

راهنمای تعیین مشخصات محل برای اهداف طراحی مهندسی و ساخت

معرفی

اکتشاف و تعیین مشخصات مصالح زیرسطحی شامل تکنیک های ساده و پیچیده است که ممکن است توسط فرایندهای مختلفی انجام شده و به طور متنوعی تفسیر گردد. این مطالعات اغلب مختص محل بوده و تحت تاثیر تنظیمات جغرافیایی و زمین شناسی^۱، اهداف اکتشاف، الزامات طراحی برای اهداف پروژه و تجربه و آموزش و مهارت فرد بررسی کننده است. این راهنما از زمان ارائه نسخه 1987 به طور گسترده بازنویسی شده و توسعه داده شده است. مواد برای مشخص سازی و تفسیر مفاهیم ارائه شده است. چندین استاندارد ASTM مرجع داده شده و فهرستی از مراجع غیر ASTM ضمیمه شده است.

این مدرک راهنمایی برای انتخاب استانداردهای متعدد ASTM است که برای بررسی خاک، سنگ و آب زیرزمینی برای پروژه هایی که درگیر ساخت و ساز سطحی و زیرسطحی^۲ هستند، آورده شده است. تلاش شده تا پیوستگی مساله بهبود یابد و برنامه ریزی اساسی برنامه تعیین مشخصات محل پیش برده شود. از آنجایی که شرایط زیرسطحی در محل مشخص نتیجه ترکیبی از عوامل طبیعی، زمین شناسی، توپوگرافی و آب و هوایی و تغییرات تاریخی طبیعی و بشر است، برنامه اکتشاف پیوسته داخلی و کافی بررسی نتایج این تاثیرات را ممکن می سازد.

1. مقدمه

1.1 این راهنما مربوط به روش ASTM که به وسیله آن شرایط خاک و سنگ و آب زیرزمینی تعیین می شود، است. هدف بررسی باید تعیین و موقعیت یابی، افقی و عمودی، انواع خاک ها و سنگ ها و حضور آب زیرزمینی در محل و تعیین مشخصات مصالح زیرسطحی با نمونه گیری یا آزمایش در محل باشد.

1.2 تست آزمایشگاهی نمونه های خاک، سنگ و آب زیرزمینی توسط استانداردهای دیگر ASTM مشخص شده که در اینجا آورده نشده است. بررسی های زیرسطحی برای اهداف محیطی موضوع یک ASTM دیگری خواهد بود.

1.3 قبل از انجام هر نوع بررسی، محل باید از منظر وجود تاسیسات زیرزمینی بررسی شود. اگر مدرکی دال بر خطر احتمالی یا به هر نحوی وجود مواد آلوده در صورت بررسی وجود داشته باشد، کار باید تا زمانی که شرایط ارزیابی شود و دستورالعمل ها بازبینی شود، تعطیل گردد.

1.4 مقادیر (SI) اینچ-پوند باید استاندارد در نظر گرفته شود.

1.5 این راهنما مجموعه سازمان یافته از اطلاعات یا یک مجموعه از انتخاب ها را ارائه می کند و مسیر کار مشخصی را پیشنهاد نمی کند. این سند نمی تواند جایگزین علم یا تجربه شود و باید با قضاوت حرفه ای همراه باشد. تمام جوانب این راهنما قابل استفاده در تمام کارها نیست. این استاندارد برای ارائه یا جایگزینی استاندارد ایمنی تعیین نشده است و نباید این سند بدون ملاحظه جوانب خاص پروژه استفاده شود. کلمه استاندارد در این عنوان این سند تنها به این معنی است که این سند از طریق فرایند اجماع ASTM ارائه شده است.

1.6 این راهنما ادعایی در مورد بیان تمام جوانب ایمنی ندارد، اگر هم باشد مرتبط با کاربرد آن است. این مسئولیت کاربر این استاندارد است که ایمنی و سلامت مناسب را تامین کرده و قابلیت کاربرد محدودیت های مقرراتی را قبل از استفاده تعیین نماید.

