

حفاری و حفاظت از ریزش کانال



مدیریت

بهداشت، ایمنی و محیط زیست

به نام خدا

حفاری و حفاظت از ریزش کانال

۱۳۹۰

تهران: خیابان طالقانی - شماره ۳۷۸ تلفن ۶۶۴۹۱۳۱۱ مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست

عنوان: حفاری و حفاظت از ریزش کانال

تهیه کننده: مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست

ناشر: انتشارات روابط عمومی شرکت ملی پالایش و پخش

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۰

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

فهرست عناوین

۴	پیشگفتار
۵	مقدمه
۵	تعاریف
۶	علل ریزش
۱۰	روش‌های حفاظت از ریزش کانال
۱۶	راه خروج / فرار
۱۸	بازرسی

پیشگفتار

امروزه با وجود دسترسی به دانش، امکانات و فناوری‌های حفاظتی، وقوع حوادث منجر به فوت ناشی از ریزش‌های مربوط به عملیات حفاری و گودبرداری اجتناب‌ناپذیر نیست. این کتابچه با هدف آموزش کارکنان شاغل در پروژه‌های حفاری و گودبرداری و شناخت آنها از علت‌های ریزش دیواره‌های کانال‌ها و گودال‌ها و چگونگی حفاظت در برابر آن تهیه شده است. افزایش آگاهی کارکنان موجب می‌شود تا آنان خطرات گودبرداری را بشناسند و اقدامات حفاظتی لازم را تشخیص دهند یا به کانال‌های حفاظت نشده وارد نشوند تا از این راه، میزان حوادث و مرگ‌های ناشی از گودبرداری کاهش یابد.

مقدمه

آمارها نشان می‌دهد که سالانه در جهان به طور میانگین ۳ تا ۴ حادثه منجر به فوت و ۳۵۰ حادثه مصدوم کننده در پروژه‌های گودبرداری و حفر کانال رخ می‌دهد. بیشتر مرگ و میرهای ناشی از ریزش خاک، بر اثر خفگی یا ضربات حاصل از تکان‌ها رخ می‌دهد.

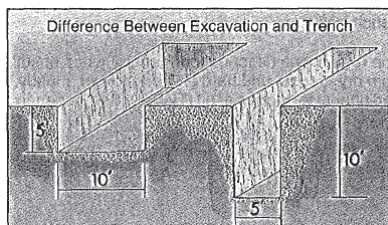
علت‌های اصلی حوادث مصدوم کننده در پروژه‌های گود برداری و حفر کانال:

- سقوط اشیاء، مصالح یا افراد داخل کانال
- زمین خوردن و سقوط افراد داخل کانال
- تخلیه لوله‌ها
- حمل کردن و قرار دادن لوله‌ها و تجهیزات دیگر
- گیر افتادن بین تجهیزات در حال کار
- رویارویی با گازهای سمی، محرک یا گازهای قابل اشتعال

تعاریف

گود: حفره یا گودالی در زمین است که با برداشتن خاک ایجاد می‌شود.

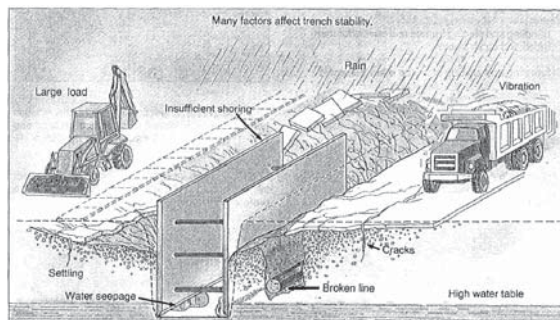
کانال: حفره‌ای است که عمق آن از عرضش بیشتر باشد. شکل (۱) تفاوت بین گود و کانال را نشان می‌دهد.



شکل (۱)

علت‌های ریزش

توجه به این نکته ضروری است که ممکن است در طول کانال‌ها یا گودال‌ها شرایط خاک از بالا به پایین تغییر کند. عوامل بسیاری مانند شکستگی‌ها، آب، ارتعاش هوا، گودبرداری‌ها و خاک برداری‌های قبلی ممکن است بر میزان پایداری کانال تاثیر بگذارند. زمان نیز عامل مهمی است، زیرا بعضی از کانال‌هایی که برای مدت زمان طولانی باز می‌مانند، ناگهان بدون علت مشخصی ریزش می‌کنند.



