

現行基準 (JGS1813-2002) に対する改正公示案での対応

現行基準 (JGS1813-2002)		改正案	
章・節タイトル	枠内本文	対応する章・節タイトル	改正点 (表現変更等の軽微な改訂は記載省略)
第1章 総則		第1章～第3章	
1.1 適用範囲	本基準は、鉛直に設置された単杭の杭頭に軸方向引抜き力を加える静的載荷試験 (以下、試験と呼ぶ) に適用する。	第1章 適用範囲	
1.2 試験の目的	試験は、静的荷重による杭の引抜き抵抗力特性に関する資料を得ること、 <u>またはすでに定められた杭の設計引抜き抵抗力の妥当性を確認することを目的とする。</u>	4.2 試験の目的	下線部を削除した上で、表現を修正
1.3 用語の定義	本基準で用いる用語を次のように定義する。	第3章 用語及び定義	大幅に追記
静的載荷	杭体と地盤の速度および加速度に依存する抵抗を無視することができる載荷	3.1 a) <u>荷重 F</u>	用語を他試験方法と共通化 (荷重 F : 載荷装置によって杭に与えられる軸方向の力) し、注釈で各試験方法に対応する説明を加えるようにした。 引抜き試験では連続載荷方式において荷重増加中に速度が完全にゼロとはならない状態での地盤抵抗も静的地盤抵抗力に含むとし、急速載荷試験での除荷点抵抗力の表現との整合を図った。 荷重の記号を従来の P から F に変更 (P は軸方向力に用いるため)
計画最大荷重	試験の目的を達成するために計画された試験杭に載荷する最大荷重	3.6 b) 計画最大荷重	
段階載荷方式	荷重を段階的に一定時間保持しながら荷重増加させる載荷方式	3.4 g) <u>荷重保持方式</u>	連続載荷方式の多サイクルの場合にも段階的に荷重を増加させる必要があるため、混同をさけ

			るため「荷重保持方式」とした。
連続載荷方式	荷重を保持せず連続的に荷重増加させる載荷方式	3.4 h)連続載荷方式	
本杭	実構造物の基礎として設置される杭	3.2 b)本杭	
試験杭	載荷試験を実施する杭	3.2 a)試験杭	
杭径	杭体の外径	3.3 杭の部位及び寸法	拡径杭, テーパー杭, 根固めなどを広範に取り扱えるように改訂
杭の最大径	杭径、根固め径、拡底径などの原地盤との境界をなす部分の最大径	a)杭外縁, b)最小径, c)最大径, g)杭先端部径	

現行基準 (JGS1813-2002)		改正案	
章・節タイトル	枠内本文	対応する章・節タイトル	改正点 (表現変更等の軽微な改訂は記載省略)
第2章 基本計画		第4章 基本計画	
2.1 基本事項	試験の計画にあたっては、試験の目的、地盤条件、本杭に作用する荷重条件、本杭の施工方法、本杭の寸法・本数・配置・杭頭レベル、試験工事の工期・工費などを考慮し、計画最大荷重、試験杭の仕様・本数・位置、試験装置、載荷・測定方法および実施体制の基本事項を決定する。	4.1 基本事項	試験統括者が決定すべき事項として記述
2.2 計画最大荷重	1)試験の目的に応じて、予想される杭の引抜き抵抗の第2限界抵抗力以上、または設計荷重に安全係数を考慮した値以上を計画最大荷重とする。	4.3 計画最大荷重 a)	試験の目的に応じた計画最大荷重の設定方法を詳述
	2)試験杭の条件が本杭の設計条件と異なる場合は、その違いによる引抜き抵抗力への影響を考慮して、計画最大荷重を定める。	(削除)	試験杭と本杭の設計条件が異なる影響は設計上の取扱いなので本基準では取扱わないこととした。
2.3 試験杭の仕様	1)試験杭は、 <u>原則として、本杭のうちの代表的な杭と同一仕様のもとし</u> 、本杭と別に計画する。	4.4 試験杭の設計及び施工方法 d)e)f)	下線部の原則の取扱いを廃止し、多様な条件が選択できる記述に変更した。
	2)杭体の強度に十分余裕があり、試験後の杭の変位性状が構造物に悪影響を与えないと予想される場合には、本杭を試験杭とすることができる。		
	3)試験杭の <u>本数</u> や <u>位置</u> は、試験の目的に応じて決定する。	4.4 試験杭の設計及び施工方法 a)	「試験杭の本数」を削除(試験の基本計画ではないとの扱い)
2.4 試験装置	反力抵抗体としては、反力杭または反力板があり、いずれかを選択する。	3.2 d)反力抵抗体 4.8 反力抵抗体	

2.5 荷重および測定方法	1)荷重方式としては、段階荷重方式と連続荷重方式があり、いずれかの方式を選択し、前者の場合は荷重段階数、サイクル数および各荷重段階における荷重保持時間を、後者の場合はサイクル数および荷重速度を決定する。	4.6 荷重手順 4.6.1 荷重パターン 4.6.2 荷重方式	水平荷重試験基準に準じてサイクル数を扱う「荷重パターン」の用語を定義し、「荷重方式」は荷重保持の違いを扱う定義に限定して、これらを分離した。また、両者を合わせて「荷重手順」と表記することとした。 「荷重方式」に荷重保持・連続荷重併用方式を明記 目的に応じた必要なサイクル数・荷重段階数・保持時間などを明記
	2)測定項目および計測機器を試験の目的に応じて決定する。	4.7 測定項目及び測定方法 5.6 計測装置	「計測装置は」は 5 章実施計画で定めることに変更

現行基準 (JGS1813-2002)		改正案	
章・節タイトル	枠内本文	対応する章・節タイトル	改正点 (表現変更等の軽微な改訂は記載省略)
第3章 試験の準備		第5章 <u>実施計画</u>	
3.1 実施計画書の作成	試験の実施に先立ち、基本計画の内容および現地調査の結果に基づいて、試験の実施計画書を作成する。	5.1 実施計画書の作成 a)	
	実施計画書には、試験の目的、地盤条件、計画最大荷重、試験杭の仕様・位置・施工方法、試験装置の組立て図、ジャッキの仕様、反力装置の設計計算、反力抵抗体の仕様・施工方法、測定項目、計測機器の構成・仕様、取付け位置、載荷方法、測定時期、試験要員の構成、現場記録の項目、結果の整理方法、工程表、試験期間中の留意事項などを記載する。	5.1 実施計画書の作成 b)	
3.2 試験杭の設計	1)試験杭の杭体は、計画最大荷重に対して十分安全な強度を有するものとする。	4.4 試験杭の設計及び施工方法 c), d)	
	2)試験杭の長さは、加力・反力装置の組立て、基準梁の設置および計測機器の取付けに必要な地上露出長さを考慮したものとする。	5.2 試験杭の杭頭及び突出部の仕様 b)	
	3)試験杭の杭頭は、荷重の偏心による影響などを考慮し、必要に応じて補強する。	5.2 試験杭の杭頭及び突出部の仕様 a)	
3.3 試験杭の施工と養生	1)試験杭は、原則として本杭と同様に施工する。	4.4 試験杭の設計及び施工方法 f)	
	2)試験杭の施工にあたっては、施工状況を詳細に記録する。	4.4 試験杭の設計及び施工方法 c)	既存杭が試験杭となるケースも想定し、「その施工記録を入手できるよう計画する」に修正
	3)試験杭の施工によって乱された地盤の強度回復、コンク	4.5 試験杭及び試験杭近傍	杭体強度と近傍地盤に考え方を分離して記載

	リートやセメントミルクの硬化などを考慮して、十分な期間養生する。	地盤の養生 a) b)	近傍地盤に関しては推奨養生期間を記載
	4)養生期間中は、試験に悪影響を及ぼすような荷重・衝撃・振動などを試験杭に与えないように <u>配慮する</u> 。	4.5 試験杭及び試験杭近傍地盤の養生 c)	「配慮する」⇒「適切な管理体制又は管理方法を計画する」に変更
3.4 試験装置の設置と試験場の環境整備	1)実施計画書に基づき、試験装置を <u>正確に設置する</u> 。	5.3 载荷装置	5章の実施計画策定段階ではまだ設置作業は行わないので「適切に計画する」に変更
	2)日射や風雨が試験に悪影響を及ぼさないよう、試験装置をシートなどで覆い、試験場の周囲に排水溝を設ける。	5.6 計測装置 g)	シートのみ注記とし、それ以外は解説に記載。
	3)試験場に近接する工事・機械・車両などの振動が測定に与える影響を考慮し、必要に応じて、それらの影響を小さくするように <u>対処する</u> 。	5.6 計測装置 f)	具体的な対処法を基準化することが困難なため「剛性が十分に高い基準梁を用いる」と計画することまでとし、注記で「振動測定」について言及した。

現行基準 (JGS1813-2002)		改正案	
章・節タイトル	枠内本文	対応する章・節タイトル	改正点 (表現変更等の軽微な改訂は記載省略)
第4章 試験装置		第5章 <u>実施計画</u>	
4.1 試験装置の構成	1)試験装置は、加力装置、反力装置および計測機器によって構成する。	(削除)	載荷装置, 反力抵抗体, 計測装置をそれぞれ呼称することで, 統一した固有名詞の定義はしない
	2)加力装置は、ジャッキ、ポンプおよび試験杭との接合部分によって構成する。	3.2 試験体及び装置 c)	載荷梁も含めて「載荷装置」に呼称変更
	3)反力装置は、反力抵抗体、載荷梁、およびそれらの接合部材によって構成する。	3.2 試験体及び装置 d)	載荷梁を含まない「反力抵抗体」に呼称変更
	4)計測装置は、計測機器、基準点および基準梁によって構成し、計測機器は、荷重・変位・ひずみなどのセンサーとそれらの表示・記録機器によって構成する。	3.2 試験体及び装置 e) 5.6 計測装置 a) b)	
4.2 加力装置	1)加力装置は、計画最大荷重に対して十分安全なものとする。	5.3 載荷装置 b)	
	2)ジャッキは、球座の付いたものを標準とし、検査済みのものを用いる。	5.3 載荷装置 c) d)	載荷装置として必要な「杭軸方向以外の荷重成分を除去する機構があるもの」までを示し、具体的な事例は解説に記載。ジャッキについては、実態に合わせて「検査」ではなく「整備」したものを用いることとした。
	3)ジャッキは計画最大荷重に対して十分な加力能力と、試験杭および反力装置の変位に追従できる十分なストロークを有するものとする。	5.3 載荷装置 e)	「試験杭及び反力抵抗体の変位に追従できるもの」との要求事項のみに修正
	4)ジャッキは、試験杭に対して偏心のないように設置する。	5.3 載荷装置 f)	