2. اسناد مرجع

2.1 استانداردهای ASTM:

C119 عبارت شناسی مربوط به سنگ ابعادی

C294 فهرست اصطلاحات برای اجزاء دانه های معدنی طبیعی

C851 مساله تعیین سختی^۳ خراش دانه های درشت

D75 مساله نمونه گیری از دانه ها

D653 عبارت شناسی مربوط به خاک، سنگ و سیالات محتوی

D1194 روش آزمایش ظرفیت باربری خاک برای بار استاتیک و پی

D1195 روش آزمایش برای آزمایشات تکراری صفحه بار استاتیکی خاک و اجزای منعطف روسازی^۴، برای استفاده

در ارزیابی و طراحی روسازی فرودگاه و بزرگراه

D1196 روش آزمایش برای آزمایشات غیرتکراری صفحه بار استاتیکی خاک و اجزای منعطف روسازی برای

استفاده در ارزیابی و طراحی روسازی بزرگراه و فرودگاه

D1452 مساله اکتشافات خاک و نمونه گیری به روش گمانه اوگری

D1586 روش آزمایش برای آزمایش ارائه و نمونه گیری به روش لوله کوبی در خاک

D1587 مساله نمونه گیری به روش لوله های جدارنازک در خاک

D2113 مساله مغزه گیری از سنگ و نمونه گیری از سنگ برای اکتشافات صحرایی

D2487 طبقه بندی خاک ها برای اهداف مهندس (سیستم طبقه بندی خاک متحد)

D2488 مساله توصیف و مشخص سازی خاک ها (روند دستی – بصری)

D2573 روش آزمایش برای آزمایش برش پره^۵ در خاک چسبنده

D2607 طبقه بندی کود گیاهی، خز، گیاهخاک و محصولات مرتبط

D3017 روش آزمایش برای درصد رطوبت خاک و سنگ در محل توسط روش های هسته ای (کم عمق)

hardness³

pavement⁴

Vane shear⁵

D3213 مساله مدیریت، انبار کردن و آماده سازی خاک نرم دست نخورده زیرسطحی

D3282 طبقه بندی خاک ها و ذرات تشکیل دهنده خاک برای اهداف ساخت بزرگراه

D3385 روش آزمایش برای نرخ نفوذپذیری خاک ها در محل با استفاده از نفوذسنج های دو حلقه ای

D3404 راهنمای اندازه گیری پتانسیل ماتریسی در ناحیه نیمه اشباع با استفاده از کشش سنج ها

D3441 روش آزمایش برای آزمایشات نفوذ مخروط و مخروط اصطکاکی، شبه استاتیک و عمیق در خاک

D3550 مساله نمونه گیری از خاک با بشکه حلقه ای

D3584 مساله ضمیمه سازی مقالات و گزارشات در مهندسی خاک و سنگ

D4083 مساله توصیف خاک های منجمد (روند دستی-بصری)

D4220 مساله حفظ و انتقال نمونه های خاک

D4394 روش آزمایش برای تعیین مدول تغییرشکل توده سنگ در محل با استفاده از بارگذاری صفحه صلب

D4395 روش آزمایش برای تعیین مدول تغییرشکل توده سنگ در محل با استفاده از روش آزمایش بارگذاری

صفحه منعطف

D4403 مساله استفاده از کرنش سنج در سنگ

D4428 روش آزمایش برای آزمایش لرزش حفره ای

D4429 روش آزمایش CBR خاک در محل

D4452 روش رادیوگرافی اشعه ایکس نمونه های خاک

D4506 روش آزمایش برای تعیین مدول تغییرشکل توده سنگ در محل با استفاده از آزمایش جک شعاعی

D4544 مساله تعیین ضخامت خاک دستی

D4553 روش آزمایش برای تعیین مشخصات خزش⁶ سنگ در محل

D4554 روش آزمایش برای تعیین مقاومت برشی مستقیم ناپیوستگی های سنگ

D4555 روش آزمایش برای تعیین تغییرشکل پذیری و مقومت سنگ سست توسط آزمایش فشار تک محوره^۷ در

محل

D4622 روش آزمایش برای نظارت بر توده سنگ با استفاده از شیب سنج ها

D4623 روش آزمایش برای تعیین تنش در محل در توده سنگ با روش مغزه گیری- گيج تغییرشکل گمانه

USBM

D4630 روش تعیین نفوذپذیری و ذخیره سازی سنگ های با نفوذپذیری کم توسط اندازه گیری های در محل با

استفاده از آزمایش تزریق هد پایدار

D4631 روش تعیین نفوذپذیری و ذخیره ساری سنگ های با نفوذپذیری کم در محل با استفاده از تکنیک فشار

اضافی

D4633 روش آزمایش برای اندازه گیری انرژی موج تنش برای سیستم های آزمایش نفوذسنج دینامیکی