شکل (۲)

شکل (۲) علل اصلی ریزش کانال را نشان می‌دهد. عوامل اصلی که بر پایداری کانال اثر می‌گذارند عبارتند از: نوع خاک، رطوبت، اضافه بار، گودبرداری‌های گذشته، فونداسیون و آب و هوا
نوع خاک: نوع خاک، مقاومت دیواره‌های کانال را تعیین می‌کند. به طور کلی خاک‌ها به ۴ نوع اصلی تقسیم‌بندی می‌شوند:

خاک نوع اول: خاک خشک با دانسیته بالا که کوبیدن کلنگ در آن سخت است، طوری که آن را به سنگ تشبیه می‌کنند. پس از حفر این خاک، دیواره‌های آن براق است و اگر آب نداشته باشد پایدار باقی می‌ماند. البته پس از گذشت چند روز از حفاری براق بودن خود را از دست می‌دهد و بدون ترک باقی می‌ماند و تنها باد و باران امکان گسیختگی آن را فراهم می‌آورد.

نوع دوم: در مقایسه با خاک نوع اول، کلنگ راحت‌تر وارد این خاک می‌شود، به گونه‌ای که با کمی دشواری توسط بیل مکانیکی می‌توان آن را حفر کرد. دیواره‌های کانال پس از حفر، تا چند ساعت بدون ترک و به طور قائم باقی می‌ماند، ولی در صورت وجود هوا و نور خورشید ترک‌هایی در آن ایجاد می‌شود.

خاک نوع سوم: خاکی است که در حالت خشک به سادگی از میان انگشتان جاری شده و بدون دشواری با بیل مکانیکی برداشته می‌شود. خاک‌های دستی و خاک‌هایی که قبلاً برای عملیات ساختمانی گود برداری شده‌اند بیشتر از این دسته هستند. شایان ذکر است خاک مرطوب و گل‌آلود باعث پایداری می‌شود.

خاک نوع چهارم: این نوع خاک با استفاده از بیل‌های هیدرولیکی به آسانی حفر و از دست جاری می‌شود. رطوبت بالا، این خاک را دچار آسفتگی و ریزش می‌کند. اما باید توجه داشت که شناسایی نوع خاک مستلزم داشتن دانش، مهارت و تجربه است و باید فرد دارای صلاحیت آن را تعیین کند. چون که حتی خاک سخت هم ممکن است درزهایی داشته باشد که آن را در برابر گودبرداری ضعیف و سست کند.

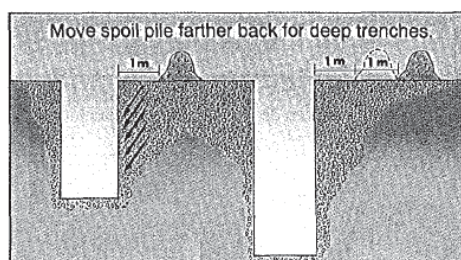
رطوبت: میزان رطوبت موجود در خاک بر مقاومت آن اثر چشمگیری دارد. وقتی کانال حفر شد، لبه‌های باز آن در مجاورت هوا قرار می‌گیرد. بنابراین رطوبت خاک تغییر می‌کند و باعث می‌شود مقاومت خاک کاهش یابد. باید در نظر داشت هر چقدر مدت قرار گرفتن لبه‌های باز کانال با هوا بیشتر باشد، خطر ریزش افزایش می‌یابد.

ارتعاش

ارتعاش حاصل از منابع مختلف نیز ممکن است بر مقاومت و پایداری کانال اثر بگذارد. اغلب ترافیک وسایل نقلیه یا عملیات ساختمانی، حرکت زمین، تراکم^۱، شمع کوبی^۲ و انفجار می‌تواند با اثرگذاری بر مقاومت کانال فرو ریختن آن را موجب شود.

بار اضافه

بار اضافه، بار یا وزن بیش از حدی است که بر پایداری دیواره کانال تأثیر می‌گذارد. برای مثال شمع‌های حفاری شده نزدیک کانال ممکن است نیروی بیش از حدی را به کانال وارد کند. در نتیجه وجود شمع‌ها نیز تأثیر گذارند. ضایعات^۳ باید تا حد ممکن در دورترین نقطه نسبت به لبه کانال قرار گیرد. وسایل نقلیه و یا تجهیزات متحرک نزدیک کانال نیز می‌تواند به دیواره کانال فشار وارد کند و نا پایداری آن را موجب شود. دست کم باید فاصله یک متری از لبه تا پی دیواره حایل^۴ و خاک نخاله رعایت شود. شکل (۳) کمترین فاصله لبه کانال تا توده خاک نخاله را نشان می‌دهد.