	5)複数のジャッキを使用する場合には、同一仕様のもとし、それらを連動制御できるようにする。	(削除)	複数のジャッキを用いる場合、同一仕様にする必要はない。また、連動制御は試験条件によっては必須事項ではないため削除
	6)ポンプは、ジャッキの加力能力と、 <u>設定した載荷速度に対応できる十分な吐出量を有するものとする。</u>	5.3 載荷装置 g)	下線部削除 (連続載荷方式でも載荷速度に応じてポンプを選定するのは現実的でなく、ポンプに応じて載荷速度を計画するのが実情であるため)
	7)試験杭との <u>接合部分</u> は、計画最大荷重に対して十分安全であることを確認する。	5.3 載荷装置 b)	「試験杭との接合部分」は載荷装置の「接合部材」で扱うこととした
4.3 反力装置	1)反力装置は、試験最大荷重に対して十分な抵抗力を有するものとする。	5.5 反力抵抗体 a)	「十分な反力を確保できるように計画する」とした
	2)反力抵抗体は、原則として、試験杭に対して対称に設置する。	5.5 反力抵抗体 d)	枠内では「試験を安全に実施できる位置」「適切な位置」までとし、「対称に設置」については解説に記載
	3)試験杭と反力杭との中心間隔または試験杭中心と反力板との間隔は、試験杭最大径の3倍以上かつ1.5m以上を原則とする。	5.5 反力抵抗体 e)	一般的なストレート杭同士の場合では、「杭中心間隔を杭径の2倍以上」に緩和される。
	4)本杭を反力杭に利用する場合は、杭体に悪影響を与えないように <u>留意する。</u>	5.5 反力抵抗体 b)	「留意する」⇒「あらかじめその管理方法を定める」に修正
	5)載荷梁は、曲げ、せん断、支圧および座屈に対して安全であるとともに、転倒しないような構造とする。	5.3 載荷装置 j) k)	
4.4 計測機器	1)計測機器は、試験の目的に適合した精度を有し、 <u>検査済み</u> のものを用いる。	5.6 計測装置 b)	「検査・校正済み」
	2)センサーは適切な位置・方向に確実に設置する。	5.6 計測装置 c)	

	3)センサーの設置に際しては、試験の進行による試験杭・加力装置・反力装置の変位や変形によって支障を受けないように十分配慮する。	5.6 計測装置 c)	
4.5 基準点および基準梁	1)基準点は、 <u>本杭または仮設杭</u> に設定する。	5.6 計測装置 g)	「十分に離れた位置の試験中に動かないとみなせる基礎」に修正 (仮設杭と本杭を区別しない)
	2)本杭を基準点とする場合には、試験杭および反力杭から各杭径の 2.5 倍以上離れた位置のものをを用いることを原則とする。	5.6 計測装置 h) i)	実質的に変更なし (ただし、現行規定の一部は解説に移動)
	3)仮設杭を基準点とする場合には、試験杭からその径の 5 倍以上かつ 2m 以上、反力杭からその径の 3 倍以上離れた位置に設置することを原則とする。		
	4)基準点は、反力板から、2.5m 以上離すものとする。	5.6 計測装置 i)	
	5)基準梁は、基準点に確実に設置し、温度変化による変形が測定値に大きな影響を与えないように配慮する。	5.6 計測装置 g) 注記 2,3	
	6)基準点および基準梁は、地盤の振動などの影響を受けないよう、十分な剛性を有するものとする。	5.6 計測装置 f)	

現行基準 (JGS1813-2002)		改正案																			
章・節タイトル	枠内本文	対応する章・節タイトル	改正点 (表現変更等の軽微な改訂は記載省略)																		
第5章 載荷および測定方法		第6章 試験の実施																			
5.1 載荷方法	<p>1)段階載荷方式の場合、荷重段階数、サイクル数、載荷速度および荷重保持時間は、表-5.1 とする。</p> <p>表-5.1 段階載荷方式による載荷方法</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">荷重段階数</td> <td colspan="2">8段階以上</td> </tr> <tr> <td>サイクル数</td> <td colspan="2">1サイクルまたは4サイクル以上</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">載荷速度</td> <td colspan="2">荷重増加時：$\frac{\text{計画最大荷重}}{\text{荷重段階数}} / \text{min}$</td> </tr> <tr> <td colspan="2">荷重減少時：荷重増加時の2倍程度</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">各荷重段階における荷重保持時間</td> <td>新規荷重段階</td> <td>30min以上の一定時間</td> </tr> <tr> <td>履歴内の荷重段階</td> <td>2 min以上の一定時間</td> </tr> <tr> <td>0 荷重段階</td> <td>15min以上の一定時間</td> </tr> </table> <p>2)連続載荷方式の場合、試験の目的に応じた適切なサイクル数とし、原則として一定の載荷速度にて連続して荷重増加を行う。</p>	荷重段階数	8段階以上		サイクル数	1サイクルまたは4サイクル以上		載荷速度	荷重増加時： $\frac{\text{計画最大荷重}}{\text{荷重段階数}} / \text{min}$		荷重減少時：荷重増加時の2倍程度		各荷重段階における荷重保持時間	新規荷重段階	30min以上の一定時間	履歴内の荷重段階	2 min以上の一定時間	0 荷重段階	15min以上の一定時間	<p>4.6 載荷手順</p> <p>5.4 載荷手順の詳細</p> <p>6.1 載荷</p>	<p>1 サイクル荷重保持のみはISO 準拠とするために荷重保持時間を 60min 以上に変更, それ以外は従来実施できた試験ケースはすべて実施可能</p>
荷重段階数	8段階以上																				
サイクル数	1サイクルまたは4サイクル以上																				
載荷速度	荷重増加時： $\frac{\text{計画最大荷重}}{\text{荷重段階数}} / \text{min}$																				
	荷重減少時：荷重増加時の2倍程度																				
各荷重段階における荷重保持時間	新規荷重段階	30min以上の一定時間																			
	履歴内の荷重段階	2 min以上の一定時間																			
	0 荷重段階	15min以上の一定時間																			
5.2 測定項目	<p>測定項目は、次のうちから試験の目的に応じて選択する。</p> <p>(1)時間</p> <p>(2)荷重</p> <p>(3)杭頭の変位量</p> <p>(4)先端, 中間部および載荷点の変位量</p>	<p>4.7 測定項目及び測定方法</p> <p>5.6 計測装置</p>	<p>条件に応じた必須および推奨項目を明確化</p> <p>杭頭水平変位, 反力装置の変位量は 5.6 で「補助的な測定項目」として記載</p>																		

	(5)杭体のひずみ (6)杭頭の水平変位量 (7)反力装置の変位量 (8)杭周辺地盤の変位量 (9)その他								
5.3 測定時期	1)段階荷方式の場合、各荷重段階に到達後の主要な測定項目は、表-5.2 を標準とする。 表-5.2 段階荷方式における測定時期 <table border="1" data-bbox="376 611 1048 879"> <tr> <td>新規荷重段階</td> <td>0, 1, 2, 5, 10, 15min後, 以後は15min間隔</td> </tr> <tr> <td>履歴内の荷重段階</td> <td>0, 2min後, 以後は次の荷重段階に移る直前</td> </tr> <tr> <td>0 荷重段階</td> <td>0, 5, 15min後, 以後は15min間隔</td> </tr> </table>	新規荷重段階	0, 1, 2, 5, 10, 15min後, 以後は15min間隔	履歴内の荷重段階	0, 2min後, 以後は次の荷重段階に移る直前	0 荷重段階	0, 5, 15min後, 以後は15min間隔	6.2 測定 a) 1)	新規荷重段階に 20 分, 25 分を追加し, 30 分以後は 10 分間隔に変更 (ISO と整合させる) 履歴内・ゼロ荷重段階は, ゼロおよび次の荷重段階の直前に削減
新規荷重段階	0, 1, 2, 5, 10, 15min後, 以後は15min間隔								
履歴内の荷重段階	0, 2min後, 以後は次の荷重段階に移る直前								
0 荷重段階	0, 5, 15min後, 以後は15min間隔								
	2)連続荷方式の場合、滑らかな荷重-変位量曲線が得られるように測定時期を設定する。 <u>測定中も荷重を連続的に増加・減少させることを原則とするが、主要な測定項目がほぼ同一荷重時において測定された値とみなせるように速やかに測定する。</u>	3.4h) 連続荷方式 5.6 計測装置 e) 6.2 測定 a) 2)	6.2 測定の節から下線部は削除し, その代わりに 3 章で用語として「連続的に荷重 F を増減させる荷方式」と定義するとともに, 5.6e)で「連続荷方式を用いる場合は, 主要な測定項目がほぼ同一荷重時において測定された値とみなせるような計測機器」と規定						