D4645 روش آزمایش برای تعیین تنش در محل تنش با استفاده از روش شکست هیدرولیکی

D4700 راهنمای نمونه گیری از خاک در ناحیه بالای سفره آب زیرزمینی

D4719 روش آزمایش برای آزمایش فشارسنج در خاک ها

D4729 روش آزمایش برای تنش برجا و مدول تغییرشکل با استفاده از روش فلت جک

D4750 روش آزمایش برای تعیین سطح مایعات زیرزمینی در گمانه یا چاه مشاهده ای

D4879 راهمای نقشه ژئوتکنیکی بازشوهای بزرگ زیرسطحی در سنگ ها

D4971 روش آزمایش برای تعیین مدول تغییرشکل برجا سنگ با استفاده از جک گمانه ای قطری بارگذاری شده

76 میلیمتری

D5079 مساله حفظ و انتقال نمونه های مغزه سنگ

D5088 مساله ضدعفونی کردن تجهیزات محلی استفاده شده در محل های زباله های غیرراديواکتیوی

D5092 مساله طراحی و ایجاد چاه مشاهده ای آب زیرزمینی در آبخوان^۸

D5093 روش آزمایش برای اندازه گیری میدانی نرخ نفوذپذیری با استفاده از نفوذسنج دو حلقه ای با حلقه پوشیده داخلی

D5126 راهنمای مقایسه روش های میدانی برای تعیین هدایت هیدرولیکی در ناحیه بالای سفره آب زیرزمینی

D5195 روش آزمایش برای تراکم خاک و سنگ در محل و عمق های زیر سطح توسط روش های هسته ای

E177 مساله استفاده از عبارات دقیق در آزمایش های ASTM

E380 مساله استفاده از سیستم بین المللی واحدها (SI) (سیستم متریک مدرنیزه)

G51 روش آزمایش PH خاک برای استفاده در آزمایش خوردگی⁹

G57 روش اندازه گیری محلی مقاومت خاک با استفاده از روش چهار الکتروود و نر

3. اهمیت و کاربرد

3.1 بررسی کافی خاک، سنگ و آب زیرزمینی اطلاعات مناسب برای تصمیم گیری در مورد یک یا چند مورد زیر به دست می دهد:

3.1.1 موقعیت بهینه سازه، از نظر عمودی و افقی، در ناحیه ارائه شده ساخت و ساز

3.1.2 موقعیت و ارزیابی اولیه منبع قرضه مناسب و دیگر منابع دانه بندی ساخت و ساز

3.1.3 نیاز به گودبرداری خاص و تکنیک های زهکشی متناسب با نیاز به اطلاعات، حتی اگر تقریبی باشد، در توزیع درصد رطوبت خاک یا فشار آب حفره ای یا هردو و بر ارتفاع پیزومتریک و نفوذپذیری آشکار (هدایت هیدرولیکی) لایه های مختلف خاک زیرسطحی.

3.1.4 بررسی پایداری شیروانی در شیب های طبیعی، ترانشه ها و خاکریزها

3.1.5 انتخاب مفهومی نوع خاکریز و الزامات سد هیدرولیکی

3.1.6 انتخاب مفهومی نوع فونداسیون جایگزین و ارتفاع لایه های باربر مربوطه

3.1.7 ایجاد بررسی های زیرسطحی اضافی برای تاسیسات یا سازه های خاص

3.2 بررسی ممکن است مستلزم مجموعه بزرگی از خاک و نمونه های سنگ برای آزمایش برای تعیین طبقه بندی خاک و سنگ یا نوع معدنی آنها یا هر دو باشد و مشخصات مربوطه مهندسی برای طراحی مورد نیاز باشد.

3.3 این راهنما تشریح غیرقابل انعطاف الزامات بررسی نیست؛ روش های گفته شده توسط دیگر استانداردهای ASTM و غیر ASTM ممکن است در برخی شرایط مناسب تر باشند. هدف تامین چک لیستی برای کمک در طراحی نقشه بررسی است.

4. شناسایی محل پروژه

4.1 داده های تکنیکی در دسترس از متن یا از ارتباطات شخصی باید قبل از هر نوع شروع برنامه مرور شوند. این شامل، اما نه محدود به، نقشه های توپوگرافی، عکس های هوایی، عکس های ماهواره ای، نقشه های زمین شناسی، نقشه برداری خاک شهرستان یا گسترده و نقشه برداری منابع معدنی و نقشه های مهندسی خاک که پوشش دهنده منطقه پروژه باشند. گزارشات اکتشافات زیرسطحی اطراف یا پروژه های مجاور باید مطالعه شوند.

