

## (5)暗渠（カルバート）

### ア 調査の目的

暗渠（カルバート）は道路や水路等の機能を確保するために、主に盛土と一体的に設けられる地中構造物であるから、カルバートの外力算定の基礎となる盛土の形状、盛土材料の土質性状、基礎地盤の支持力の分布調査及び圧密に関する資料の収集が主目的である。

特に軟弱地盤や高盛土の箇所については入念に調査を行う必要がある。

### イ 調査・計画一般

#### (ア)一般事項

一般に暗渠（カルバート）は、道路の下を横断する道路、水路等の空間を確保するため盛土あるいは原地盤内に設けられる構造物をいう。したがって、その計画に当たっては、まず暗渠（カルバート）が必要になる理由を明確にし、その目的に十分対応できる計画を立てなければならない。また、暗渠（カルバート）の設計に当たっては、道路の計画あるいは設計の中で暗渠（カルバート）を単に構造物として考えるのではなく道路の一部分であると考え、道路の設計・施工に適し、かつ経済的に有利であるものを計画しなくてはならない。

暗渠（カルバート）を合理的かつ経済的に計画、設計、施工を行うためには、地形、地質、土質、周辺構造物、施工条件等について調査を行い、必要な資料を得なくてはならない。

#### (イ)調査・計画の手順

調査・計画の一般的な手順としては、まず暗渠（カルバート）が必要になる理由を明確にし、設置目的をはっきりさせる。次に調査予定区域の近くで行われた地質調査、ボーリング等の既存資料を収集、検討して概略の地層構成を把握し、土質調査を行う際の参考資料とする。また、周辺構造物の調査を行い、その基礎形式や変状の有無等を調べることにより、地層、地盤の支持力及び基礎構造形式に関するある程度の検討が可能となる。同時にその施工記録を調べることにより、施工方法、施工時期、使用材料の検討を行うことができる。