現行基準 (JGS1813-2002)		改正案	
章・節タイトル	枠内本文	対応する章・節タイトル	改正点 (表現変更等の軽微な改訂は記載省略)
第 6 章 試験の実施		第 6 章 試験の実施	
6.1 試験要員の構成	試験要員は、試験管理者および加力、測定、安全管理などの担当者によって構成する。	(削除)	試験統括者 (第 3 章用語及び定義 3.6 試験計画 a) 参照) 以外の試験要員に関する記述は、試験法自体としては規定する必要は無いため枠内からは削除した。 ただし、参考として、4.9 実施体制の解説に現行基準の図 2.1 とともに「試験統括者、試験管理者、作業担当者の役割」に関する文章を転載する。
6.2 試験要員の任務	1) 試験管理者は、実施計画書に基づき担当者を配置するとともに、安全かつ確実に試験の目的が達成できるように試験全般を管理する。	(削除)	
	2) 各担当者は、試験開始前に試験装置の安全性を点検し、各装置が正常に作動することを確認する。	(削除)	
	3) 加力担当者は、設定した載荷方法に従って、加力装置を操作する。	(削除)	
	4) 測定担当者は、所定の測定項目を設定した時期に測定する。また、試験状態が把握できるよう、主要なデータをその都度整理し、図示する。	(削除)	
	5) 安全管理担当者は、試験中の試験装置の安全性および環境整備に十分に注意する。	(削除)	
6.3 試験の開始・中断・終了	1) 試験場の環境整備、各装置の準備、天候の状態などの条件が整ったことを確認して、試験を開始する。	6.3 試験の開始・終了・中断・再開 a)	再開の判断は、試験統括者が行うことを明記
	2) 試験装置および試験杭の異常が認められたときは、速やかに試験を中断する。なお、その原因が除かれて試験の続行が可能と判断されたときは、試験を再開する。	6.3 試験の開始・終了・中断・再開 e) f) g)	
	3) 試験の目的が達成されたとき、またはやむを得ず試験の続行が不可能と判断されたときは、試験を終了する。	6.3 試験の開始・終了・中断・再開 b) c) d) g)	終了の判断は、試験統括者が行うことを明記

<p>6.4 現場記録</p>	<p>試験の実施にあたっては、次の項目を現地で記録する。</p> <p>(1)試験の開始・中断・終了の年月日および時刻</p> <p><u>(2)試験要員名</u></p> <p><u>(3)天候の状態</u></p> <p>(4)試験装置・試験杭の配置および諸元</p> <p>(5)試験装置、試験状況などの写真</p> <p>(6)試験による周辺地盤のひび割れ状況</p> <p>(7)特記事項(計画された試験方法の内容と差異が生じた場合の状況・原因・処理方法など)</p>	<p>6.4 現場記録</p>	<p>下線部は報告書への記載は不要として削除</p>
-----------------	---	-----------------	----------------------------

現行基準 (JGS1813-2002)		改正案	
章・節タイトル	枠内本文	対応する章・節タイトル	改正点 (表現変更等の軽微な改訂は記載省略)
第7章 試験結果のまとめ		第7章 試験結果のまとめ	
7.1 結果の整理	1) 試験の測定データをもとに、荷重-時間、変位量-時間、荷重-変位量、荷重-弾性戻り量、荷重-残留変位量などの諸関係曲線を図示する。	7.1 結果の整理 a)	載荷方式別に図化すべきものを明示
	2) 試験の目的に応じて、杭の引抜き抵抗力に関する特性値を求める。特性値には第1限界抵抗力、第2限界抵抗力、杭頭の鉛直ばね定数などがあり、次の方法により判定する。	7.1 結果の整理 e)	第1限界抵抗力を第1限界抵抗力 (残留変位) R_{1r} 及び第1限界抵抗力 (クリープ) R_{1c} に分離
	(1) 第1限界抵抗力は、logP-logS 曲線に現れる明瞭な折れ点の荷重をいい、S-log t 法、 $\Delta S/\Delta \log t$ -P 法、残留変位量の急増点などを総合して判定する。ここに、P：荷重、S：杭頭変位量、t：新規荷重段階における経過時間である。	7.1 結果の整理 e) 2) e) 3)	「logP-logS 曲線に現れる明瞭な折れ点」の方法を削除
	(2) 第2限界抵抗力は、引抜き抵抗が最大となったときの荷重とする。ただし、先端変位量が先端直径の10%以下の範囲とする。	7.1 結果の整理 e) 1)	
	(3) 杭頭の鉛直ばね定数は、荷重-変位量曲線の割線勾配により算定する。	7.1 結果の整理 a) 注記2	ばね定数の整理方法は、設計条件に応じて各種の方法が考えられることから、枠内からは下線部は削除し、解説での記載のみとする。
	3) 杭体のひずみを測定した場合には、軸方向ひずみ分布、軸方向力分布などについて図示する。軸方向力分布からは、区間ごとの周面抵抗力特性などについて評価する。	7.1 結果の整理 b)	

7.2 報告書	報告書は、試験の目的、地盤の概要・土質性状、試験工程、試験杭の諸元・施工記録、試験装置、載荷および測定方法、試験結果などを記載する。	7.2 報告書 a)	「 <u>試験杭の諸元 (杭径, 杭長, 杭体重量又は杭体の単位体積重量等)</u> , . . . <u>試験結果 (軸方向ひずみから軸方向力を求めた経緯など結果の整理方法の説明を含む)</u> 」と下線部を追記
	なお、土質性状については、できる限り地盤調査・土質試験データなどの詳細は情報を添付する。	7.2 報告書 b)	

杭の引抜き試験方法（JGS1813）

改正案

（参考に押込み試験方法と異なる部分に黄色でハッチングした）

第1章 適用範囲.....	1
第2章 引用規格及び基準.....	1
第3章 用語及び定義.....	1
3.1 試験で得られる物理量.....	1
3.2 試験体及び装置.....	1
3.3 杭の部位及び寸法.....	2
3.4 載荷手順.....	3
3.5 杭の挙動及び特性.....	5
3.6 試験計画.....	7
第4章 基本計画.....	8
4.1 基本事項.....	8
4.2 試験の目的.....	8
4.3 計画最大荷重.....	8
4.4 試験杭の設計及び施工方法.....	9
4.5 試験杭及び試験杭近傍地盤の養生.....	9
4.6 載荷手順.....	9
4.6.1 載荷パターン.....	9
4.6.2 載荷方式.....	10
4.7 測定項目及び測定方法.....	10
4.8 反力抵抗体.....	10
4.9 実施体制.....	11
第5章 実施計画.....	12
5.1 実施計画書の作成.....	12
5.2 試験杭の杭頭及び突出部の仕様.....	12
5.3 載荷装置.....	12
5.4 載荷手順の詳細.....	13
5.5 反力抵抗体.....	13
5.6 計測装置.....	15
第6章 試験の実施.....	17
6.1 載荷.....	17

6.2 測定.....	17
6.3 試験の開始・終了・中断・再開.....	17
6.4 現場記録.....	18
第7章 試験結果のまとめ.....	19
7.1 結果の整理.....	19
7.2 報告書.....	20

第1章 適用範囲

この基準は、鉛直に設置された単杭の杭頭に、**引抜き方向**に静的な力を加える試験の方法について規定する。

第2章 引用規格及び基準

次に掲げる引用規格及び基準は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの基準の要求事項を構成している。

JIS A 0207：2018 地盤工学用語

第3章 用語及び定義

この基準で用いる主な用語及び定義は、次によるほか、JIS A 0207：2018による。

3.1 試験で得られる物理量

a) 荷重 F

載荷装置によって杭に与えられる軸方向の力

注釈1 この基準では、杭頭に与えられる**引抜き方向**の静的な力とする。

注釈2 “静的な”とは、「杭体に生じる慣性力が無視できるとともに、杭を介して地盤が発揮する抵抗力のうち、地盤に生じる速度や加速度の大きさに依存して変化する成分（動的地盤抵抗力）も無視できる状態」のことである。すなわち、この基準では、荷重 F は杭全体での静的地盤抵抗力と釣り合う。

b) 軸方向力 P

荷重 F によって杭体内に生じている軸方向の力

注釈1 この基準では、**引張方向**の軸方向力を正とする。

注釈2 軸方向力 P は一般にひずみゲージなどによって測定される。

c) 変位量 δ

試験開始時点からの杭体内のある位置の移動量

注釈1 多サイクルの載荷を行う場合には、最初の載荷開始時点からの移動量とする。

注釈2 この基準では**引抜き方向**への変位量を正とする。

注釈3 杭頭での変位量を杭頭変位量 δ_h という。

注釈4 杭先端の変位量を先端変位量 δ_b という。

d) 残留変位量 δ_r

載荷後に荷重 F をゼロまで戻した時点での変位量

注釈1 杭頭での残留変位量を杭頭残留変位量 $\delta_{r,h}$ という。

注釈2 杭先端での残留変位量を先端残留変位量 $\delta_{r,b}$ という。

3.2 試験体及び装置

a) 試験杭

荷重 F を作用させる杭

b) 本杭

実構造物の基礎として設置される杭

注釈1 本杭を試験杭又は反力杭とする場合がある。

c) 載荷装置

試験杭への載荷に必要な装置

注釈 1 載荷装置は、ジャッキ、ポンプ、ジャッキ台座及び載荷梁などで構成される。反力抵抗体は含まない。

d)反力抵抗体

載荷装置の反力を地盤に伝達するための人工物

注釈 1 この人工物は、反力杭又は反力板とする。

e)計測装置

各種物理量及び時刻の測定に必要な装置

注釈 1 計測装置は、計測機器、基準梁及び基準梁の基礎などで構成される。

注釈 2 計測機器は、荷重計、変位計又はひずみ計などのセンサー及びそれらの表示・記録機器などで構成される。

3.3 杭の部位及び寸法

a)杭外縁

杭体と原地盤との境界、ただし、杭の施工に伴い杭体の周りに人工的に改変された地盤が存在する場合はその人工的に改変された地盤と原地盤との境界

注釈 1 鋼管ソイルセメント杭工法など、地盤の固化改良を伴う工法の場合には、固化改良範囲を人工的に改変された地盤と扱う。

注釈 2 場所打ち杭工法、埋込み杭工法など、地盤の掘削を伴う工法の場合には、掘削部の最外縁までの範囲を人工的に改変された地盤と扱う。

注釈 3 既製杭に補強バンド、フリクションカッターなどを設ける工法の場合には、これらの外縁が通過した範囲を人工的に改変された地盤と扱う。

b)最小径 D_{\min}

杭全長における杭外縁の直径の最小値

注釈 1 最小径 D_{\min} を求める際には、打込み杭工法で既製杭の下端部に設ける円錐状のシューや、場所打ち杭工法で三角ビットを用いた場合に形成される下端部の円錐状の部分などを除外した部分で最小径を求める。

