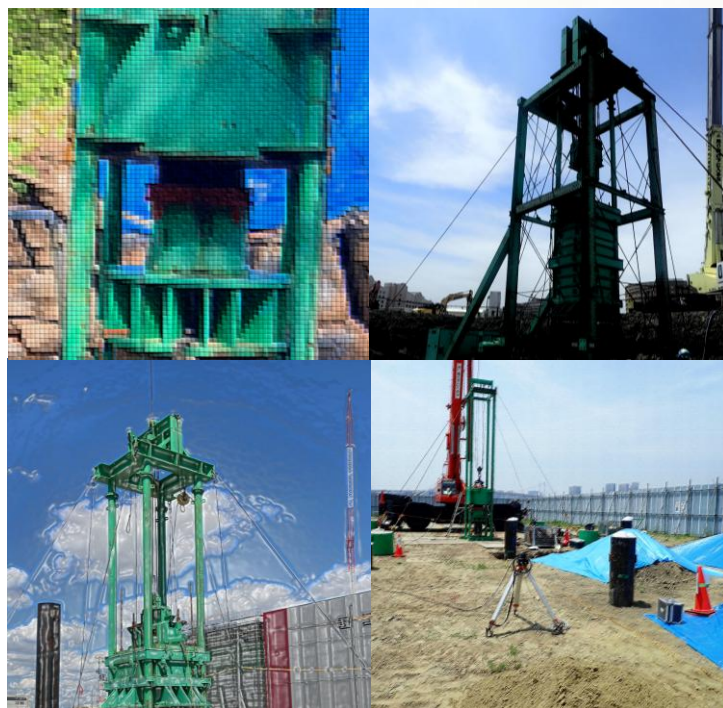


FM急速載荷試験

～軟クッション重錘落下式急速載荷試験～



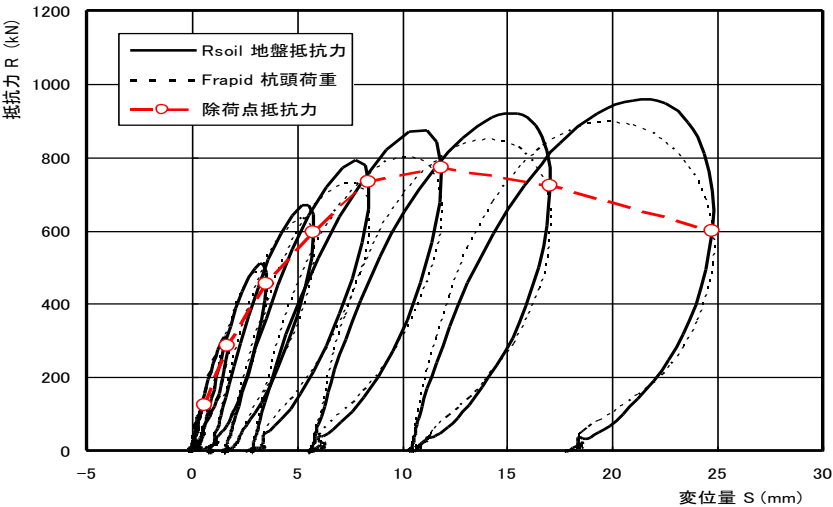
Produced by **SYSTEM MEASURE CO.,LTD**

・FM(Falling Mass=重錘落下)急速載荷試験の概要

杭の鉛直押し込み支持力を評価する載荷試験法は、地盤工学会基準で表－1に示す4つの方法が規定されています。

急速載荷試験とは、地盤工学会基準JGS1815-2002として2002年に制定され、建築・土木全般で行われており、動的な荷重を杭頭に載荷する試験の一種です。油圧ハンマーで杭を打撃するような衝撃荷重ではなく、ある程度ゆっくり荷重を与えることが必要です。これにより、杭の静的抵抗と動的抵抗を比較的簡単に分離でき、静的載荷とほぼ同等な結果を得ることが出来ます。全ての杭種、工法の杭に適応します。