これら既存資料の検討と併せて、次の事項について調査・検討を行い、更に詳細な資料を得た上で、それらを総合的に勘案し、暗渠（カルバート）の計画を進めるとよい。

- ① 必要内空断面
- ② 土かぶり
- ③ 平面形状
- ④ 縦断勾配
- ⑤ 地形及び地質
- ⑥ 施工条件

なお、一般的な暗渠（カルバート）の調査・計画手順を図示すると、**図-2.2.14**のようになる。

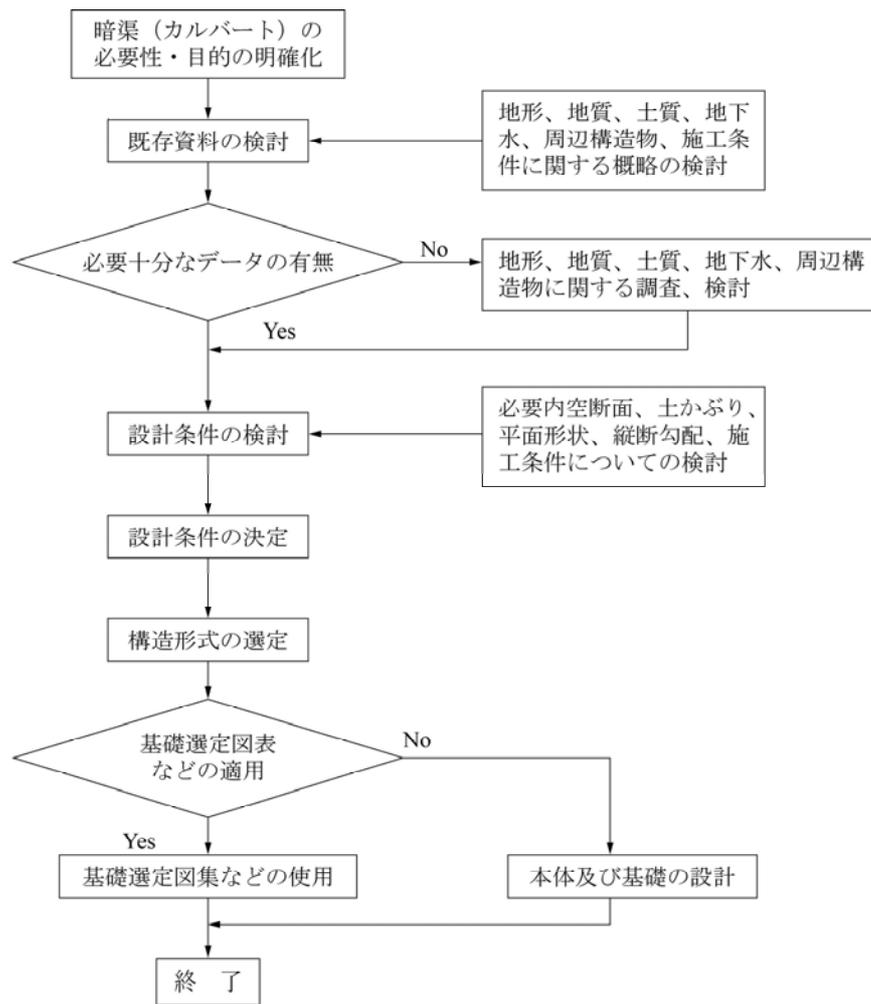


図-2.2.14 暗渠（カルバート）の調査・計画・設計手順

### リ 調査・検討事項

#### (ア) 地形・地質

暗渠（カルバート）の設置位置における地形・地質については、暗渠（カルバート）の設計土圧、基礎形式に影響する次の項目の検討が必要である。

- ① 基礎地盤の支持力
- ② 土圧に影響する範囲の土の性質
- ③ 地層の性状及び傾斜
- ④ 地盤変位量
- ⑤ 地下水の有無、伏流水の系統、方向、水量等

#### (イ) 土質調査

暗渠（カルバート）の設計及び施工に当たり、形状寸法、基礎形式を検討するため、設計・施工の各段階に応じた調査計画に基づき、必要な土質調査を行わなければならない。

この場合の土質調査の項目は、次のとおりである。

- a 外力（土圧）の計算に必要な設計定数を求める調査  
設計に用いる土の単位体積重量を求める調査である。

b 基礎支持力の計算に必要な設計定数を求める調査

地盤が軟弱な場合の基礎形式の検討及び門形カルバート、ボックスカルバートの設計に必要な定数を求めるための調査である。

c 圧密沈下の検討に必要な設計定数を求める調査

地盤が軟弱な場合の圧密沈下を検討するための調査である。

なお、調査すべき深さは、支持力、沈下等に影響する範囲について行うものとするが、支持層下に圧密沈下を生じる地層がないと予想される場合には、一般に支持層となる良質な地盤が連続して存在していることが確認できればよい。

得られたデータは、土質柱状図に整理するとともにばらつきをチェックし、設計に用いる定数を決める。

また、土質調査で実施する試験を大きく分類すると、土の判別分類のための土質試験、土の力学的性質を求めるための土質試験及び現場試験の三つに分けられる。

土の判別分類のための試験は、いわゆる土の物理的性質の試験が主なもので、粒度試験、液性・塑性限界試験等がこれに属し、基礎地盤及び材料としての土を試験によって分類して概略の土の性質を把握するための試験である。

土の力学的性質を求めるための試験は、具体的な設計計算に用いる土の定数を求める目的で行われ、一軸圧縮試験、三軸圧縮試験等の土の強度試験や圧密試験等がこれに含まれる。

現場試験には、 $N$  値を求めるための標準貫入試験、地盤の支持力を求めるための平板載荷試験、土の湿潤密度試験等があり、設計計算に必要な諸定数を提供する。

表-2.2.9 に、一般的な土質調査の試験項目を示すが、特殊な構造及び施工に際しては、必要に応じて他の試験項目も適宜追加して検討を加えるものとする。

なお、調査位置については、現地の状況に応じて適切な位置を選定するものとする。

表-2.2.9 土質調査の種類<sup>1)</sup>

試験の項目	ボーリング	サンプリング	サウンディング			物理試験			力学試験				原位置試験			得られる定数	調査頻度
			標準貫入試験	静的コーン貫入試験	スクリーヌウェイト貫入試験	土粒子の密度試験	含水比試験	粒度試験	土の締めめ試験	液性・塑性限界試験	一軸圧縮試験	三軸圧縮試験	圧密試験	土の湿潤密度試験	平板載荷試験		
調査の項目																	
土圧の計算及び土質特性の確認						○	○	○	○	○	○	○	◎				$\gamma, c, \phi, w, w_L, w_P$
基礎地盤支持力の計算	◎	◎	◎	△	△	○				◎	◎		◎	○			$c, \phi, q_u, N$ 値
圧密沈下の計算	◎	◎		△	△	○	◎		◎			◎					$C_c, C_v, m_v$
試料の種類						乱した	乱した	乱した	乱した	乱した・粘性土	粘性土		粘性土				