c)最大径 D_{\max}

杭全長における杭外縁の直径の最大値

d)拡径部

杭外縁の直径が最小径 D_{\min} よりも大きくなった部分

注釈 1 拡径部は、拡大根固め部、拡頭部、中間の拡径部、拡底部、中間の翼部・羽根部、杭先端の翼部・羽根部などが該当する。

e)杭先端

杭体の下端

f)杭先端部

杭先端から上方に最大径 D_{\max} までの範囲

g)杭先端部径 D_b

杭先端部における杭外縁の直径の最大値

注釈 1 拡径部がある杭における杭先端部径 D_b の求め方の例を図 1 に示す。

注釈 2 杭先端部に拡径部の一部が含まれる場合は、その拡径部全体での杭外縁の直径の最大径を杭先端部径 D_b とする (図 1 d)参照)。

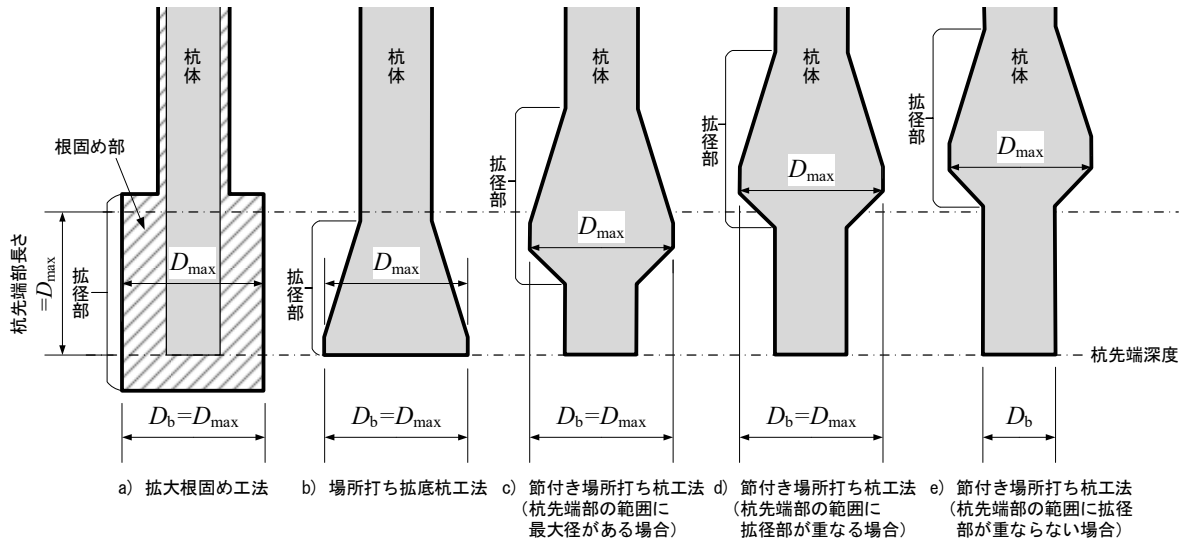


図1—拡径部がある杭における杭先端部径 D_b の求め方の例

h) 杭頭部径 D_h

杭頭における杭外縁の直径、ただし、杭頭が地表面よりも上に突出している場合は、地表面における杭外縁の直径

3.4 荷重手順

a) 荷重パターン

荷重サイクル数による荷重の繰返し方法の分類

注釈1 荷重パターンは、単サイクルと多サイクルからなる。

b) 荷重サイクル

荷重 F をゼロから一旦増加させた後にゼロに戻すまでの工程

c) 単サイクル

荷重サイクル数が1回の荷重パターン

d) 多サイクル

荷重サイクル数が複数回の荷重パターン

e) 荷重方式

荷重の増減方法を荷重保持の有無又はこれらの組合せで定めた荷重の分類

注釈1 荷重方式は、荷重保持方式、連続荷重方式、荷重保持・連続荷重併用方式からなる。

f) 荷重保持

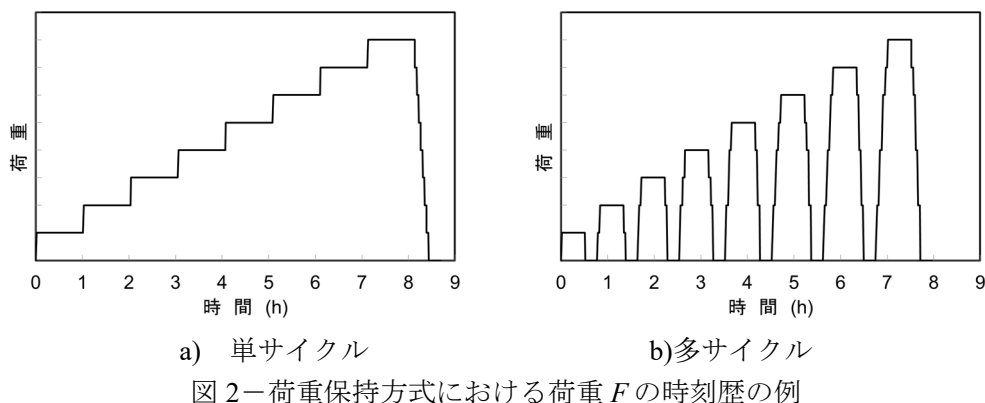
一定時間の間、荷重 F がおおむね同一の値となるように行う制御

注釈1 荷重保持を行う時間を荷重保持時間という。

g) 荷重保持方式

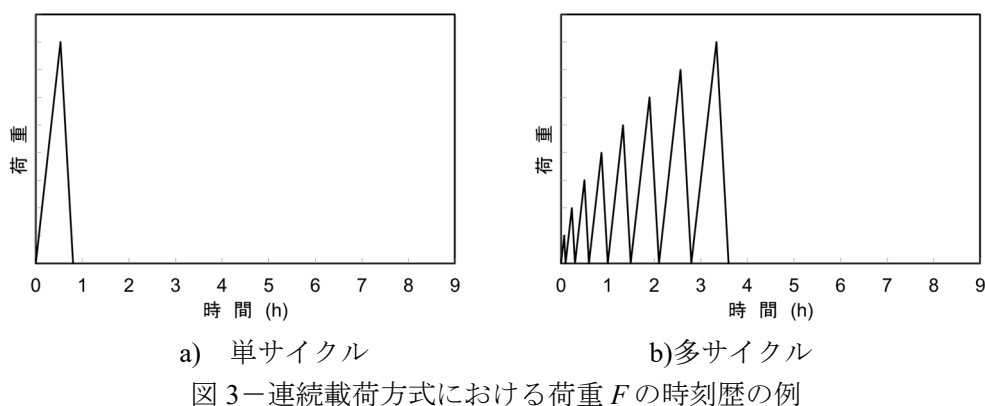
荷重中に荷重保持を行いながら、段階的に荷重 F を増減させる荷重方式

注釈1 荷重保持方式における荷重 F の時刻歴の例を図2に示す。



h) 連続載荷方式

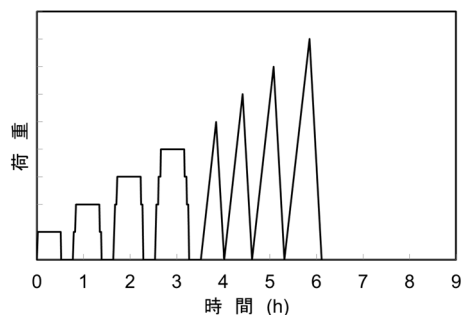
載荷中に荷重保持を行わずに、連続的に荷重 F を増減させる載荷方式
注釈 1 連続載荷方式における荷重 F の時刻歴の例を図 3 に示す。



i) 荷重保持・連続載荷併用方式

荷重保持方式で試験を開始し、試験の途中で連続載荷方式へ移行する載荷方式

- 注釈 1 試験の途中で連続載荷方式から荷重保持方式へ移行する方式は含まれない。
- 注釈 2 荷重保持方式から連続載荷方式への移行は、一旦荷重 F をゼロまで戻した上で、次の載荷サイクルから切り替える。
- 注釈 3 特に記載がない限り、移行前は荷重保持方式の取扱いを適用し、移行後は連続載荷方式の取扱いを適用する。
- 注釈 4 荷重保持・連続載荷併用方式における荷重 F の時刻歴の例を図 4 に示す。



j) 荷重段階

荷重保持方式において荷重保持を行っている時間帯、又はその荷重の大きさ

注釈 1 荷重保持を行う荷重の大きさが、それ以前の荷重段階の最大荷重よりも大きい荷重段階を新規荷重段階という。

注釈 2 荷重 F がゼロの状態を保持する荷重段階を、ゼロ荷重段階という。

注釈 3 新規荷重段階及びゼロ荷重段階以外の荷重段階を、履歴内の荷重段階という。

3.5 杭の挙動及び特性

a) 残留変位挙動

残留変位量 δ_r とその時点までの静的地盤抵抗力の最大値との段階的な関係

注釈 1 残留変位挙動を把握するためには、多サイクルの载荷パターンが用いられる。

注釈 2 この基準では、残留変位挙動は、先端残留変位量 $\delta_{r,b}$ とその時点までの载荷サイクル (i サイクル目) の荷重の最大値 $F_{i,max}$ との関係とする。

b) 荷重保持時挙動

荷重保持方式の場合の各新規荷重段階における荷重保持開始後の経過時間 t と杭頭変位量 δ_h の関係

注釈 1 荷重保持時挙動を把握するためには、荷重保持方式が用いられる。

注釈 2 荷重保持時挙動からは、主に杭のクリープ現象 (杭頭に一定の荷重が作用し続けた状態で杭頭変位量が時間とともに増加する現象) の影響が評価できる。

注釈 3 荷重保持時挙動は、各新規荷重段階における荷重保持開始からの経過時間 t の常用対数 $\log_{10} t$ と杭頭変位量 δ_h の関係とする。

c) クリープ変位増加係数 $\alpha(t_s)$

$\delta_h - \log_{10} t$ 関係曲線の近似直線の勾配で、その勾配を算定する起点の経過時間 t を勾配算定起点時間 t_s とするもの

注釈 1 勾配を算定する終点は、荷重保持終了時点とする。なお、この時の経過時間 t を荷重保持終了時間 t_E という。

注釈 2 クリープ変位増加係数 $\alpha(t_s)$ は、勾配算定起点時間 t_s から荷重保持終了時間 t_E までの範囲の全ての測定結果を用いて求めた近似直線から算定するのがよい。