تذکره 1- در حالیکه محتویات نقشه ها و گزارشات قدیمی در سایه دانش کنونی منسوخ و کم اعتبار هستند، اما مقایسه قدیم با جدید اطلاعات ارزشمندی را نمایان می کند.

4.1.1 نقشه برداری زمین شناسی ایالات متحده و نقشه برداری های ایالات متعدد منابع اصلی نقشه های زمین شناسی و گزارش منابع معدنی و آب زیرزمینی است.

4.1.2 نقشه برداری خاک وزارت حفظ خاک کشاورزی ایالات متحده، در جایی که مناسب و داده به روز باشد، باید بررسی کننده را قادر سازد تا دامنه مشخصات پروفیل خاک را تا عمق 5 یا 6 فوت (1.5 تا 2 متر) برا هر خاک بررسی کند.

تذکره 2- هر نوع خاک پروفیل خاکی جداگانه به علت سن، مصالح موجود، ترمیم، شرایط آب و هوایی و فعالیت بیولوژیکی دارد. در نظرگیری این عوامل در مشخص کردن انواع متعدد خاک که هر کدام نیازمند ملاحظات خاص مهندسی است کمک می کند. مشخصات مشابه مهندسی خاک در جایی که مشخصات پروفیل های موجود باشد اغلب وجود دارد. تغییر در مشخصات خاک در نواحی مجاور الب نشان دهنده تغییر در مصالح اصلی یا ترمیم است.

4.2 در نواحی که داده های توصیفی به علت کمبود نقشه های زمین شناسی یا خاک محدود باشد، خاک یا سنگ موجود در ترانشه های باز طرف پروژه باید بررسی شوند و پروفیل های متعدد خاک و سنگ یادداشت شوند. یادداشت های صحرایی چنین مطالعاتی باید حاوی اطلاعات گفت شده در بخش 10.6 باشد.

4.3 در جایی که نقشه اولیه پوشش دهنده منطقه پروژه مورد نیاز باشد، می توان بر روی نقش های گردآوری شده از عکس های هوایی که شرایط زمین را نشان می دهند تهیه کرد. توزیع خاک غالب و رسوبات سنگ که احتمالاً در طول بررسی با آن مواجه خواهیم شد را می توان با استفاده از داده های به دست آمده از نقشه های زمین شناسی، آنالیز نوع زمین و بازدیدهای محدود زمینی به دست آورد. مفسران باتجربه عکس می توانند نتیجه بیشتری از داده های زیرسطحی از مطالعه تصاویر اینفراد، رنگی و سیاه و سفید به دست آورند چون شرایط مشابه خاک یا سنگ یا هر دو معمولاً الگوی مشابه ظاهری در نواحی با شرایط آب و هوایی یکسان دارند.

تذکر 3- نقشه اولیه ممکن است به وسیله موقعیت یابی گمانه ها، حفره ها و نواحی نمونه گیری و بازنگری در مرزها مطابق با جزئیات نقشه برداری به نقشه باجزئیات مهندسی تعمیم یابد.

4.4 در نواحی که اطلاعات مستند ناکافی است، برخی آگاهی ها از شرایط زیرسطحی می تواند از مالکان زمین، مقنی های محلی و نمایندگان صنعت ساخت محلی به دست آید.

5. نقشه شناسایی

5.1 طراحی مناسب پروژه و الزامات عملکرد باید قبل از ایجاد نقشه شناسایی نهایی مرور شوند. شناسایی مقدماتی باید برای نشان دادن نواحی که نیاز به بررسی های بیشتر دارند طرح ریزی شوند. یک شناسایی کامل خاک، سنگ و آب زیرزمینی باید موارد زیر را دربر بگیرد:

5.1.1 مرور اطلاعات کافی، هم منطقه ای و هم محلی، تاریخچه زمین شناسی شرایط خاک و سنگ و آب زیرزمینی در موقعیت موردنظر و در مجاورت آن محل.

5.1.2 تفسیر عکس هوایی و دیگر داده های سنجش از دور

5.1.3 شناسایی محل برای مشخص سازی شرایط سطحی زمین شناسی، نقشه برداری چینه شناسی های آشکار و رخ نمون ها، و آزمایش عملکرد سازه های موجود.