注) ◎：特に有効な調査方法 ○：有効な調査方法 △：場合によっては用いられる調査方法

(6) 橋梁

ア 一般事項

農道橋の設計、施工に当たって、基礎資料を得るための調査項目は構造の規模又は重要度において異なるが、一般には次のような調査が特に必要となる。

- ① 設計、施工の基本となる地形、地質、地盤調査
- ② 河川改修計画、河川状況等近辺状況調査
- ③ 施工のための立地条件及びその他騒音、振動の影響等環境条件調査

なお、これらの調査に当たっては、既存資料又は近接構造物の状況等を十分把握の上、更に必要とされる詳細な調査を行うものとする。

イ 調査項目

(ア) 地形調査

この調査は、農道橋の規模（橋長、幅員）及び架橋位置等を決定するために行う基礎的な調査で、一般的には次のような内容について行う。

- ① 平面測量の実施（架橋位置を中心にして、上下流各 100m、 $S=1:500$  程度）
- ② 縦断測量（最深河床）
- ③ 横断測量（護岸位置）

## (イ) 地質調査

地質調査は、市販されている地質図等に基づき、その概要を把握して下部工の位置の選定、構造形式選定、支持層の推定等既存資料により架橋地点の地盤の総括的状況を知るために行うものと、直接現地踏査や電気探査、地震探査等で詳細な資料を得るための現地調査がある。

## (ウ) 地盤調査

地盤調査は架橋地点の基礎地盤の性質について、その構成、支持力、地下水位等の資料収集、試験等により調査するものである。

その調査すべき内容は、

- ① 地盤を構成する各土層の深さ、厚さ、土性
- ② 土層のせん断強度（支持力）、圧縮性、透水性
- ③ 地下水位の位置

であり、橋梁の構造設計と工法検討等に必要な地盤の工学的数値を得ることを目的としている。したがって、この調査では、構造物の規模等に応じてボーリング、標準貫入試験、サウンディング、試掘、杭打試験等の本格的調査が必要となる。