弊社では軟クッション重錘落下方式急速載荷を採用しFM急速載荷試験(Falling Mass Rapid Load Test)と称します。この方式は重錘を落下することにより杭頭部に押し込み力を与える方法で、クッション材を介して杭頭部を打撃することにより長い載荷時間を実現しています。試験の特徴として、試験装置が静的載荷試験と比較して簡便であり載荷に要する反力体が不要なこと、試験時間が短いこと等があげられます。荷重の管理は、重錘の質量と落下高さにより行います。試験を計画する場合、まず載荷する最大荷重を決め、その荷重から重錘の質量を選定します。重錘落下方式の急速載荷試験は、落下高さを段階的に増加して載荷荷重を増やしていけば多サイクルの試験が可能です。1打撃に所要する時間は約5分以内のため、10打撃の載荷を行っても1時間以内で試験は終了します。図－1に8サイクルで実施した急速載荷試験の荷重－変位量関係図を示します。



図－1 荷重－変位量 関係図

		押込み試験	先端載荷試験	急速載荷試験		衝撃載荷試験
載荷方式	載荷荷重	静的		動的		
	載荷時間	数分～数時間		0.08～0.2秒		0.01～0.02秒
	相対載荷時間	Tr ≧ 500		500 ≧ Tr. ≧ 5		5 > Tr
加力装置		油圧ジャッキ		燃焼ガス圧	軟クッションハンマー	ハンマー、モンケン
反力装置		載荷桁、反力杭等	原則不要	おもり W=Ww	ハンマー W=0.2Wo	ハンマー W=0.05Wo
おもり、ハンマー						
静的支持力 の評価	解析	結果を直接利用	荷重伝達法等	除荷点法		一次元波動論
	精度	高い		中間		低い
コスト		高い		高い	低い	低い

表－1 載荷試験の種類



・急速載荷装置

急速載荷試験は、載荷する荷重の大きさと杭長により使用する重錘の質量が変わります。弊社では300kgから56tまでの重錘を用意しており、載荷荷重に対応した載荷装置を選ぶことができます。

表-2に示した重錘質量と載荷荷重の表を目安として、使用する載荷装置を選定します。

重錘荷重 W (ton)	対象杭径 ϕ (mm)	最大落下高さ hmax (m)	最大載荷荷重 Frapid (kN)	除荷点荷重 Rulp (kN)
0.3	100~300	1.4	196	147
0.6	100~300	3.0	841	631
2.0	300~700	3.0	1117	838
5.0	300~700	3.0	1862	1396
15.0	400~800	2.5	3724	2793
20.0	400~800	3.0	8804	6603
25.0	600~900	3.0	17608	13206
30.0	600~1200	3.0	17608	13206
35.0	600~1200	2.5	21429	16071
56.0	600~1200	2.5	25840	19380

