一敷地内(成層一様地盤を想定)での試験結果のバラツキ(バラツキA)、 N 値や一軸圧縮強さ q_u とSWS結果(W_{sw}, N_{sw})との相関におけるバラツキ(バラツキB)に大別できる。バラツキAについては、上記のとおり自動試験機の普及の後押しもあって、小さいと判断している。一方、バラツキBについては、SPTとSWSでは貫入機構が異なるので土質に係わらず N 値- (W_{sw}, N_{sw})間の相関関係におけるバラツキは大きい⁵⁾。したがって、補強材の先端支持力 q_p -先端平均 N 値関係に基づいて支持力係数が設定されている工法において、先端平均 N 値をSWS試験結果から求めた先端平均換算 N 値とする場合には、例えば参考文献⁶⁾に示されている低減係数を乗じた換算値を用いることも考えられる。

性能証明では、バラツキBを排除するために、同一敷地内(影響が小さければ補強材打設位置)においてSWSと載荷試験を実施し、載荷試験結果とSWSの結果を直接検討して支持力係数を設定することを必須としている。なお、支持力係数を稲田式⁷⁾による換算 N 値に基づいて示す工法が多数であるが、これは工法提案や設計において説明しやすい(支持力係数の大小比較)という側面が強い。性能表示の観点からは、 N_{sw} に対する支持力係数などでの直接的な性能表示が適切であると考えられる。

【デメリット】

a. 土質と地下水位の判定

SWS実施後の試験孔を用いて地盤をサンプリングする技術や地下水位を測定する技術が実用化されており、これらの問題は克服されていると考えている。その他、SDS⁸⁾(スクリュードライバーサウンディング)を用いた土質判別の試みも行われている。

b. 硬質地盤への適用

小規模建築物の地盤補強に用いる場合は、高支持力の補強材を少数打設するよりも、小径でハンドリングに優れた低支持力の補強材を多数打設の方が施工性、不同沈下低減、基礎への要求性能、冗長性確保などの観点から優れていると考えている。これに加えて、SWSの貫入能力を考慮すると、 $N_{sw}=150\sim 200$ 程度がSWSの適用上限と判断している。なお、より硬質地盤での支持力

を期待する場合は、地盤調査として規格化されている大型動的コーン貫入試験 (SRS、JIS A 1230) などを採用することもできるが、この場合でも SRS-SWS (あるいは SPT) 間の換算による支持力係数設定は認めず、同一敷地内で実施した载荷試験と SRS との検討結果に基づく設定が必須である。

3.1.2 試験地の扱い

杭の载荷試験や地盤改良の施工試験を試験現場提供と併せて請負う会社の試験現場が関東地方に集中しているため、既証明の工法ですべての試験が同一県あるいは関東地方に集中している工法が散見された。

全国展開を目指す工法の性能確認現場試験が一地方に集中しているのは説得力がなく適切ではないと判断し、2021年4月から「新規」あるいは「改定」による性能証明にあたって、3地方以上での試験実施を要件としている。性能証明取得者の理解を得て、「新規」のすべて、および「改定」の大部分は3地方以上での試験実績となってきた。なお、これに対応できない場合は、「改定」の場合であっても工法の適用範囲として“施工地域を〇〇地方限定”と制限する場合もあることをお断りしておく。図-5に、性能証明の試験実施場所の地域区分を示す。

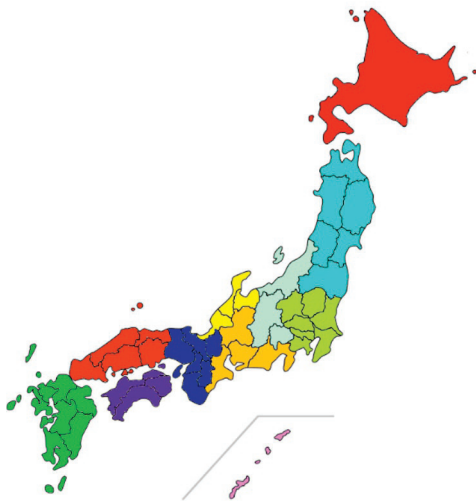


図-5 試験実施場所の地域区分

3.1.3 実績主義

性能証明における適用範囲の設定は、実験等による実績に基づくことが原則である。実験計画の立案にあたっては、補強材の形状・寸法、施工深さ(最大、最小)、地盤の硬さ(最大・最小換算 N 値)などの適用範囲をカバーしていることの確認が必須である。