## (エ) 河川状況調査

河川状況調査は、現状及び将来（改修計画を含めて）の河川勾配や河川横断形状、堤防の断面形状、近接の河川工作物、流量、流速、高水位、低水位等について行うものである。

特に橋梁の設置に伴う河床変動、治水、利水への影響等に留意して調査する必要がある。

## (オ) その他、調査

## a 気象調査

気象調査は、温度変化、風荷重、雪荷重の決定や、施工時期及び工法の選定を目的とし、温度、風速、積雪、天候等について行うものである。

## b 地震調査

地震調査は、設計震度の決定を目的とし、地震記録や震害記録等について行うものである。

## c 施工条件調査

施工条件調査は、工事用道路使用可能条件、交差物による制約条件等について行うものであり、次のような内容について検討する。

- ① 工事用地
- ② 工事用資材の運搬方法
- ③ 架設構造物の施工方法
- ④ 騒音、振動等第三者に与える影響

## d 橋梁添架物調査

橋梁添架物調査は、農業水利施設、上下水道、電気、ガス等添架物の有無と設計重量の決定を目的とする。

## e 腐食調査

腐食調査は、使用材料の選定や、鍍代、防錆方法の決定等を目的とし、既設構造物の腐食状況等について行うものである。

橋梁工の一般的調査項目を、以下の表-2.2.10、表-2.2.11 に示す。

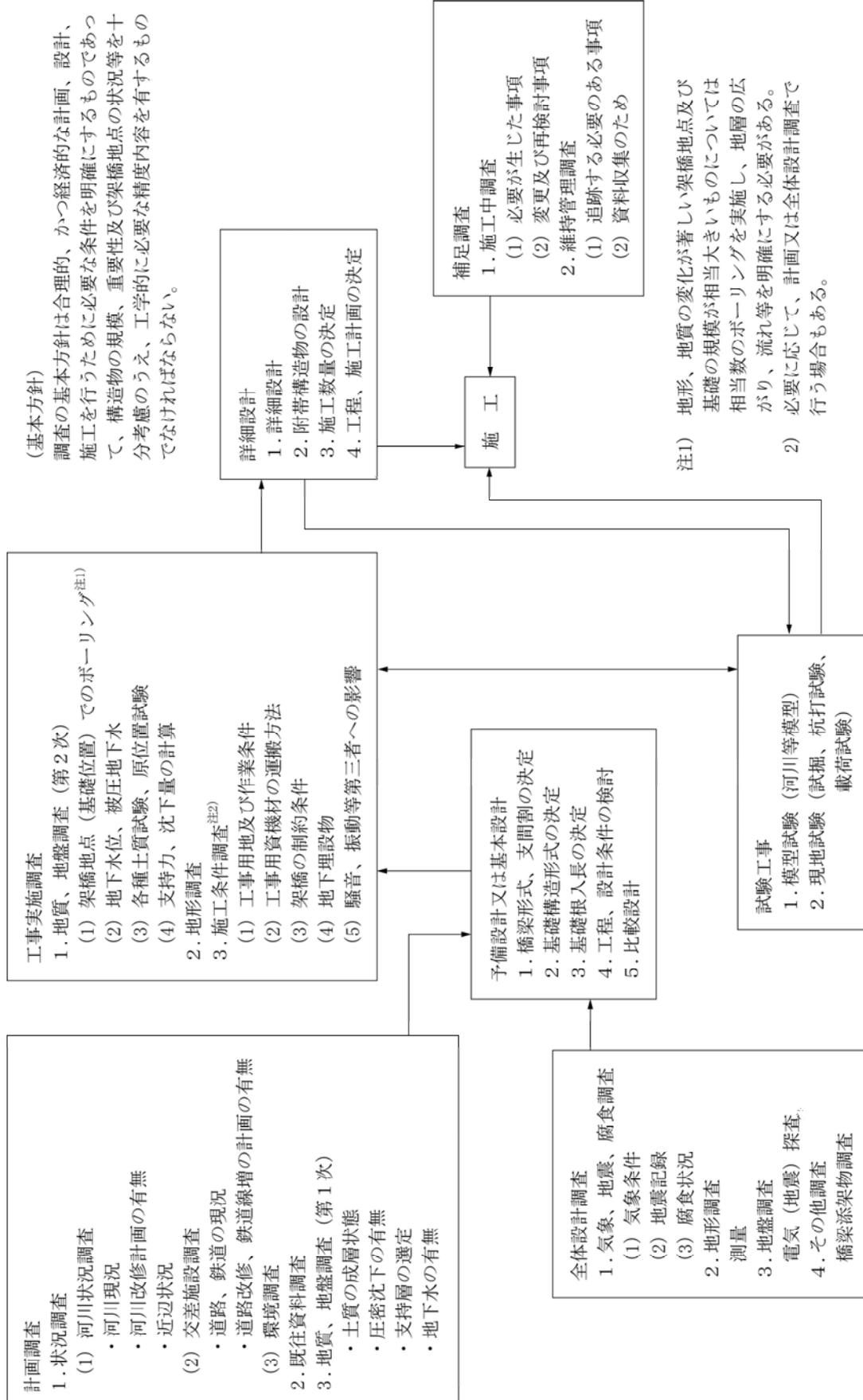


図-2.2.15 調査のフローチャート

表-2.2.10 土質調査一覧表

	調査名称	調査から求められる事項	適応土質地盤	結果の利用	参考事項 (規格、その他参考となること)
物理探査	電気探査	比抵抗： $\rho$ 見かけの比抵抗： $\rho_{aci}$	地盤～岩盤	土層構成・地盤の帯水状態の推定	地盤調査の方法と解説第3編第5章
	弾性波探査	P波速度： $V_p$ S波速度： $V_s$ 、ヤング率： $E$ 、剛性率： $G$ 、ポアソン比： $\nu$ 、体積弾性率： $K$ 、速度分布	地盤～岩盤	地盤の硬軟の判定 動的定数の把握	地盤調査の方法と解説第3編第4章第9章
ボーリング	オーガ式ボーリング	土層構成 地下水位の位置	礫を除く土	土層構成の確認 攪乱試料の採取	乱した試料を簡単に採取できる 可能深度は一般に5mで深さ3mく らいの調査に適す 地盤調査の方法と解説第4編第4章
	ロータリボーリング	土層・岩盤構成 透水路、被圧地下水の位置	地盤～岩盤	サンプリングや孔内原位置 試験に用いる層構成の確認	岩盤はコアボーリングによる 地盤調査の方法と解説第4編第3章
サウンディング	ポータブルコーン貫入試験	静的コーン貫入抵抗： $q_c$	軟らかい地盤	土層の硬軟、縮まり具合、 土層構成等の推定	JGS 1431 地盤調査の方法と解説第6編第5章
	簡易動的コーン貫入試験	動的コーン貫入抵抗： $N_a$	全ての地盤	地盤の強さを推定 $N$ 値の推定	JGS 1433 地盤調査の方法と解説第6編第3章
	標準貫入試験	$N$ 値	全ての地盤	土層の硬軟、縮まり具合、土 層構成等の判定、支持力の推 定	JIS A 1219 地盤調査の方法と解説第6編第2章
	スクリュウウエイト貫入試験	荷重の大きさ： $W_{aw}$ 半回転数： $N_{aw}$	中位の硬さの粘性土、砂質土	土層の硬軟、縮まり具合の推 定	JIS A 1221 地盤調査の方法と解説第6編第4章