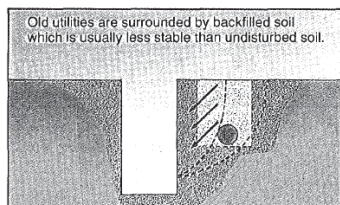


شکل (۳)

1. Compaction
2. Pile Driving
3. Spoil
4. Toe

حفاری‌های گذشته

کانال‌هایی که در گذشته به صورت متقاطع یا موازی کانال جدید، حفر شده است، ممکن است بر مقاومت و پایداری کانال اثر بگذارد.

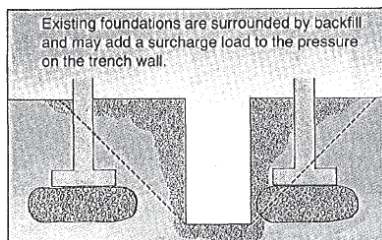


شکل (۴)

خاک بین این دو کانال ممکن است بسیار ناپایدار باشد. بنابراین بهتر است این نوع خاک در دسته سوم تقسیم بندی خاک یعنی خاک نرم و شل با مقاومت داخلی کم قرار گیرد، حتی در برخی شرایط غیرعادی، در دسته چهارم یعنی خاک به کل مرطوب که مقاومت مناسبی ندارد دسته بندی شود. این نوع خاک بدون شمع کوبی یا شیب بندی مقاومت ندارد.

فونداسیون‌های موجود

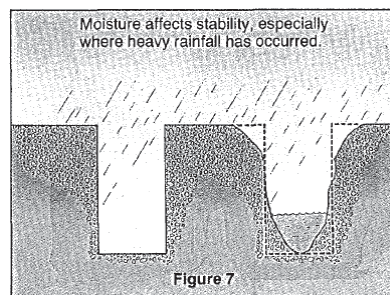
نزدیک بیشتر کانال‌ها و حفره‌ها، ناحیه‌ای وجود دارد که اضافه بار در آن باعث تغییر شرایط خاک و منجر به فروپاشی کانال می‌شود. وقتی فونداسیون ساختمان‌های مجاور کانال یا گود در خطر باشد نتیجه آن فروپاشی کانال و ریزش خواهد بود. در این موارد خاک اغلب از نوع ۳ است.



شکل (۵)

آب و هوا

باران، برف در حال ذوب، زمین یخ زده در حال گرم شدن، جریان‌های جوی، طوفان و فاضلاب همگی شرایط خاک را تغییر می‌دهند. در حقیقت، آب، از هر منبعی می‌تواند نشتی را افزایش و انسجام خاک را کاهش دهد.



شکل (۶)

روش‌های حفاظت از ریزش کانال

برای حفاظت از ریزش کانال ۳ راه اصلی وجود دارد:

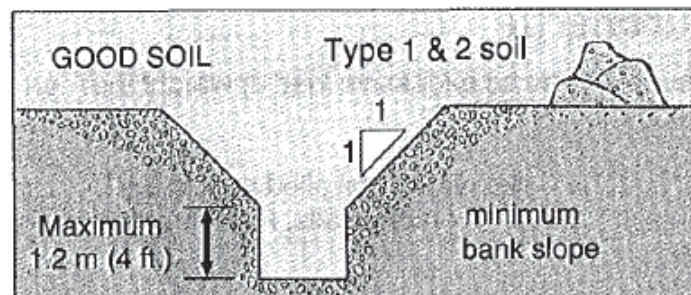
- شیب بندی
- استفاده از اتاقک کانال (سپر ترانشه)
- شمع زنی

هنگام فعالیت‌های کوتاه مثل سرویس اتصالات، حفاری برای زه‌کش‌ها و چاه‌ها ریزش بسیاری از کانال‌ها موجب حوادث مرگ‌آور می‌شود. ولی بسیاری از افراد فکر می‌کنند انجام این کارها آنقدر خطرناک نیست که نیاز به حفاظ برای جلوگیری از ریزش داشته باشد.

لازم است بدانیم به جز در مواردی که خاک به‌طور کامل سفت است، هیچ‌گاه به کانال‌های عمیق‌تر از ۱/۲ متر وارد نشوید، مگر اینکه کانال به خوبی شیب‌دار، شمع کوبی و یا توسط اتاقک کانال حفاظت شده باشد.