3.1.4 杭工法(押し込み方向)

平13国交告第1113号第6に対応する性能評価の対象となるくい押し込み側の支持力については性能証明の対象外であるが、支持力式においてSWS等の試験結果を用いる工法については、平13国交告第1113号第4に基づいて杭状地盤補強工法としての性能証明を行っている。ここで、SWS等とは、SWSやSRSなどのJISが制定されているサウンディングを念頭に置いているが、対象工法の支持力性能との関係が十分に検討されている場合は他のサウンディングを拒むものではない。なお、平13国交告第1113号第6に対応する押し込み側支持力の性能評価取得済の工法の引抜き抵抗については、大臣認定制度が未整備であることや社会のニーズを踏まえて、性能証明の対象としている。また、平13国交告第1113号第6に基づく独自の N 値と q_u に基づく支持力係数を設定しているが、くい材が告示に適合しない(非指定建築材料、場所打ち工法など)場合は杭状地盤補強工法としての性能証明、粘土質地盤の先端支持力を非排水せん断強さ c_u から算定する場合などについても性能証明の対象となりうる。

3.2 杭状地盤補強工法

3.2.1 载荷試験数

必要载荷試験数は先端地盤種別(砂質土、粘性土)ごとに原則10例以上としており、補強材の仕様(径、長さ)が多数になる場合は、適用範囲をカバーするためにもより多数の载荷試験が必要である。なお、先端地盤種別として“砂質土(礫質土を含む)”と表記したい場合は、礫質土を対象とした载荷試験を3例以上実施する必要がある。

3.2.2 支持力証明の条件

原則として、先端地盤種別ごとに最小となる(支持力度/換算 N 値等)以下の値を採用できる。ただし、換算 N 値を用いた支持力係数の場合は、採用値の一の位を0あるいは5に丸めることを推奨している。これは、支持力や換算 N 値の測定精度の問題、性能証明改定時に既存不適格を生じさせないことを考慮したものであり、ご理解いただきたい。

3.2.3 補強材の耐力

補強材の耐力については、地盤で決まる補強材の短期許容支持力時に補強材が短期許容応力度以内であることの説明を求めている。特に先端翼付鋼管を用いる場合は、地盤反力の仮定、先端翼から鋼管への曲げ戻し等についての説明を求めている。このことの一助になることを意図して、文献^{9),10)}に弾性問題としての解を具体的に

求める方法を示している。これらは弾性軸対称問題であるので安全側の解を与えると考えられるが、補強材仕様が多種の場合の設計補助ツールとして有用であると考えている。検討結果の一例を図-6に示すが、先端翼および先端翼が取り付く鋼管に生じる応力を表計算ソフトによって簡便に把握することができる。

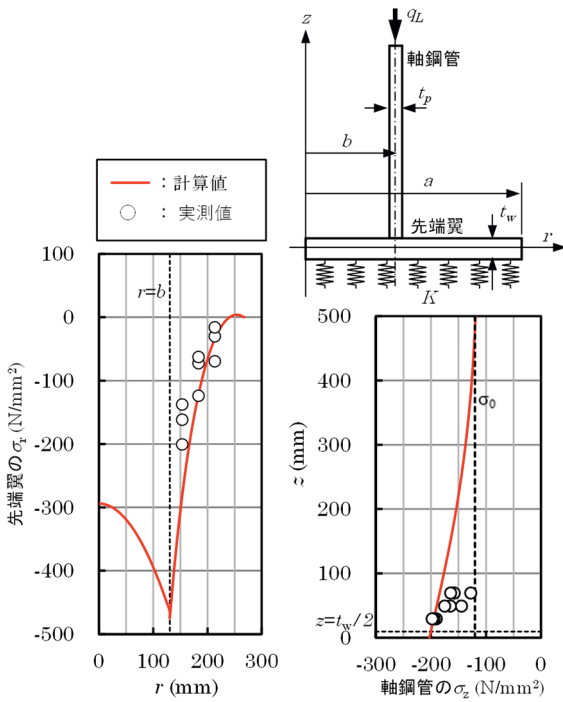


図-6 先端翼と軸鋼管に生じる応力

3.2.4 継手および長さ径比低減

溶接継手については、継手1箇所あたり5%の低減を求めている。これは、小規模建築物に使用する小径鋼管の現場溶接において、JIS A 5525（鋼管ぐい）と同等の溶接管理は実質不可能との判断からである。また、ほぞ型等の簡易な継手については、安全側に昭和59年11月1日住指発第392号に従うこととしている。なお、性能証明を取得した補強材継手工法を採用した場合はその性能によることができる。さらに、補強材が小径で長さ径比が大きくなることを踏まえて、長さ径比による低減も求めている。性能証明において技術的助言として準じている低減率（昭和59年11月1日住指発第392号）をまとめて表-1に示す。