	現位置ベーンせん断試験	原位置におけるせん断強さ： $\gamma_r$	特に軟弱な粘土	安定解析や支持力の計算、鋭 敏比の推定	JGS 1411 地盤調査の方法と解説第6編第8章
サンプリング	固定式ピストン式シンウォールサンプラーによる土資料の採取	乱さない試料の採取	粘性土	室内土質試験の結果から基 礎の沈下、支持力、安定解析	JGS 1221 地盤調査の方法と解説第5編第4章
	多重管サンプラーによる土試料の採取	乱さない試料の採取	砂質土	室内土質試験の結果から密 度、透水性係数、縮まり具合、 動的力学特性等の把握	JGS 1222 地盤調査の方法と解説第5編第5章
地下水調査	単孔を利用した透水試験	自然地下水位 透水性係数： $k$	シルト層～砂質土層	湧水量や地下水位低下量を 求める、排水用井戸の設計、 薬注効果の判定	JGS 1314 地盤調査の方法と解説第7編第3章
	揚水試験	自然地下水位 貯留係数： $S$ 透水量係数： $T$	砂質土層～礫 含土層	帯水層の透水性、貯留性、湧 水性の算定、排水用井戸の設 計	JGS 1315 地盤調査の方法と解説第7編第3章
	不飽和地盤の透気試験	土中ガス透過度： $k_a$ 噴発の有無 酸欠空気の有無	全ての地盤	ケーソン沈設、圧気シールド 等圧気工法の設計	JGS 1951 地盤調査の方法と解説第11編第10章
載荷試験	平板載荷試験	地盤反力係数： $k_v$ 極限支持力： $Q_u$ 地盤の変形係数： $E_n$	地盤～軟岩	基礎地盤の許容支持力と沈 下量	JGS 1521 地盤調査の方法と解説第8編第3章
	孔内水平載荷試験	地盤の変形係数： $E_n$ 地盤の反力係数： $K_n$	地盤～軟岩	基礎の沈下、横方向の変形解 析、支持力の推定	JGS 1531 地盤調査の方法と解説第8編第2章
	杭の載荷試験	杭の鉛直支持力 鉛直ばね定数： $k_v$	全ての地盤	杭の鉛直設計支持力とばね 定数の推定	JGS 1811、1812、1813、1814 杭の鉛直載荷試験方法・同解説
動的載荷試験	簡易支持力測定器 (キャスポル)	衝撃加速度： $I_a$	砂質土地盤、 粘性土地盤	地盤の許容支持力度の推定、 路床のCBR値の確認	舗装調査・試験法便覧 S043-2 簡易支持力測定器による試験方法
	小型FWD	地盤反力係数： $K_{p.FWD}$	全ての地盤	地盤の剛性評価、CBR値の推 定、一軸圧縮強度の推定	舗装調査・試験法便覧 S043-3 FWD及び小型FWD運用の手引き
環境計測	砂置換法による土の密度試験	湿潤密度： $P_t$ 含水比： $w$ 乾燥密度： $P_a$	粒径53mm 以下の地盤	土の基本的性質の計算 縮まり具合の判定	JIS A 1214 地盤調査の方法と解説第9編第2章
	突き砂による土の密度試験	湿潤密度： $P_t$ 含水比： $w$ 乾燥密度： $P_a$	粒径150mm 以下の地盤	土の基本的性質の計算 縮まり具合の判定	JGS 1611 地盤調査の方法と解説第9編第3章
	土中土圧と間隙水圧の測定	全垂直応力： $\sigma_v$ 全水平応力： $\sigma_h$ 動的土圧 間隙水圧	全ての地盤	土圧係数を求める。上構造物 の応力状態を知り、安全性の 確認 圧密の進行を計算、全応力か ら有効応力を知る解析、地下 水位の推定	地盤調査の方法と解説第10編第6章
	地表面の変位測定	地表面及び地中における鉛直・ 水平変位、すべり面の位置	全ての地盤	沈下の予測、盛土、掘削工事 の管理、斜面崩壊発生時刻の 予知	地盤調査の方法と解説第10編第2章