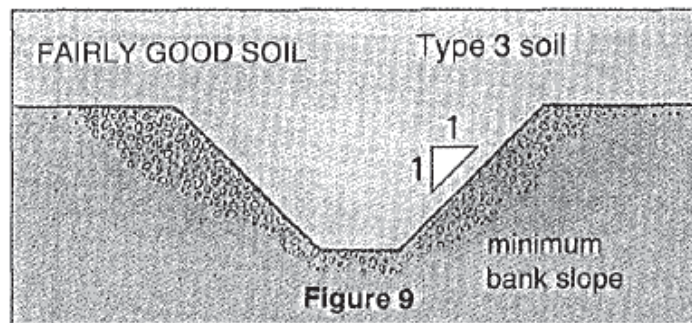
شیب بندی

یک راه برای اطمینان از ریزش نکردن لبه کانال شیب‌بندی دیواره کانال است. در جایی که فضا و امکانات اجازه شیب‌بندی دیواره کانال را می‌دهد، زاویه شیب را جنس و شرایط خاک تعیین می‌کند. (شکل‌های ۷، ۸ و ۹) برای خاک‌های نوع ۱ و ۲ خاک به نسبت ۱×۱ یعنی زاویه ۴۵ درجه، عقب کشیده می‌شود. کانال باید از ۱/۲ متری کف آن، شیب‌دار شود.



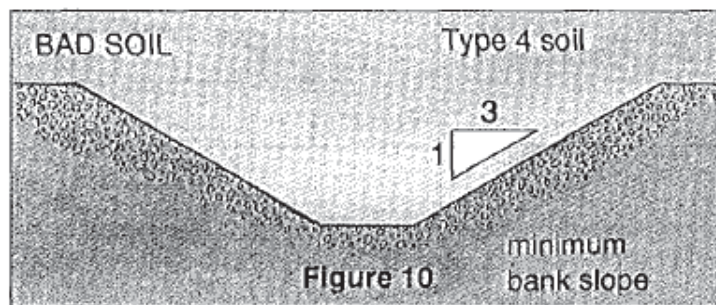
شکل (۷)

برای خاک نوع ۳ و ۴ نسبت ۱ به ۱ یعنی با زاویه ۴۵ درجه از کف کانال، خاک را عقب بکشید.



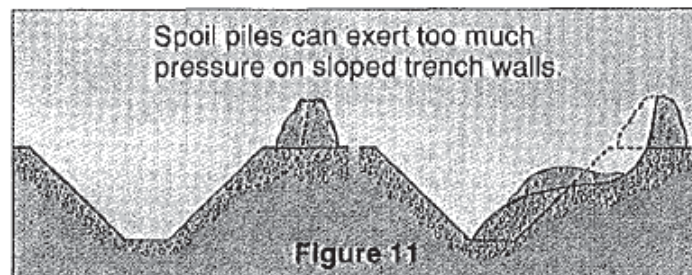
شکل (۸)

برای خاک نوع ۴، خاک را به نسبت ۳ به یک عقب بکشید یعنی به ازای هر یک متر از عمق کانال تا ۳ متر خاک را عقب بکشید.



شکل (۹)

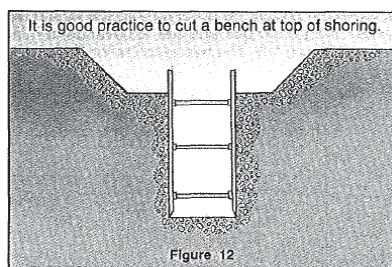
با وجود این که شیب بندی دیواره کانال احتمال ریزش را کاهش می دهد ، ولی زاویه باید مناسب باشد تا از ریزش خاک به علت لغزیدن و اعمال فشار بر دیواره کانال جلوگیری کند.



شکل (۱۰)

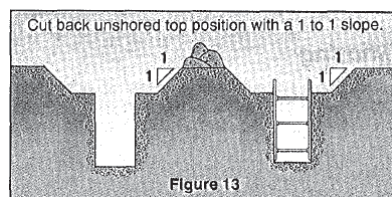
بیشتر شیب بندی ها با شمع گذاری یا اتاقت کانال همراه است تا خاک بالای ناحیه حفاظت شده را عقب بکشد.

همچنین از آنجا که خاک نوک تپه ها ممکن است فشار زیادی به لبه کانال وارد کند و موجب ریزش آن شود از این رو پس از شیب بندی، قله های ایجاد شده را باید بریده و صاف کرد تا از ریزش جلوگیری شود.



شکل (۱۱)

اگر شیب بندی فقط برای لبه بالای کانال انجام می‌شود، این بخش باید ابتدا با نسبت ۱×۱ شیب‌دار شود. آن‌گاه برای قسمت‌های پایین‌تر، از اتاقک استفاده شود.