3.3 地盤改良工法

地盤改良の性能証明では、参考文献¹¹⁾に基づいて築造される改良体の品質 (F_c 、コア強度の変動係数) を対象としている。この際、工法の有効性を明確にするためにも、同一地盤において同一仕様の改良体を既往一般工法と開発工法の両方で施工し、開発工法の方が品質や施

表-1 補強材の継手および長さ径比による耐力低減 (昭和59年11月1日住指発第392号)

(a) 継手による長期許容圧縮応力度の低減率	
継手の種類	継手1個当たりの低減率 (%)
溶接継手	5
ボルト式継手	10
充填式継手又はほぞ式継手	最初の2個所まで 20 3個所目から 30
(b) くい長さ径比による長期許容圧縮応力度の低減率	
くいの種類	低減率 (%)
場所打ち鉄筋コンクリートくい	L/D-60
遠心力鉄筋コンクリートくい	L/D-60 ただし、JIS A 5310 に該当するものは L/D-70
振動詰め鉄筋コンクリートくい	L/D-60
遠心力プレストレストコンクリートくい	L/D-70 ただし、JIS A 5335 に該当するものは L/D-80
鋼管ぐい	L/D-100
H型鋼ぐい	L/D-70

註) L: くいの長さ (m)、D: くいの直径 (m)

工性が優れていることを示すことを推奨している。また、必要羽根切り回数の設定の妥当性についても、実験や実績に基づく説明が必須である。なお、施工性や杭状地盤補強工法とのバランスを考慮して、柱状改良の場合は、長さ径比の上限を30としている。

3.3.1 現場施工試験数

水平攪拌方式の柱状改良の場合は、改良体のコアボーリングと一軸圧縮試験を伴う必要施工試験数は、改良対象土質（砂質土、粘性土、ローム等）ごとに5現場以上であり、各現場の設計対象層において25個以上のボーリングコアを採取してコア強度の分析を行う必要がある。その他、改良対象土質ごとにコア強度の平面分布を検討すること、掘り出した改良体の出来形調査（設計径、鉛直性の確認等）も必要である。

上下攪拌方式によるブロック状改良などの場合は、採取試料の土質試験、あるいは改良対象範囲における層厚割合に基づいて土質判別を行う。この土質判別に基づいて、対象土質ごとに上述の柱状改良の場合と同等の施工試験が必要であり、コア強度の平面分布の検討も同様に必要である。

3.3.2 小規模建築物対応

小規模建築物対応として、未固結改良土によるモールド供試体強度で品質管理を行う場合は、開発試験においてモールド供試体採取を同時に行い、ボーリングコア強

度や室内配合強度との相関性を確認しておく必要がある。このような品質検査を許容するためには、①一定の固化材配合量と設計基準強度 F_c の設定、②十分に余裕を持った配合設定が必要となる。特に②に関しては、ボーリングコア強度から求めた F_c が①の設定 F_c に対して十分な余裕度を担保できる配合設定が必要である。

3.3.3 合成コラム

セメント系固化材を用いた柱状地盤改良体の中心に鋼管や木材の芯材を挿入し、改良体の耐力を向上させることで地盤が有する支持能力を発揮させようとする“合成コラム”が開発されている。合成コラムの性能証明では、地盤改良体の品質が一定以上に確保されていることの性能証明取得が前提条件であり、地盤の支持力を十分に活かせることを証明するために杭状地盤補強工法と同様に載荷試験を行って支持力性能を確認する。この際、柱状地盤改良体の剛性のバラツキが大きく軸力を精度よく測定できないことを考慮すると、軸力測定を省略した多数の載荷試験結果に基づいて、文献¹²⁾に示すような線形計画法や最小二乗法による支持力係数の設定も有効である。

3.4 複合地盤補強工法

小規模建築物を対象として基礎下に補強材（合成コラム、場所打ち補強体、鋼管等）を打設し、基礎スラブ下地盤と補強材の両者の支持力を複合して支持性能の向上を図る工法を複合地盤補強工法としている。これらの証明においては、実大規模（布基礎で短辺幅0.5m程度、べた基礎で最大短辺幅3m程度）の載荷板を用いた平板載荷試験（原地盤、複合地盤）と補強材の載荷試験を同一地盤で実施する必要がある。