5.1.4 بررسی های محلی مصالح سطحی و زیرسطحی توسط نقشه برداری ژئوفیزیکی، گمانه ها یا گودال های آزمایش.

5.1.5 بازیابی نمونه های دست خورده برای تست های طبقه بندی آزمایشگاهی خاک، سنگ و مصالح ساخت محلی. اینها باید با نمونه های دست نخورده مناسب برای تعیین مشخصات مهندسی مربوط به شناسایی انجام گیرد.

5.1.6 مشخص کردن موقعیت سطح سفره آب زیرزمینی یا سفره های آب، اگر سطح آب زیرزمینی آزاد وجود داشته باشد، یا در صورت وجود آب زیرزمینی ارتزین تعیین سطوح پیزومتری. تغییر این موقعیت ها در کوتاه و بلند مدت باید در نظر گرفته شود. لکه هی رنگی لایه های خاک ممکن است نشاندهنده سطح آب زیرزمینی بالای فصلی باشد.

5.1.7 مشخص کردن و ارزیابی موقعیت مصالح مناسب فونداسیون، حتی سنگ بستر یا خاک مناسب باربر.

5.1.8 شناسایی محلی رسوبات خاک و سنگ با رجوع مشخص به نوع و درجه تجزیه آنها (برای مثال، ساپرولیت، کارست، تجزیه شده یا شیل فرونشسته)، عمق آنها و نوع موقعیت ناپیوستگی ساختاری آنها.

5.1.9 ارزیابی عملکرد سازه های موجود، نسبت به مصالح فونداسیون آنها و محیط مجاور محل موردنظر

6. تجهیزات و روندها برای استفاده در شناسایی

6.1 استانداردهای ASTM مربوطه- مساله های D1452, D2113, D4544, D5088, D5092؛ روش D1586 و روش آزمایش D4622, D4633, D4750.

6.2 نوع تجهیزات موردنیاز برای بررسی های زیرسطحی وابسته به عوامل متعددی شامل نوع مصالح زیرسطحی، عمق بررسی، طبیعت منطقه و استفاده از داده های موردنظر است.

6.2.1 اوگر دستی، حفاران چاله، کج بیل، و لوله ران برای بررسی خاک سطحی تا عمق 1 تا 5 متر مناسب است.

6.2.2 تجهیزات گودبرداری خاکی مانند بیل بکپو ها، دراگ لاین، و اوگرهای حفاری (مارپیچی و پاکتی) امکان آزمایش درجا خاک و نمونه گیری از مصالح حاوی دانه های درشت را می دهد. بررسی کننده باید از امکان خرابی لایه باربر احتمالی به علت فشار آب حفره ای نامتوازن در گودبرداری های آزمایشی آگاه باشد.

6.2.3 دستگاه های گمانه زن خاک و سنگ و حفاری و تجهیزات مربوطه ممکن است تا عمق 200 تا 300 فوتی در خاک یا حتی بیشتر در سنگ استفاده شوند.

1.2.4 تجهیزات حفاری چاه ممکن است برای بررسی های عمیق زمین شناسی مناسب باشند. معمولاً نمونه ها به شکل برش های ماسه ای به دست آمده از جریان بازگشتی هستند اما تجهیزات مغزه گیری مناسب هستند.

7. شناسای های ژئوفیزیکی

7.1 استانداردهای مربوطه ASTM- روش های آزمایش D4428 و روش G57.

7.2 تکنیک های سنجش از دور می تواند در نقشه برداری ساختارهای زمین شناسی و ارزیابی تنوع در مشخصات خاک و سنگ کمک کننده باشند. ابزارهای نقشه برداری هوایی و ماهواره ای مانند LANDSAT می تواند برای یافتن و نقشه برداری مصالح زیرسطحی و ساختار زمین شناسی استفاده شوند. تفسیر تصاویر هوایی و ماهواره ای می تواند جوانب مهم زمین شناختی که ممکن است نشانگر گسل ها و شکست ها باشد را مشخص کرده و موقعیت یابی کند. برخی کنترل های زمینی برای تایید اطلاعات به دست آمده از داده های سنجش از دور مورد نیاز است.