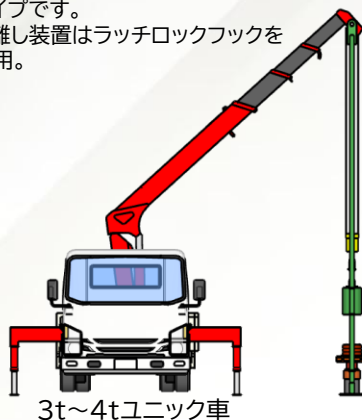
表-2 重錘と載荷荷重



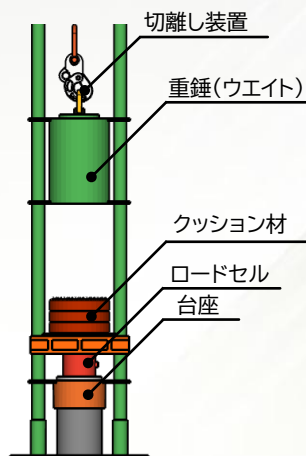
・載荷装置の種類

重錘荷重0.3t～2.0t

- ・ユニック車に重錘落下装置を取り付けたタイプです。
- ・切離し装置はラッチロックフックを使用。

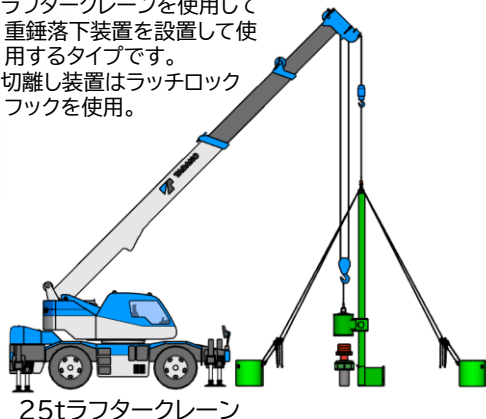


3t～4tユニック車

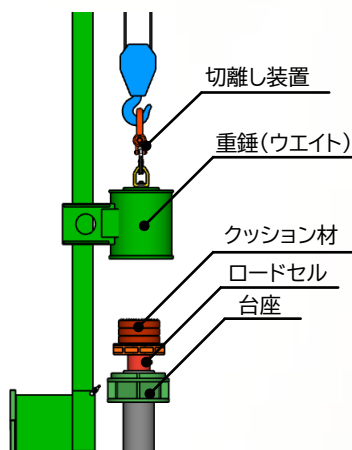


重錘荷重2.0t

- ・ラフタークレーンを使用して重錘落下装置を設置して使用するタイプです。
- ・切離し装置はラッチロックフックを使用。



25tラフタークレーン

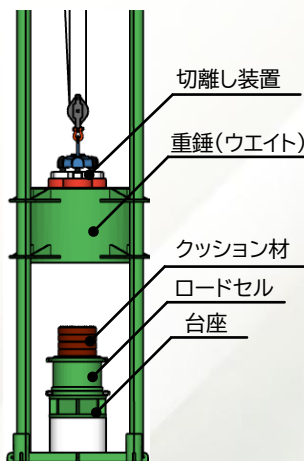


重錘荷重5.0t～7.0t

- ・5.0t以上になると架台を組む装置になり、動滑車を使用してクレーンの負担を減らします。
- ・切離し装置は電磁石を使用。

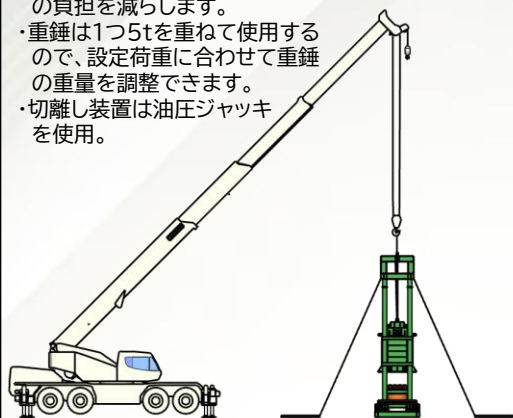


50tラフタークレーン

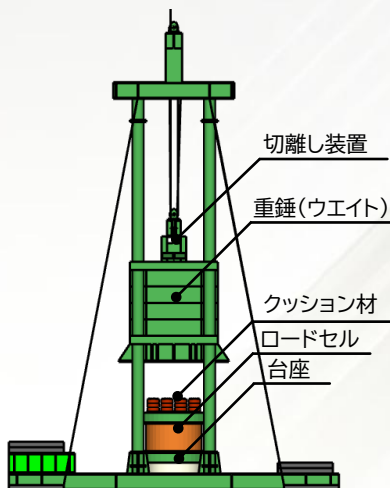


重錘荷重16t～35t

- ・動滑車の数を増やしてクレーンの負担を減らします。
- ・重錘は1つ5tを重ねて使用するので、設定荷重に合わせて重錘の重量を調整できます。
- ・切離し装置は油圧ジャッキを使用。