3.4.1 必要条件

複合地盤補強工法では、補強材の支持力性能が性能証明等によって明確に規定されていることが前提となる。この際、小径の補強材は極限支持力時の変位量（先端径の10%が標準）が小さいこと、先端翼付鋼管の場合は短期許容支持力までしか先端部の耐力が確保されていないことに注意する必要がある。

3.4.2 変位適合性

補強材が長期あるいは短期許容支持力を発揮する変位量に比べて、基礎スラブ下地盤が許容支持力を発揮する変位量は大きい。したがって、複合地盤の支持力については、補強材の変位量を基準に検討することが原則であり、試験結果に応じて基礎スラブ下地盤の支持力に低減係数を乗じる場合や長期荷重に対する支持力のみを性能証明対象とすることも検討する必要がある。

3.4.3 必要試験数

必要現場数としては、基礎スラブ下地盤種別ごとに2現場以上としている。試験は、原地盤、補強材単体および補強地盤の3種類を1セットとして、適用範囲をカバーできるよう計画する必要がある。適用範囲の押さえどころは、基礎スラブ下地盤の下限支持力度、補強材の打設ピッチの最大・最小値、補強材仕様の適用範囲（最大・最小長さ、補強材径）などである。また、試験ヤード全域で表層から均質な成層状態であることは期待できないので、個々の試験位置でSWSを実施しておくことが、試験結果の合理的な解釈と検討に繋がる。

3.5 杭工法の引抜き支持力

3.5.1 引抜き試験数

必要引抜き試験数は先端地盤種別（砂質地盤、粘土質地盤）ごとに原則8例以上としており、杭仕様（径、長さ）が多数になる場合は、適用範囲をカバーするためにもより多数の引抜き試験が必要である。なお、先端地盤種別として“砂質地盤（礫質地盤を含む）”と表記したい場合は、礫質土を対象とした載荷試験を3例以上実施する必要がある。

3.5.2 支持力証明の条件

原則として、先端地盤種別ごとに最小となる（支持力度/ N 値等）以下の値に対し、引抜き試験数に応じた低減係数を乗じた値を採用できる。ただし、 N 値を用いた支持力係数の場合は、採用値の一の位を0あるいは5に丸めることを推奨している。この理由は3.2と同様である。なお、引抜き試験を16例以上実施した場合は低減係数を考慮する必要はない。

3.5.3 杭の耐力

杭の耐力については、地盤で決まる杭の短期許容支持力時に杭材（先端の特殊部等を含む）が短期許容応力度以内であることの説明を求めている。特に先端翼付鋼管杭の場合は、地盤反力の仮定、先端翼から鋼管への曲げ戻し等についての説明を求めている。これらについては、押込み方向での検討内容を参照できるが、地盤反力の向き、先端有効断面積、有効な荷重伝達経路（溶接部等）の違いに留意する必要がある。また、杭長が短い場合、杭先端部より上方の地盤抵抗（土塊重量やコーン状破壊耐力）で支持力が決まる場合がありうるが、これを避けるために、（地盤で決まる支持力）<（杭先端部より上方の地盤抵抗）が成立する範囲での工法使用を設計指針で規定するよう求めている。

3.6 鋼管継手工法

3.6.1 必要条件

適用範囲（適用建築物、鋼管仕様、使用材料、鋼管の施工方法等）を明確にした上で、必要性能を整理し、必要性能（伝達すべき作用力）等に対する抵抗機構が説明でき、耐力が設計式で算出できることを原則とする。ただし、継手の全仕様に関し後述の性能確認試験（継手の有無の両方の試験が必要）を行う場合はこの限りでない。

3.6.2 必要性能

必要性能としては、圧縮耐力、ねじれ耐力、曲げ耐力、引張耐力があげられるが、地業として使用される小規模建築物基礎への適用の場合、圧縮耐力と施工時に必要な性能（ねじれ耐力等）に限定してもよい。圧縮耐力は鋼材どうしの接触（メタルタッチ）に期待することが多いが、継手部品等の寸法公差も考慮した耐力検討が必要となる。