7.3 روش نقشه برداری ژئوفیزیکی ممکن است برای تکمیل گمانه ها و داده های رخ نمون و تعبیه بین حفره ها استفاده شود. روش های لرزه ای، رادار نفوذکننده در زمین و مقاومت الکتریکی هنگام اختلافات زیاد در مشخصات مصالح پیوسته زمین به کار گرفته شوند.

7.4 تکنیکهای بازتاب/شکست امواج کوتاه و رادار نفوذ کننده در زمین برای نقشه برداری افق خاک و عمق پروفیل ها، سفره های آب و عمق تا سنگ بستر در بسیاری از حالت ها می توانند استفاده شوند اما عمق نفوذ و کیفیت با شرایط محلی متغیر است. تکنیک های القا الکترومغناطیسی، مقاومت الکتریکی و القا دوقطبی (یا مقاومت ترکیبی) برای نقشه برداری تنوع در درصد رطوبت، افق های رسی، لایه بندی و عمق تا سنگ بستر/آبخوان می توانند استفاده شوند. دیگر روش های ژئوفیزیکی مانند جاذبه، مغناطیس و دمای عمق کم زمین می تواند برای شرایط خاص مفید باشند. روش های عمیق الکتریکی و لرزشی برای نقشه برداری لایه بندی و ساختار سنگ به طور متناوب استفاده می شوند. اندازه گیری های سرعت موج برشی چاله می تواند پارامترهای خاک و سنگ را برای آنالیز دینامیکی فراهم کند.

7.4.1 روش شکست لرزشی می تواند برای تعیین عمق تا سنگ در موقعیت هایی که لایه های متراکم وجود دارند استفاده شود.

7.4.2 روش بازتاب لرزشی در تعیین واحدهای زمین شناسی در عمق زیر 3 متر می تواند مفید باشد. این روش در حضور لایه های با سرعت موج پایین محدود نمی شود و خصوصا در لایه های با تغییر سریع چینه شناسی کاربرد دارد.

7.4.3 روش مقاومت الکتریکی، روش G57، ممکن است مشابهها در تعیین عمق تا سنگ و ناهنجاری ها در پروفیل چینه شناسی، در ارزیابی ساختارهای لایه بندی جایی که لایه متراکم بالای لایه نامتراکم است و در موقعیت مصالح قرضه شن و ماسه یا دیگر منابع مفید باشد. پارامترهای مقاومتی همچنین برای طراحی سیستم های زمینی و محافظت کاتدی برای سازه های مدفون مورد نیاز است.

7.4.4 روش رادار نفوذکننده در زمین می تواند برای تعریف لایه های خاک و سنگ و سازه های دست ساز انسان در عمق 1/3 تا 10 متر مناسب باشد.

تذکره 4- بررسی های سطحی ژئوفیزیکی می تواند راهنمای مناسبی برای تعیین موقعیت گمانه باشد. اگر نهایتا ممکن باشد، تفسیر مطالعات ژئوفیزیکی باید توسط آزمایش گمانه ها صحت سنجی شود.

REFERENCES

- (1) Engineering Geology Field Manual, U.S. Bureau of Reclamation, 1989.
- (2) Dietrich, R. V., Dutro, J. V., Jr., and Foose, R. M., (Compilers), "AGI Data Sheets for Geology in Field, Laboratory, and Office," Second Edition, American Geological Institute, 1982.
- (3) Pelsner, A. (Ed.), "Manual on Subsurface Investigations," American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC.
- (4) Shuter, E. and Teasdale, W. E., "Applications of Drilling, Coring and Sampling Techniques to Test Holes and Wells," Techniques of WaterResources Investigation, Book 2, U.S. Geological Survey, Washington, DC, 1989.
- (5) Keys, W. S., "Borehole Geophysics Applied to Ground Water Investigations," U.S Geological Survey Open-File Report R87-539, Denver, CO, 1988.
- (6) Dowding, C. H. (Ed.), "Site Characterization Exploration," American Society of Civil Engineers, Proceedings of Specialty Workshop, New York, NY, 1978.
- (7) "Earth Manual," U.S. Bureau of Reclamation, Denver, CO.
- (8) "Engineering and Design—Geotechnical Investigation Engineer Manual," EM 1110-1-1804, Headquarters, Department of the Army, Washington, DC, 1984.
- (9) "Agricultural Handbook, No. 436, Soil Taxonomy," Soil Conservation Service, U.S. Dept. of Agriculture, U.S. Printing Office, Washington, DC, December, 1975.