注釈 3 クリープ変位増加係数 $\alpha(t_s)$ は、勾配を算定する起点と終点の 2 つの測定結果のみを用いて、以下の式(1)で算定してもよい。

$$\alpha(t_s) = \frac{\delta_{h,tE} - \delta_{h,tS}}{\log_{10} t_E - \log_{10} t_s} \quad (1)$$

ここで、 t_s : 勾配算定起点時間 (min)

t_E : 荷重保持終了時間 (min)

$\delta_{h,tS}$: $t = t_s$ となる時点での杭頭変位量 (mm)

$\delta_{h,tE}$: $t = t_E$ となる時点での杭頭変位量 (mm)

注釈 4 式(1)によるクリープ変位増加係数 $\alpha(t_s)$ の算定例を図 5 に示す。

注釈 5 変位速度が時間とともに減少していく 1 次クリープ領域では、勾配算定起点時間 t_s の違いによる $\alpha(t_s)$ の違いは小さい。

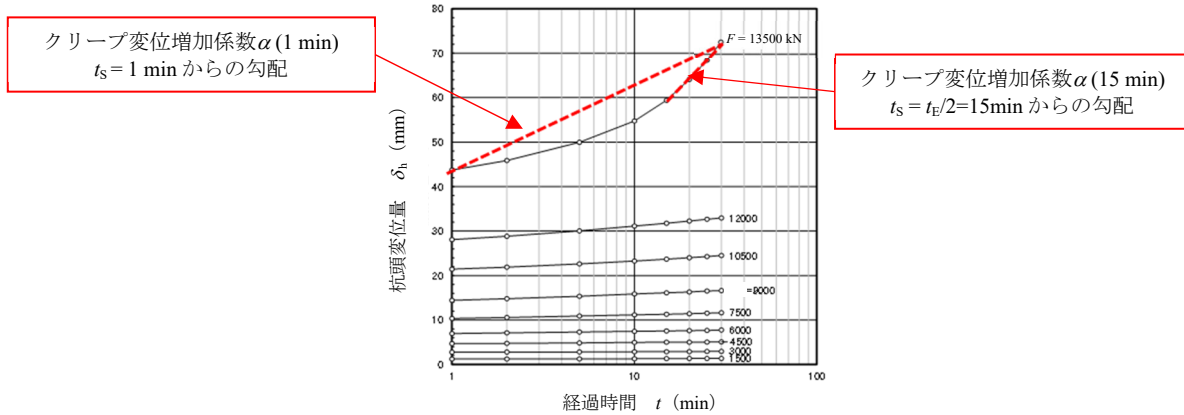


図5-クリープ変位増加係数 $\alpha(t_s)$ の算定例 ($t_E = 30 \text{ min}$ の場合)

d) クリープ変位増加係数変化量 $\Delta\alpha$

荷重保持方式の場合の各新規荷重段階において、勾配算定起点時間 t_s を荷重保持開始から 1 min とした場合 ($t_s = 1 \text{ min}$) から荷重保持終了時間 t_E の 1/2 が経過した時点とした場合 ($t_s = t_E/2$) までの、クリープ変位増加係数 $\alpha(t_s)$ の変化量

注釈 1 クリープ変位増加係数変化量 $\Delta\alpha$ は、以下の式(2)で求める。

$$\Delta\alpha = \alpha(t_E/2) - \alpha(1 \text{ min}) \quad (2)$$

ここで、 $\alpha(t_E/2)$: $t_s = t_E/2$ とした場合のクリープ変位増加係数

$\alpha(1 \text{ min})$: $t_s = 1 \text{ min}$ とした場合のクリープ変位増加係数

注釈 2 変位速度がほぼ一定値に落ち着く 2 次クリープ領域に移行しはじめると、クリープ変位増加係数変化量 $\Delta\alpha$ は有意な正の値を示す。

e) 杭の鉛直抵抗力特性に関する代表指標値

杭の鉛直方向の静的地盤抵抗力の特性を代表する力学的な指標となる値

注釈 1 この基準では杭の鉛直抵抗力特性に関する代表指標値として第 2 限界抵抗力 R_2 、第 1 限界抵抗力 (残留変位) R_{1r} 及び第 1 限界抵抗力 (クリープ) R_{1c} の 3 つを定義する。

注釈 2 杭の鉛直抵抗力特性に関する代表指標値には、試験杭の自重の影響が含まれている。

f) 第 2 限界抵抗力 R_2

変位量が杭先端部径 D_b の 10% に達するまでの範囲における静的地盤抵抗力の最大値

注釈 1 この基準では、第 2 限界抵抗力 R_2 の判定に用いる変位量は、先端変位量 δ_b とする。

f) 第 1 限界抵抗力 (残留変位) R_{1r}

残留変位挙動のうち、残留変位量 δ_r とその時点までの静的地盤抵抗力の最大値の関係曲線の明瞭な折れ点に対応する抵抗力

注釈 1 この基準では、第 1 抵抗力 (残留変位) R_{1r} の判定に用いる残留変位量 δ_r は、先端残留変位量 $\delta_{r,b}$ とする。

h) 第 1 限界抵抗力 (クリープ) R_{1c}

荷重保持時挙動のうち、変位速度が時間とともに減少していく 1 次クリープ領域から、変位速度がほぼ一定値に落ち着く 2 次クリープ領域に移行しはじめる状態に対応する杭全体での静的地盤抵抗力

注釈 1 第 1 限界抵抗力 (クリープ) R_{1c} は、新規荷重段階における $\delta_h - \log_{10} t$ 関係曲線の直線性が明瞭に喪失する状態に対応する静的地盤抵抗力とする。

注釈 2 $\delta_h - \log_{10} t$ 関係曲線の直線性の喪失は、各荷重段階の荷重 F とクリープ変位増加係数変化量 $\Delta\alpha$ との関係から判定することができる。

3.6 試験計画

a) 試験統括者

試験の基本計画から試験の実施、報告書作成に至る全ての過程において統括・指揮する技術者
注釈 1 試験統括者は地盤工学に精通した者とする。

b) 計画最大荷重 F_p

試験の目的を達成するために計画された最大荷重

c) 計画最大荷重レベル

計画最大荷重 F_p を設定する際の考え方の違いによって区分された荷重レベル

注釈 1 計画最大荷重レベルは、杭の鉛直抵抗力特性に関する代表指標値との関係から 3 段階に区分されている (4.3 計画最大荷重 表 1 参照)。

d) 反力抵抗体と試験杭の離隔 X_s

地表面における試験杭の杭外縁から試験杭に最も近い反力抵抗体の外縁までの最短水平距離

e) 基準梁の基礎との離隔

地表面における基準梁の基礎の外縁から試験杭の杭外縁又は反力抵抗体の外縁までの最短水平距離

第4章 基本計画

4.1 基本事項

試験統括者は、地盤条件、杭に作用する荷重条件、試験の工期・工費などを考慮し、試験の目的、計画最大荷重、試験杭の設計及び施工方法、試験杭及び試験杭近傍地盤の養生、載荷手順、測定項目、測定方法、反力抵抗体及び実施体制の基本事項を決定する。

4.2 試験の目的

- a) 試験の目的には、試験杭に荷重を加えた場合の挙動として、荷重 F —杭頭変位量 δ_h 関係を把握することを含める。
- b) 試験の目的には、必要に応じて、先端及び周面の抵抗特性などの情報、残留変位挙動及び荷重保持時挙動を把握することを含める。
- c) 試験の目的には、杭の鉛直抵抗力特性に関する代表指標値のうち必要なものを判定することを含めるのがよい。
- 注記 この基準では杭の鉛直抵抗力特性に関する代表指標値として、第2限界抵抗力 R_2 、第1限界抵抗力（残留変位） R_{1r} 及び第1限界抵抗力（クリープ） R_{1c} の3つが定義されている（3.5 杭の挙動及び特性に関する用語 f)～i) 参照）。

4.3 計画最大荷重

- a) 計画最大荷重は F_p 、試験の目的に応じて適切に定める。
- b) 第2限界抵抗力 R_2 の判定を試験目的に含む場合の計画最大荷重 F_p は、表1のうち計画最大荷重レベルAの考え方によって設定する。
- c) 第2限界抵抗力 R_2 の判定は試験目的に含まないが、第1限界抵抗力（残留変位） R_{1r} の判定又は第1限界抵抗力（クリープ） R_{1c} の判定の少なくともいずれか一方を試験目的に含む場合の計画最大荷重 F_p は、表1のうち計画最大荷重レベルBの考え方によって設定する。
- d) 杭の鉛直支持力特性に関する代表指標値の判定を試験目的に含まない場合の計画最大荷重 F_p は、表1のうち計画最大荷重レベルCの考え方によって設定してもよい。
- 注記 計画最大荷重レベルCは、反力抵抗体と試験杭の離隔 X_s 及び基準梁の基礎との離隔に関する規定を緩和する際の前提条件の一つでもある（5.5 e), 5.6 h)及び5.6 i)参照）。