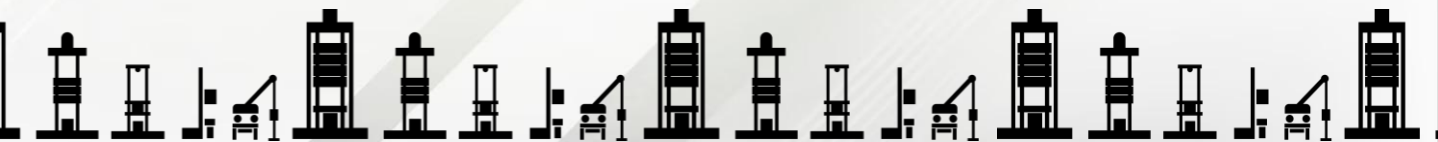
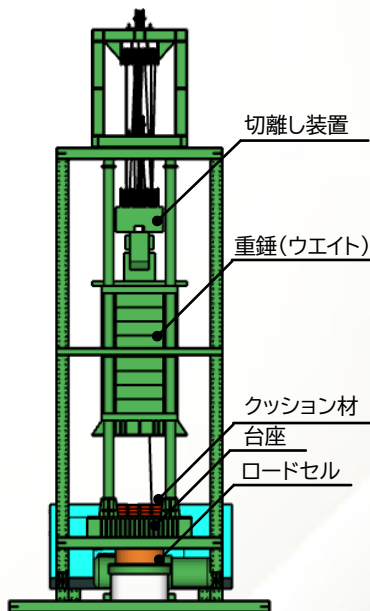
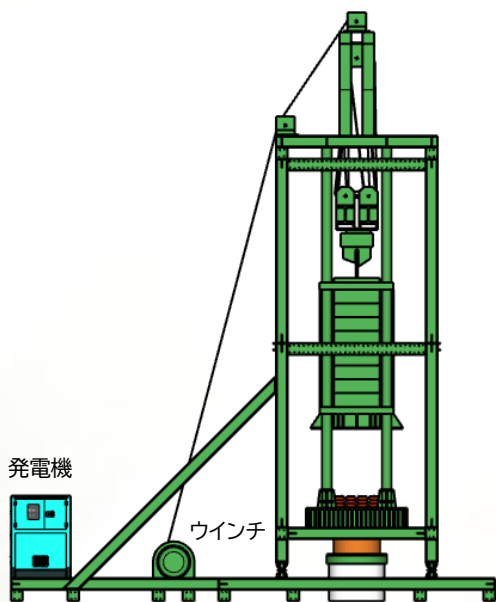


50tラフタークレーン



重錘荷重40t～56t

- ・重錘の重量が大きいためウインチを使用して動滑車のシープの数を増やして巻き上げます。
- ・重錘は1つ5tを重ねて使用するので、設定荷重に合わせて重錘の重量を調整できます。
- ・切離し装置は、油圧式チャックを使用。



・クッション材

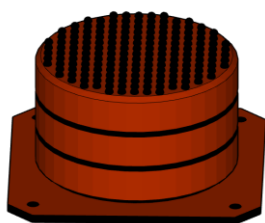
地盤工学会基準では、荷重時間から静的荷重・動的荷重を区別するために相対荷重時間 Tr の大きさを比較するとしています。相対荷重時間 Tr とは、縦波が杭体を1往復する時間 $2L/c$ と荷重継続時間 t_L に対する比率です。この値が小さいと、波動現象の影響を受け後述の除荷点が適用できなくなります。

静的押し込み試験 $Tr \geq 500$

急速荷重試験 $500 > Tr \geq 5$

したがって、急速荷重試験では荷重継続時間は縦波が杭体を5往復する時間以上が必要であることとなります。FM急速荷重試験では、この荷重継続時間を得るためにクッション材を使用しています。

FM急速荷重試験に使用するクッション材は、荷重荷重の大きさ・荷重継続時間の長さ等の検討により2種類から選びます。



クッション材として使用
(ウレタンバッファ)