3.6.3 性能確認試験

鋼管径の最小径、平均径、最大径の3仕様以上、継手有・継手無について、必要性能を確認する実験を行う。

4. まとめ

当法人が行っている基礎構造を対象とした性能証明の概要と実績について概説するとともに、最近の性能証明審査上の留意事項を中心に紹介した。

性能証明が様々な立場の方々に利用されていることから、性能証明審査上の留意事項の整理に努め、これまで以上に客観的・定量的な審査を行っていきたい。また、類似と見なせる技術が蓄積された場合は、データ分析等を行い、審査方針の策定や、工法開発に有効な参考知見等の公表に積極的に取り組んでいく。

なお、更新手続き時や性能証明取得者のホームページ閲覧等により、性能証明が適切に使用され、工法が適正に運用されていることの確認を行っている。この際、適切な性能証明の使用がなされていない場合には、調査・報告、是正措置の要請、性能証明の取り消し等を行うことがあり、性能証明の公平さを維持している。

今後とも、新規性に富んだ技術の開発について計画段階から関与し、必要に応じて当法人の試験研究センターとも協働して、積極的に技術開発支援に取り組んでいく所存である。

【参考文献】

- 1) 下平祐司・岩佐裕一：日本建築総合試験所における技術認証の最近の動向，基礎工，Vol.51 No.12，pp.8-14，2023.12
 - 2) 下平祐司・岩佐裕一・廣瀬竜也：小規模建築物に用いる杭状地盤補強工法の現状，基礎工，Vol.43 No.8，pp.22-26，2015.8
 - 3) 下平祐司・廣瀬竜也：基礎杭の支持力評価の現状－押し込み・引抜き－，基礎工，Vol.47 No.11，pp.10-14，2019.11
 - 4) 廣瀬竜也・伊藤淳志・下平祐司：小規模建築物に用いる回転貫入杭の支持力特性に関する統計的検討，日本建築学会構造系論文集，vol.79 No.701，pp.933-939，2014.7
 - 5) 深井公：スクリューウエイト貫入試験における各種要因の影響とN値、Su値との相関性に関する研究，大阪市立大学学位論文，2022.3
 - 6) 国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所監修：2020年版建築物の構造関係技術基準解説書，p.86，2020.10
 - 7) 稲田倍穂：スウェーデン式サウンディング試験結果の使用について，土と基礎，Vol.8No.1，pp.13-18，1960.2
 - 8) 大和真一：トルク計測を加えた新しいスウェーデン式試験法（SDS試験法），地盤工学会誌，Vol.64 No.1，pp.37-38，2016.1
 - 9) 下平祐司：先端翼付き鋼管杭の先端支持力係数及び先端翼耐力に関する基礎的検討，GBRC，vol.43，No.2，pp.14-21，2018.4
 - 10) 下平祐司：先端翼付き鋼管杭の先端翼耐力に関する基礎的検討（その2：弾性支承上の円板の場合），GBRC，vol.48，No.1，pp.41-50，2023.1
 - 11) （一財）日本建築センター・（一財）ベターリビング：2018年版建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針，2018.11
 - 12) 下平祐司・廣瀬竜也・志手孝浩：小規模建築物に用いる場所打ち杭状補強体の支持力，GBRC，vol.44，No.3，pp.17-27，2019.7
- 註）文献9),10),12)については、当法人のHP（下記）から入手可能です。<https://www.gbrc.or.jp/search/gbrc.php>

【執筆者】



*1 岩佐 裕一
(IWASA Yuichi)



*2 蜂須 大輔
(HACHISU Daisuke)



*3 下平 祐司
(SHIMOHIRA Yuji)

表-2 性能証明取得にあたって留意すべき事項 (チェックリスト)