表1—計画最大荷重レベルに応じた計画最大荷重 F_p の設定の考え方

区分	計画最大荷重 F_p の設定の考え方
計画最大荷重レベル A	地盤調査結果などに基づいて第2限界抵抗力 R_2 を推定した上で、先端変位量 δ_b が杭先端部径 D_b の10%を超えるまで載荷できるよう、推定誤差の影響も考慮して計画最大荷重 F_p を設定する
計画最大荷重レベル B	地盤調査結果などに基づいて第1限界抵抗力（残留変位） R_{1r} 及び第1限界抵抗力（クリープ） R_{1c} を推定した上で、これらを実際確認できるまで載荷できるよう、推定誤差の影響も考慮して計画最大荷重 F_p を設定する
計画最大荷重レベル C	地盤調査結果などに基づいて第1限界抵抗力（残留変位） R_{1r} 及び第1限界抵抗力（クリープ） R_{1c} を推定した上で、これらの状態に達しないように計画最大荷重 F_p を設定する、又は本杭を試験杭又は反力杭とする場合で試験後に必要とされる本杭の性能が実構造物に悪影響を与えないように計画最大荷重 F_p を設定する

4.4 試験杭の設計及び施工方法

- a) 試験杭の位置は、地盤調査結果及び載荷装置の架構方法を十分検討した上で、試験の目的が達成できるように適切に決定する。
- b) 試験杭の基本諸元は、地盤調査結果及び試験結果の評価方法を十分検討した上で、試験の目的が達成できるように適切に設計する。
- c) 新たに施工する杭を試験杭とする場合は、地盤調査結果及び試験結果の評価方法を十分検討した上で、試験の目的が達成できるように、その基本諸元を適切に決定するとともに、その施工記録を入手できるように計画する。
- d) 既存の杭を試験杭とする場合は、試験の目的が達成できるように必要に応じて杭頭の補強を計画する。
- e) 本杭を試験杭とする場合には、試験後の本杭の性能が実構造物に悪影響を与えないよう適切な試験終了条件を設定する。新たに施工する本杭を試験杭とする場合は、必要に応じて杭体の耐力を高めた設計を行う。
- f) 本杭とは別の試験杭によって本杭の性能を評価しようとする場合は、本杭のうち代表的な杭と同一の杭径、根入れ深さ及び施工方法とするのがよい。ただし、試験の目的が達せられないと考えられる場合には、杭径、根入れ深さ及び施工方法の違いの影響を適切に補正することを前提として、これらを変更してもよい。

4.5 試験杭及び試験杭近傍地盤の養生

- a) 試験杭の養生期間は、試験の安全が確保できるだけの杭体強度が発現できるように適切に設定する。
- b) 試験杭近傍地盤の養生期間は、杭の施工が地盤抵抗に及ぼす影響を考慮して、適切に設定する。一般に杭の鉛直抵抗力特性に関する代表指標値の判定を試験目的に含む場合は表 2 に示す日数とするのがよい。

表 2—試験杭近傍地盤の養生期間

地盤の種類	期間
砂質土	5 日以上
粘性土	14 日以上
注記	杭の鉛直抵抗力特性に関する代表指標値の判定を試験目的に含まない場合は、表 2 よりも養生期間を短くすることがある。

- c) 養生期間中に試験に悪影響を及ぼすような荷重、衝撃及び振動などを試験杭に与えないよう、適切な管理体制又は管理方法を計画する。

4.6 載荷手順

載荷手順として、載荷パターンと載荷方式を試験の目的に応じてそれぞれ適切に定める。

4.6.1 載荷パターン

- a) 載荷パターンとして、単サイクル及び多サイクルのいずれかから適切なパターンを選択する。
- b) 載荷パターンとして多サイクルを用いる場合は、載荷サイクル数を適切に設定する。
- c) 残留変位挙動の把握を試験の目的に含む場合は、載荷サイクル数が 4 サイクル以上の載荷パターンとするのがよい。

d) 残留変位挙動の把握を試験の目的に含む場合で、かつ第 1 限界抵抗力 (残留変位) R_{1r} の判定を試験の主たる目的とするときは、载荷サイクル数が 8 サイクル以上の载荷パターンとする。

4.6.2 载荷方式

- a) 载荷方式として、荷重保持方式、連続载荷方式及び荷重保持・連続载荷併用方式の中から適切な方式を選択する。
- b) 荷重保持方式を用いる場合は、新規荷重段階数と荷重保持時間を適切に設定する。
- c) 連続载荷方式を用いる場合は、荷重を増減させる速さの最大値を適切に設定する。ただし、荷重を増減させる速さの最大値の設定に代えて、各载荷サイクルに要する時間 (ゼロ荷重から荷重を増加し始める時刻から所定の荷重に達して再びゼロ荷重に戻るまでの時間) の最小値を設定することとしてもよい。
- 注記 荷重を増減させる速さが速すぎると、試験の安全性及び測定の確実性が低下するほか、荷重を静的な力と扱えなくなるおそれがある。
- d) 荷重保持時挙動の把握を試験の目的に含む場合は、新規荷重段階数が 4 段階以上で荷重保持時間が 30 min 以上の荷重保持方式又は荷重保持・連続载荷併用方式を用いるのがよい。
- e) 荷重保持時挙動の把握を試験の目的に含む場合で、かつ第 1 限界抵抗力 (クリープ) R_{1c} の判定を試験の主たる目的とするときは、次による。
- 1) 新規荷重段階数が 8 段階以上の荷重保持方式又は荷重保持・連続载荷併用方式とする。
 - 2) 新規荷重段階間の荷重増分を一定の値とする。
 - 3) 全ての新規荷重段階での荷重保持時間を同一とする。
 - 4) 载荷パターンを単サイクルとする場合は荷重保持時間を 60 min 以上とするのがよい。
- 多サイクル方式の場合は荷重保持時間を 30 min としてもよい。
- f) 荷重保持時挙動の把握を試験の目的に含まない場合には連続载荷方式を用いてもよい。

4.7 測定項目及び測定方法

- a) 測定項目は、時刻、荷重、杭頭変位量のほか、試験の目的に応じて必要な項目とする。
- b) 試験の目的に第 2 限界抵抗力 R_2 又は第 1 限界抵抗力 (残留変位) R_{1r} の判定を含む場合には、先端変位量 δ_b を測定項目に含めるとともに、その測定方法を適切に定める。ただし、あらかじめ先端変位量 δ_b の推定方法を適切に定めた場合には、先端変位量 δ_b の測定を省略してもよい。
- 注記 1 先端変位量 δ_b の推定方法として、杭体の変形量を無視して杭頭変位量と先端変位量を同一と仮定する方法が用いられることがある。
- c) 測定方法は、試験の目的に応じて、適切に定める。
- d) 先端及び周面の抵抗特性の評価を試験の目的に含める場合には、地中部の杭体のひずみを測定項目に含め、その測定を行う概略深度又は概略の測定間隔と測定方法及び測定されたひずみから軸方向力 P を求める方法について適切に定める。
- 注記 2 測定されたひずみから軸方向力 P を求める場合に必要となる軸剛性は、材料の公称値などを用いるよりも、杭頭部のひずみを測定して荷重との関係から求めることで、比較的精度のよい結果が得られることが多い。

4.8 反力抵抗体

反力抵抗体として、反力杭、反力板のいずれか、又はこれらの組合わせを適切に選択する。

4.9 実施体制

実施体制は、試験の目的に応じて、適切に定める。

第5章 実施計画

5.1 実施計画書の作成

- a) 試験の実施に先立ち、基本計画の内容及び現地調査の結果に基づいて試験の実施計画書を作成する。
- b) 実施計画書には、試験の目的、地盤条件、計画最大荷重、試験杭の仕様・位置・施工方法、載荷手順、測定項目及び測定方法、載荷装置の仕様（載荷梁の設計計算及び組立て図、ジャッキの仕様など）、反力抵抗体の仕様及び施工方法、計測機器の構成・仕様・取付け位置、実施体制、試験終了条件、結果の整理方法、工程表、試験期間中の留意事項並びに安全管理体制などを記載する。

5.2 試験杭の杭頭及び突出部の仕様

- a) 試験杭の杭頭は、荷重の偏心による影響などを考慮し、必要に応じて補強する。
- b) 試験杭の地上突出長さは、載荷装置の組立て、基準梁の設置及び計測機器の取付けに必要な長さを確保する。

5.3 載荷装置

- a) 載荷装置として、ジャッキ、ポンプ、ジャッキ台座、載荷梁及びそれらの接合部材を適切に計画する。

注記1 載荷装置の例を図6に示す。

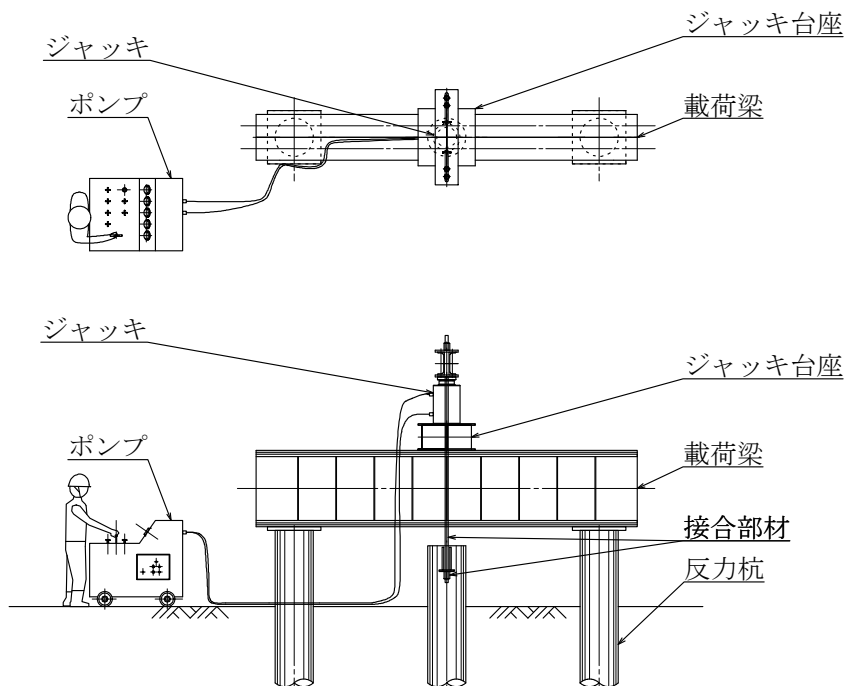


図6—載荷装置の例 (反力抵抗体として反力杭を用いる場合)