(土質調査実習書・(公社)地盤工学会)

注) JIS：日本産業規格 JGS：(公社)地盤工学会基準 地盤調査の方法と解説

表-2.2.11 土質試験法

試験の名称	試験から求める値	試料の状態	結果の利用	規格
<b>A. 土の物理的性質試験</b>				
土粒子の密度試験	土粒子の比重： $G_s$	乱した試料	土の基本的性質（間隙比・飽和度）の計算	JIS A 1202 JGS 0111
土の含水比試験	含水比： $w$	含水量が変化していない試料	土の基本的性質の計算	JIS A 1203 JGS 0121
土の粒度試験	粒径加積曲線 有効径： $D_{10}$ 均等係数： $U_c$ 曲率係数： $U_c'$	乱した試料	粒度による土の分類材料としての土の規定	JIS A 1204 JGS 0131
土の液性限界試験	液性限界： $w_l$ 流動指数： $I_f$	乱した試料	コンシステンシーによる土の分類 土の工学的性質の推定	JIS A 1205 JGS 0141
塑性限界試験	塑性限界： $w_p$ 塑性指数： $I_p$ コンシステンシー指数： $I_c$			
収縮定数試験	収縮限界： $w_s$ 収縮比： $R$ 体積変化： $C$			
団粒分析試験 水中ふるい分け法	団粒百分率（粒度）	乱さない試料	土質安定処理の効果の判定 作物の生育適地の判定	
密度試験	湿潤密度： $\rho_t$ 乾燥密度： $\rho_d$	乱した試料 乱さない試料	土の基本的性質の計算 地盤の締固め度の判定	JIS A 1225 JGS 0191
<b>B. 土の化学的性質試験</b>				
土懸濁液pH試験	pH pH (KCl)	できるだけ原位置土	腐食性の判定 安定処理材の選定	JGS 0211
強熱減量試験	強熱減量： $L_i$	空気乾燥試料	有機物含有量50%以上の有機物の判定 泥炭の有機物含有量の判定	JIS A 1226 JGS 0221
<b>C. 土の力学的性質試験</b>				
透水試験 定水位透水試験 変水位透水試験	飽和土の透水係数： $k_r$	飽和状態の土	浸透・透水性に関する設計、計算	JIS A 1218 JGS 0311
土の圧密試験	間隙比－荷重曲線 体積圧縮係数： $m_v$ 圧縮指数： $C_c$ 圧密降伏応力： $p_c$ 時間－圧密度曲線 密度係数： $c_v$ 一次圧密比： $r$	乱さない試料	粘性土層の沈下量の計算 粘性土層の沈下速さの計算	JIS A 1217 JGS 0411
一面せん断試験	定まった面のせん断抵抗 せん断抵抗角： $\phi_d$ 粘着力： $c_d$	乱さない試料 乱した試料	基礎、斜面、擁壁等の安定計算	JGS 0560 JGS 0561
有機物含有量試験 （重クロム酸法）	有機物含有量	空気乾燥試料	土質改良の基礎知識泥炭を除く有機物含有量50%以下の判定	JGS T 231
土の一軸圧縮試験	一軸圧縮強さ： $q_u$ 粘着力： $c_u$ 鋭敏比： $S_r$ 応力－ひずみ関係	乱さない試料 乱した試料 （粘性土）	同上	JIS A 1216
土の三軸圧縮試験	側圧に応ずる圧縮強さ せん断抵抗角： $\phi_u$ 、 $\phi_{cu}$ 、 $\phi_d$ 粘着力： $c_u$ 、 $c_{cu}$ 、 $c_d$ 応力－ひずみ関係	乱さない試料 乱した試料	同上	JGS 0520～0527 JGS 0530 JGS 0541～0542
突固めによる土の締固め試験	含水比－乾燥密度曲線 最大乾燥密度： $\rho_{dmax}$ 最適含水比： $w_{opt}$ 相対密度： $D_r$	乱した試料 砂質土	路盤及び盛土の施工方法の決定、施工の管理	JIS A 1210
CBR試験	CBR 設計CBR 修正CBR	原位置土 乱さない試料 乱した試料	たわみ性舗装厚の設計 路盤の設計	JIS A 1211

注) JIS：日本産業規格 JGS：(公社)地盤工学会基準 ASTM：米国材料規格 BS：British Standards