No.	確認事項	チェック欄				
【 共通 】						
1	工法の新規性・独自性を確保しているか	<input type="checkbox"/>				
2	工法の適用範囲が開発試験の実績の範囲内で設定しているか ・対象地盤 (種別、地盤強度)、使用材の仕様など	<input type="checkbox"/>				
3	地盤調査数 (SWSの場合) 設計建築物の四隅と中央部の5点以上で実施する旨を設計指針に明記しているか	<input type="checkbox"/>				
A. 【 杭状地盤補強工法 】						
A-1	載荷試験を先端地盤種別ごとに3地域以上かつ10例以上で実施しているか (先端地盤を砂質土地盤 (礫質土地盤を含む) とする場合、礫質土地盤は3例以上必要)	砂質土	礫質土	粘性土	ローム	その他
		地域	地域	地域	地域	地域
		例	例	例	例	例
A-2	先端地盤種別ごとに支持力係数を載荷試験結果の最小値以下に設定しているか	<input type="checkbox"/>				
A-3	補強材の耐力算定において、継手および長さ径比による低減を設定しているか	<input type="checkbox"/>				
A-4	先端翼付き鋼管の場合、地盤反力の仮定や先端翼から鋼管への曲げ戻しなどについて検討しているか	<input type="checkbox"/>				
A-5	地盤で決まる短期許容支持力時に補強材の発生応力が短期許容応力度以内であることを確認しているか	<input type="checkbox"/>				
B. 【 地盤改良工法 】						
B-1	柱状改良工法のコラムの長さ径比を30以下で設定しているか	コラムの長さ径比の最大値				
B-2	既往の一般工法と開発工法で同一仕様の改良体を施工し、開発工法の優位性 (品質、施工性) を確認しているか	<input type="checkbox"/>				
B-3	開発試験を対象土質ごとに3地域以上かつ5現場以上で実施しているか	砂質土	礫質土	粘性土	ローム	その他
		地域	地域	地域	地域	地域
		現場	現場	現場	現場	現場
B-4	開発試験現場の設計対象層 (単一層もしくは連続層) において25個以上のボーリングコア強度を確認しているか	<input type="checkbox"/>				
B-5	改良対象土質ごとに水平方向 (平面分布) のコア強度を確認しているか	水平方向のコア強度確認数: 現場 (確認した改良対象土質:)				
B-6	掘り出し調査等により改良体の出来形 (設計径、鉛直性) を確認しているか	掘り出し調査数: 現場 (確認した改良対象土質:)				
B-7	小規模建築物対応 (モールド管理) とする場合、開発試験において改良体のモールド強度とボーリングコア強度や室内配合強度との相関を確認しているか	<input type="checkbox"/>				
B-1	合成コラム工法の場合、改良体について上記B-1~B-7を満足しているか	<input type="checkbox"/>				
B-2	合成コラム工法の場合、載荷試験により支持力性能を確認しているか (A参照)	<input type="checkbox"/>				
C. 【 複合地盤補強工法 】						
C-1	補強材の支持力性能を性能証明などによって明確に規定しているか (A参照)	<input type="checkbox"/>				
C-2	開発試験を基礎スラブ下地盤種別ごとに2現場以上で実施しているか ※試験は1現場において原地盤、補強材単体および補強地盤の3種類を1セットとする	砂質土	礫質土	粘性土	ローム	その他
		現場	現場	現場	現場	現場
		現場	現場	現場	現場	現場
C-3	個々の試験位置でSWSを実施しているか	<input type="checkbox"/>				
C-4	補強材と基礎スラブの変位量を適合させた複合地盤の支持力を設定しているか	<input type="checkbox"/>				
D. 【 杭工法の引抜き支持力 】						
D-1	引抜き試験を先端地盤種別ごとに3地域以上かつ8例以上で実施しているか (先端地盤を砂質地盤 (礫質地盤を含む) とする場合、礫質地盤は3例以上必要)	砂質土	礫質土	粘性土	ローム	その他
		地域	地域	地域	地域	地域
		例	例	例	例	例
D-2	先端地盤種別ごとに支持力係数を引抜き試験結果の最小値以下に設定しているか ※先端地盤種別ごとのデータ数が16未満の場合は低減が必要 (周面摩擦抵抗についても同様)	<input type="checkbox"/>				
D-3	先端翼付き鋼管の場合、地盤反力の仮定や先端翼から鋼管への曲げ戻しなどについて検討しているか	<input type="checkbox"/>				
D-4	地盤で決まる短期許容支持力時に杭材の発生応力が短期許容応力度以内であることを確認しているか	<input type="checkbox"/>				
D-5	地盤で決まる支持力が杭先端部より上方の地盤抵抗を上回らない範囲で使用することを設計指針で定めているか	<input type="checkbox"/>				
E. 【 鋼管継手工法 】						
E-1	適用範囲を明確にした上で、必要性能等に対する抵抗機構が説明でき、耐力が設計式で算出できることを確認しているか	<input type="checkbox"/>				
E-2	圧縮、ねじれ、曲げおよび引張りの耐力を試験で確認できているか ※小規模建築物適用の場合、曲げ、引張りは省略可能 (曲げは参考データとしての試験実施がのぞましい)	<input type="checkbox"/>				
E-3	適用範囲の鋼管の最小径、平均径、最大径の3仕様以上について、継手有無の比較試験を実施しているか	最小径	平均径	最大径	継手有無の比較	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	