- b) 載荷装置は、計画最大荷重 F_p に対して十分安全なものとする。
- c) 載荷装置は、杭軸方向以外の荷重成分を除去する機構があるものを用いる。
- d) 載荷装置は、整備済みのものを用いる。
- e) ジャッキは、計画最大荷重 F_p に対して十分な加力能力を有し、試験杭及び反力抵抗体の変位に追従できるものを用いる。
- f) ジャッキの配置は、試験杭に対して荷重が偏心しないように計画する。
- g) ポンプは、ジャッキの加力能力に対応できるだけの吐出量があるものを用いる。

- h) ジャッキ台座は、計画最大荷重 F_p に対して剛性が十分に高いものを用いる。
- i) ジャッキ台座の配置は、水平となるように計画する。
- j) 載荷梁は、曲げ、せん断、支圧及び座屈に対して安全なものを用いる。
- k) 載荷梁の設置は、転倒しないように、かつそれ自体の荷重が試験杭に直接作用しないように計画する。
- l) 反力抵抗体として反力杭を用いる場合は、載荷梁を反力杭で支持する構造とする。
注記2 反力抵抗体として反力杭を用いる場合の載荷梁の支持方式の例を図6に示す。
- m) 反力抵抗体として反力板を用いる場合は、載荷梁を受け台で支持する構造とする。
注記3 反力抵抗体として反力板を用いる場合の載荷梁の支持方式の例を図7に示す。

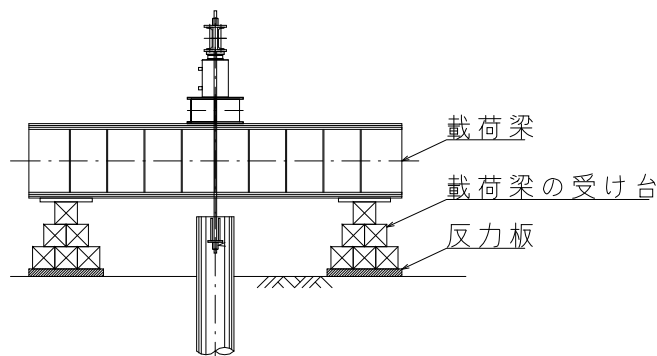


図7—反力板を用いる場合の載荷梁の支持形式の例

5.4 載荷手順の詳細

- a) 載荷手順の詳細として、試験目的に応じて、荷重 F —時間 t 関係を適切に設定し、その計画図を作成する。
- b) 載荷パターンを多サイクルとする場合の各載荷サイクルの荷重の最大値の大きさは、計画最大荷重 F_p のほか、地盤調査結果などに基づく第1限界抵抗力（残留変位） R_{1r} の推定値も考慮して設定するのがよい。
- c) 荷重保持方式における各新規荷重段階の荷重の大きさは、計画最大荷重 F_p のほか、地盤調査結果などに基づく第1限界抵抗力（クリープ） R_{1c} の推定値も考慮して設定するのがよい。
- d) 荷重保持方式を用いる場合は、新規荷重段階間の荷重増分と同等又はその2倍程度の間隔で、履歴内の荷重段階を設けるのがよい。なお、履歴内の荷重保持時間は2 min とするのがよい。
- e) 荷重保持方式におけるゼロ荷重段階の荷重保持時間は、15 min とするのがよい。

5.5 反力抵抗体

- a) 反力抵抗体は、計画最大荷重 F_p に対して試験の実施に影響を与えるような有害な変位・変形が生じない十分な反力を確保できるように計画する。
- b) 反力抵抗体として本杭を用いる場合は、試験後の本杭の性能が実構造物に悪影響を与えないよう、あらかじめその管理方法を定める。
- c) 反力抵抗体として反力板を用いる場合は、地盤の支持力および変形性能について検討を行う。
- d) 反力抵抗体の設置位置は、試験を安全に実施できる位置とするとともに、試験杭、反力抵抗体の施工方法及びその抵抗メカニズムが試験結果へ及ぼす影響を考慮して適切な位置とする。

e) 反力抵抗体と試験杭の離隔 X_s は、反力抵抗体の種別に応じて次の 1)~2)の各項に示す推奨値以上とするのがよい。ただし、計画最大荷重レベル C の場合で、かつ試験統括者が適切な評価ができると判断したときには、推奨値未満としてもよい。

1) 反力抵抗体として反力杭を用いる場合の反力抵抗体と試験杭の離隔 X_s の推奨値は、試験杭に拡径部がない場合は式(3)によって求め、試験杭に拡径部がある場合は、試験杭の拡径部（複数の拡径部がある場合は最も上部にある拡径部）の上端の深さ $Z_{e,u}$ (≥ 0) との関係に応じて、式(4)~式(6)によって求める。

試験杭に拡径部がない場合

$$X_s = D + e_R \quad (3)$$

試験杭に拡径部がある場合

$$30e < Z_{e,u} \text{ のとき, } X_s = D_{\min} + 3e + e_R \quad (4)$$

$$15e < Z_{e,u} \leq 30e \text{ のとき, } X_s = D_{\min} + 4e + e_R \quad (5)$$

$$Z_{e,u} \leq 15e \text{ のとき, } X_s = D_{\min} + 5e + e_R \quad (6)$$

ここで D : 試験杭の杭外縁の直径

e_R : 反力杭の最大径 $D_{R,\max}$ と最小径 $D_{R,\min}$ の差の 1/2

$$e_R = (D_{R,\max} - D_{R,\min}) / 2$$

D_{\min} : 試験杭の最小径

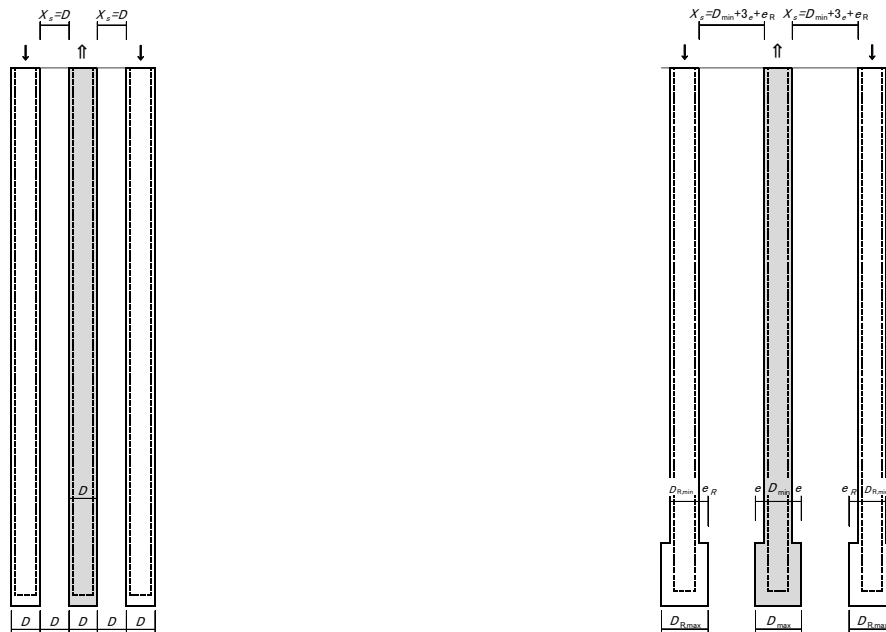
e : 試験杭の最大径 D_{\max} と最小径 D_{\min} の差の 1/2

$$e = (D_{\max} - D_{\min}) / 2$$

注記 1 反力杭に拡径部がない場合は $e_R = 0$ となる。

注記 2 試験杭の拡径部が杭頭部にある場合は、 $Z_{e,u} = 0$ となる。

注記 3 式(3)及び式(4)の具体例を図 8 に示す。



a) 試験杭に拡径部がない場合

b) 試験杭に拡径部がある場合

図 8—反力杭を用いる場合の反力抵抗体と試験杭の離隔 X_s の例

2)反力抵抗体として反力板を用いる場合の反力抵抗体と試験杭の離隔 X_s の推奨値は、式(7)によって求める。この場合、反力抵抗体の外縁は、反力板の外縁とする。

$$X_s = \max \left(\frac{nq}{2\sigma'_{v,b}} B + e, \frac{2W_R}{F_p} D_h + e, 3e \right) \quad (7)$$

- ここで、
- n : 反力板の数
 - q : 計画最大荷重時の平均接地圧
 - $\sigma'_{v,b}$: 試験杭の杭先端での有効土被り圧
 - B : 反力板の中心から試験杭の中心に向かう方向の反力板の幅
 - W_R : 反力板に生じる最大反力の合計
 - F_p : 計画最大荷重
 - D_h : 杭頭部径
 - e : 試験杭の最大径 D_{\max} と最小径 D_{\min} の差の 1/2

$$e = (D_{\max} - D_{\min}) / 2$$

注記 4 計画最大荷重時の平均接地圧 q は、反力板に生じる最大反力の合計 W_R を反力板の数 n と反力板の底面積で除して求めることができる。

注記 5 試験杭の杭先端での有効土被り圧 $\sigma'_{v,b}$ の算定では、反力板に生じる反力による鉛直応力の増加分は考慮しない。

5.6 計測装置

- a)基本計画で定めた測定項目を着実に測定できるよう、計測装置として計測機器及び基準梁を適切に計画する。また、補助的な測定項目として、杭頭の水平変位量、反力抵抗体の変位量及び温度（外気温及び基準梁の温度）など、安全管理及び試験の信頼性確保の観点で必要な項目を定める。
- b)計測機器は、荷重計、変位計又はひずみ計などのセンサー及びそれらの表示・記録機器によって構成し、試験の目的に適合した精度を有した検査・校正済みのものを用いる。
- c)センサーは適切な位置・方向に確実に設置するよう計画する。その際、試験の進行による試験杭・載荷装置・反力抵抗体の変位・変形によって測定に支障が生じないように計画する。
- d)基本計画で定めた測定項目については、電磁的に記録できる適切な記録機器を用いるのがよい。
- e)連続載荷方式を用いる場合は、主要な測定項目がほぼ同一荷重時において測定された値とみなせるような計測機器を用いる。
- f)基準梁は、地盤の振動などの影響を受けないよう、剛性が十分に高いものを用いる。