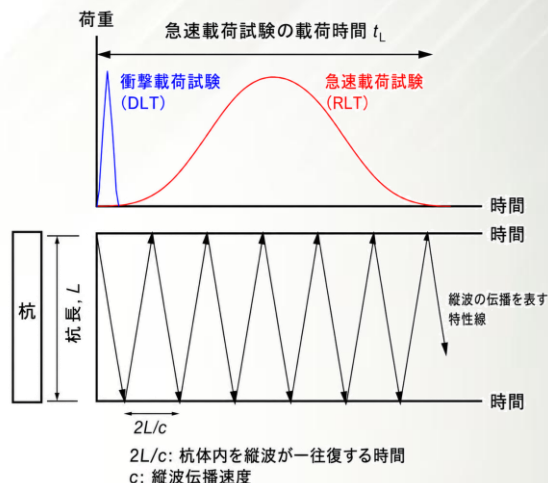


図-2 荷重時間の比較

・測定システム

急速荷重試験における測定項目は、杭頭部の荷重・変位量・加速度です。変位量測定はオランダIFCO社製のODMシステムを使用しています。このシステムは光学式な変位測定器で、杭の変位量を動的に測定できます。ロードセルで荷重を、加速度計で杭体の慣性力を測定します。

ロードセルはP=2MN用から25MN用まで各種用意しています。

加速度の測定は加速度計を用いるか、測定した変位量を2階微分して求めます。

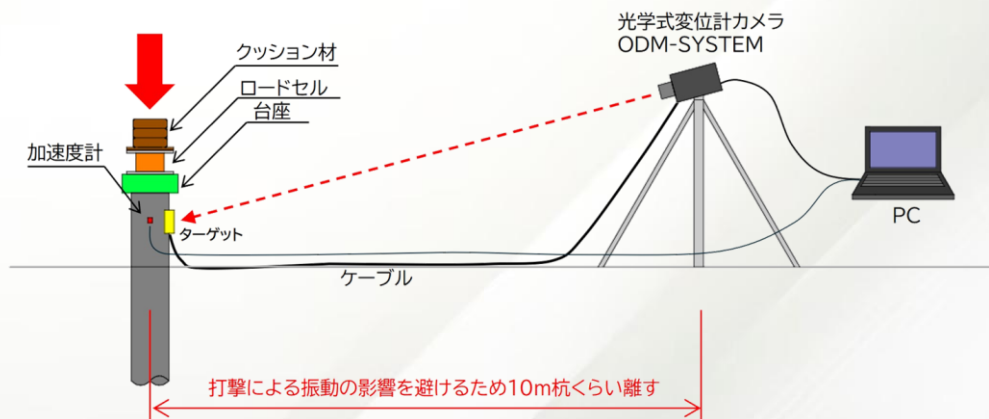
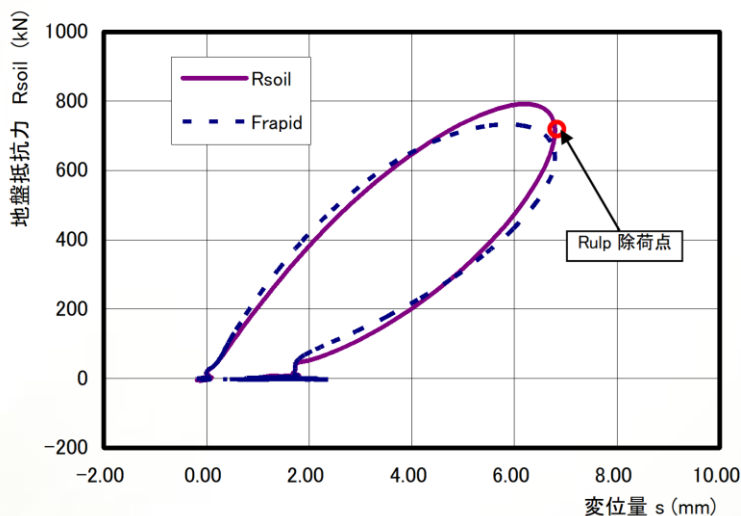