注記 1 試験場に近接する工事・機械・車両などの振動が測定に影響を与える可能性がある場合はそれらをあらかじめ計測しておくことで、その影響を特定できることがある。
- g)基準梁は、試験杭及び反力抵抗体から十分に離れた位置の試験中に動かないとみなせる基礎に確実に支持させるよう計画する。

注記 2 基準梁の温度変化に対する配慮として、シートで覆うなど対策を講じておくことがある。

注記 3 基準梁の支点は、基準梁の温度変化に伴う伸縮を拘束しないような構造とするために、ピンとローラーの支承構造とすることがある。

注記 4 試験杭、基準梁などの周囲の外気温を測定することで、試験結果に及ぼす温度の影響を特定できることがある。
- h)試験杭と基準梁の基礎との離隔は、試験杭の杭頭部径 D_h の 4 倍以上とするのがよい。ただし、基準梁の基礎に試験杭と同規模の杭を用いる場合又は計画最大荷重レベル C の場合は、適切な評価ができると試験統括者が判断した位置としてよい。
- i)反力抵抗体の外縁と基準梁の基礎の離隔は、反力抵抗体の種別に応じて次の 1)又は 2)に示す値以上とするのがよい。ただし、基準梁の基礎に試験杭と同規模の杭を用いる場合又は計画最大荷重レベル C

の場合は、試験統括者が適切な評価ができると判断した位置としてよい。

- 1)反力杭を用いる場合：反力杭の杭頭部径 D_h の 2 倍
- 2)反力板を用いる場合：2.5 m

第6章 試験の実施

6.1 載荷

載荷は、実施計画書に記載された手順によるものとし、実施計画書に記載のない詳細については次による。

- a) 荷重保持方式を用いる場合は、各荷重段階の移行に要する時間を、荷重増加時は1 min程度、荷重減少時は30 s程度を目安に管理するのがよい。
- b) 連続載荷方式を用いる場合は、各載荷サイクルに要する時間の最小値(4.6.2 c)参照)を満足するとともに、計測機器の特性を考慮して、滑らかな荷重 F -変位量 δ 関係が得られるように荷重を管理しなければならない。

6.2 測定

a) 測定は実施計画書に記載された方法によるものとし、4.7 で定めた測定項目の測定時期又は測定間隔のうち、実施計画書に記載のない詳細については次の1)~2)による。

- 1) 荷重保持方式を用いる場合は、各荷重段階に到達後、少なくとも表3に示す測定時期で測定しなければならない。ただし、荷重保持時挙動の把握を試験の目的に含まない場合には、表3によらず、0 min及び次の荷重段階に移る直前の測定だけにしてもよい。

表3-荷重保持方式における測定時期

荷重段階	測定時期 (荷重保持開始からの経過時間 t)
新規荷重段階	0,1,2,5,10,15,20,25,30 min 後, 以後は10 min 間隔
履歴内の荷重段階 ゼロ荷重段階	0 min 及び次の荷重段階に移る直前

2) 連続載荷方式を用いる場合は、滑らかな荷重 F -変位量 δ 曲線が得られるように適切な測定間隔で測定しなければならない。

- b) 5.6a) で定めた補助的な測定項目の測定時期は、少なくとも試験の開始前と終了時のほか、載荷方式に応じて安全管理上必要と考えられる時期としなければならない。

6.3 試験の開始・終了・中断・再開

- a) 試験の開始に際しては、試験場の環境整備、載荷装置・計測装置の準備及び天候の状態などの条件が整ったことを確認しなければならない。
- b) 試験統括者が試験の目的を達成したと判断した場合は、試験を終了する。
- c) 荷重保持方式で計画最大荷重 F_p に達した荷重段階又は先端変位量 δ_b が杭先端部径 D_b の10%を超えた荷重段階の所定の荷重保持時間が経過した場合は、所定の方法でゼロ荷重段階まで戻して試験を終了する。ただし、荷重保持中に所定の荷重が保持できなくなった場合は、先端変位量 δ_b が杭先端部径 D_b の10%を超えた時点で所定の方法でゼロ荷重段階まで戻して試験を終了するのがよい。
- d) 連続載荷方式で荷重が計画最大荷重 F_p に達した場合、又は先端変位量 δ_b が杭先端部径 D_b の10%を超えた場合は、ゼロ荷重まで戻して試験を終了する。
- e) 載荷装置、反力抵抗体及び試験杭に異常が生じることが予見された場合は、速やかに試験を中断し、荷重の増加を停止しなければならない。
- f) 載荷装置、反力抵抗体及び試験杭に異常が認められた場合は、速やかに試験を中断し、安全かつ速や

かにゼロ荷重まで戻さなければならない。

- g)試験を中断した原因が除かれて試験統括者が試験の続行が可能と判断した場合には、試験を再開することができる。試験統括者が試験の続行が不可能と判断した場合には、その状態で試験を終了する。

6.4 現場記録

試験の実施に当たっては、次の項目を現場で記録しなければならない。

- a)試験の開始・中断・再開・終了の年月日及び時刻
- b)载荷装置・反力抵抗体・試験杭の配置及び諸元
- c)試験状況などの写真
- d)その他特記事項 (杭周辺の地表面の状況, 計画された試験方法の内容と差異が生じた場合の状況・原因・処理方法など)

第7章 試験結果のまとめ

7.1 結果の整理

a) 試験の測定データを基に、次の 1)~4) に示す諸関係曲線を図示する。

1) 荷重 F —時間 t

2) 杭頭変位量 δ_h —時間 t

3) 荷重 F —杭頭変位量 δ_h

4) 各載荷サイクル (i サイクル目) の最大荷重 $F_{i,max}$ —杭頭残留変位量 $\delta_{r,h}$ 及び杭頭弾性戻り変位量

注記 1 1)~4) の各関係曲線は、荷重 F 、変位量 δ 及び時間 t を軸とした四象限の試験結果総合図として取りまとめることがある。

b) 試験の目的に応じて、 F —杭先端変位量 δ_b 、 $F_{i,max}$ —先端残留変位量 $\delta_{r,b}$ 及び先端弾性戻り変位量、杭頭の鉛直ばね定数—杭頭変位量 δ_h など、必要な諸関係曲線を図示するのがよい。

注記 2 杭頭の鉛直ばね定数は、荷重 F —杭頭変位量 δ_h 関係の勾配から求めることができる。

c) 杭体のひずみを測定した場合には、各測定位置のひずみから軸方向力 P と区間ごとの周面抵抗力度分布を求め、荷重保持方式の場合は新規荷重段階ごと、連続載荷方式の場合は適切な荷重 F 又は変位量 δ ごとに、次の 1)~3) を図示する。また、試験の目的に応じて、区間ごとの周面抵抗力度—区間平均変位量 (ひずみ測定点間の平均変位量)、杭先端部の軸方向力 P —杭先端変位量 δ_b などの諸関係曲線を図示するのがよい。

1) 軸方向ひずみの深度分布

2) 軸方向力 P の深度分布

3) 区間ごとの周面抵抗力度の深度分布

注記 3 区間平均変位量は、杭頭変位量 δ_h 、杭先端変位量 δ_b 及び軸方向ひずみ分布から算定することができる。

注記 4 杭先端部の軸方向力 P は、杭先端部に設置されたひずみ計から求めることができる。

d) 荷重保持方式で荷重保持時間が 30 min 以上の場合は、次の 1)~2) に示す諸関係曲線を図示する。

1) 杭頭変位量 δ_h —経過時間の常用対数 $\log_{10} t$ ($\alpha(t_E/2)$ および $\alpha(1 \text{ min})$ の算定結果を含む)

2) 荷重 F —クリープ変位増加係数変化量 $\Delta\alpha$

e) 連続載荷方式の場合は、各測定時刻間での荷重増分及び杭頭変位量増分をそれぞれ時間増分で除した荷重速度及び杭頭変位量速度を求め、次の 1)~2) に示す諸関係曲線を図示する。なお、荷重速度及び杭頭変位量を求める際の時間増分は、各載荷サイクルの荷重増加開始時点から最大荷重に達する時点までの時間の 1/10 以下とするのがよい。

1) 荷重速度—時間 t

2) 杭頭変位量速度—時間 t

f) 試験の目的に応じて、杭の鉛直抵抗力に関する代表指標値を、それぞれ次の 1)~3) によって判定する。

1) 第 2 限界抵抗力 R_2 は、荷重 F —先端変位量 δ_b 関係曲線から判定し、先端変位量 δ_b が杭先端部径 D_b の 10% に達するまでの範囲での最大の荷重とする。なお、荷重保持方式の場合は、各新規荷重段階の所定の荷重保持時間終了時の荷重 F と先端変位量 δ_b を折れ線で結んだ関係曲線から判定する。

2) 第 1 限界抵抗力 (残留変位) R_{1r} は、各載荷サイクル (i サイクル目) の最大荷重 $F_{i,max}$ と先端残留変位量 $\delta_{r,b}$ を折れ線で結んだ関係曲線から判定し、その明瞭な折れ点の荷重とする。

3) 第 1 限界抵抗力 (クリープ) R_{1c} は、荷重 F とクリープ変位増加係数変化量 $\Delta\alpha$ を折れ線で結んだ関係曲線から判定し、 $\Delta\alpha$ が有意な正の値を示した荷重段階の荷重とする。

7.2 報告書

- a) 報告書には、試験の目的、地盤の概要、試験杭の諸元（杭径、杭長、杭体重量または杭体の単位体積重量等）・施工記録、載荷装置・反力抵抗体・計測装置の諸元、載荷手順及び測定方法、試験工程、測定データ、現場記録及び試験結果（軸方向ひずみから軸方向力 P を求めた経緯など、結果の整理方法の説明や杭頭の水平変位量などの補助的な測定項目の測定結果を含む）を記載しなければならない。
- b) 報告書には、地盤調査・土質試験データなどの詳細な地盤情報を添付することが望ましい。