図-3 計測システム

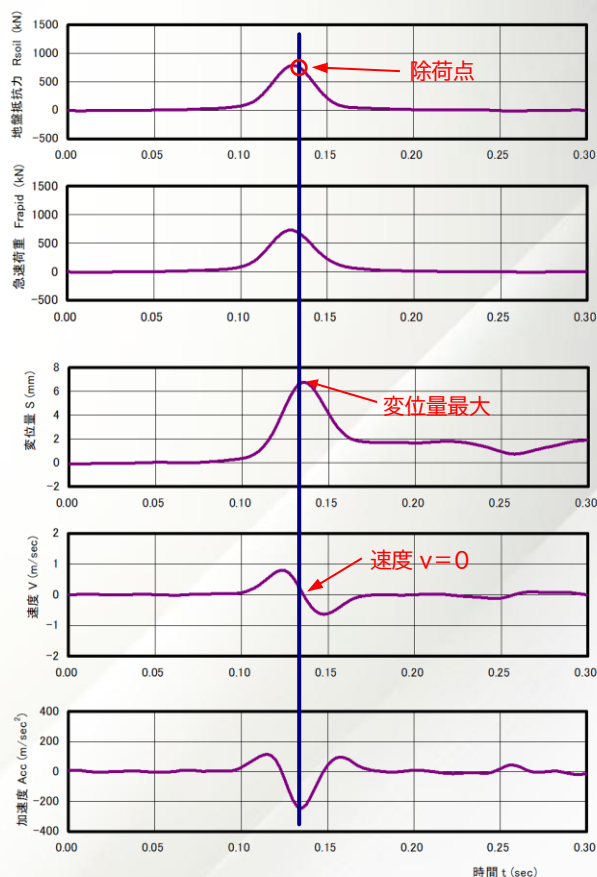
・解析方法

急速載荷試験とは、動的な急速荷重を載荷する試験です。地盤工学会基準では、その急速載荷試験結果から静的抵抗力をもとめるには除荷点法という解析手法を用いると示されています。急速載荷とは、載荷速度に依存する動的抵抗成分(速度が大きいほど動的抵抗成分は増加する)と静的抵抗成分が合わさったものと考えられています。除荷点法とは、杭の最大沈下時 S_{max} のときの荷重を静的抵抗力とするものであり、その荷重を除荷点抵抗力 R_{ulp} と称しています。すなわち、杭の変位量が最大となった時とは杭の変位が下向きから上向きに変化した時であり、その時には杭は静止した状態です。したがって動的な抵抗力は加わっていない(速度 $v=0$)と考え、静的荷重とみなす理論です。最大荷重(ピーク荷重)と除荷点抵抗力 R_{ulp} (静的抵抗力)との比率は、地盤工学会 急速載荷試験法研究会の資料によると最大で20%増し程度です。

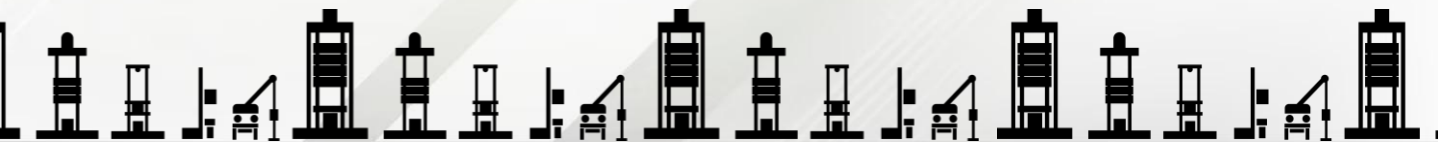
杭長の長い杭の場合など、波動現象の影響を受けると考えられる急速載荷試験は、一次元波動解析法による波形マッチング等の詳細解析にてより精度の高い支持力判定を行うことが出来ます。



図一4 除荷点法による地盤の動的抵抗成分



図一5 測定波形





建築コンサルタント・地盤調査業者 一級建築士事務所・建築業登録

システム計測株式会社

SYSTEM MEASURE CO.,LTD

〒130-0014 東京都墨田区亀沢1-26-4

TEL 03(5611)2500 FAX 03(3625)2100

e-mail main@systemkeisoku.com

H.P. <http://www.systemkeisoku.com>