شکل (۱۲)

اتاقک‌های کانال

اتاقک‌های کانال در اصل برای شمع زنی یا تقویت همگی دیوارهای کانال استفاده نمی‌شود، بلکه آنها ابزاری هستند که در زمان ریزش کانال از کارگر محافظت می‌کند. اگر زمانی فضای بین اتاقک و دیوار کانال پر شد، اتاقک‌های کانال قادرند از دیوار کانال حفاظت کنند.

نقشه‌های طراحی شده توسط متخصص و مشخصات اتاقک‌های کانال باید توسط یک مهندس با تجربه امضا و تایید شود و او باید ناظر کار پیمانکار باشد. اتاقک‌های کانال اغلب برای حفاظت از کارگر در کانال‌های حفاری شده‌ای به کار می‌رود که لبه آنها شیب‌دار نشده است. کانالی که به خوبی طراحی شده

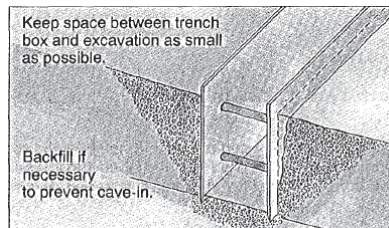
باشد، توان مقاومت در برابر حداکثر نیروی خارجی وارد شده به اتاقک بستگی به عمق کانال و شرایط خاک دارد.

از اتاقک‌های کانال بیشتر در محوطه‌های باز استفاده می‌شود. لبه‌ی کانال‌هایی که نزدیک تجهیزات، خیابان یا ساختمان‌ها واقع شده‌اند، به‌طور حتم باید شیب‌دار شود.

در تمام مدتی که کارگر در کانال قرار دارد، باید اتاقک داخل کانال قرار داشته باشد. باید در نظر داشت هنگام جابه‌جایی اتاقک، کارگر بیرون از کانال باشد. به علاوه یک نردبان نیز در تمام مدت در داخل اتاقک کانال نصب باشد و حفاری باید طوری انجام شود که بین اتاقک کانال و دیواره کانال کمترین فاصله ممکن به وجود آید. فاصله‌ی کم موجب می‌شود که :

۱- امکان دسترسی بهتری را به بالای اتاقک فراهم سازد.

۲- هنگام ریزش دیواره کانال، حرکت خاک را به حداقل رساند.



شکل (۱۳)

شمع‌گذاری

شمع‌گذاری روشی است که باعث می‌شود دیوار کانال تقویت و حمایت شود تا از حرکت خاک، تجهیزات، زیر زمین و فونداسیون‌ها جلوگیری کند. نباید شمع‌گذاری را با اتاقک اشتباه گرفت. چرا که اتاقک کانال تنها امکان حفاظت کارگر را فراهم می‌کند ولی قادر به تقویت دیوار کانال در مقابل ساختارها، تجهیزات و فونداسیون‌ها و... نیست.

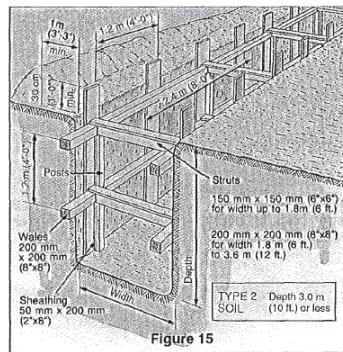
اغلب از دو نوع شمع‌گذاری استفاده می‌شود. شمع‌گذاری با الوار و شمع‌گذاری هیدرولیکی که در هر دوی آنها تیرک‌های افقی، عمودی و بست، استفاده و صفحه‌گذاری می‌شود. در شکل‌های ۱۴ و ۱۵ اجزاء، ابعاد و سایر الزامات شمع‌گذاری با الوار در کانال‌ها نشان داده شده است.

شمع‌گذاری هیدرولیکی یعنی استفاده از بست‌ها یا تیرهای افقی پیش ساخته آلومینیومی یا فولادی که بر خلاف آنچه که از نامش پیداست به صورت هیدرولیکی کار نمی‌کند. برخی از آنها با جک‌های دستی یا جک‌های عمل‌کننده با هوا حفاظت می‌شوند. نقشه‌های طراحی و مشخصات شمع‌بندی هیدرولیکی باید در سایت نگه‌داری شود. یکی از مزیت‌های عمده شمع‌بندی هیدرولیکی نسبت به شمع‌بندی با الوار، امنیت استفاده از آن هنگام نصب است، چون نیاز نیست کارگران برای نصب وارد کانال شوند و نصب آنها از بالای کانال امکان‌پذیر است.

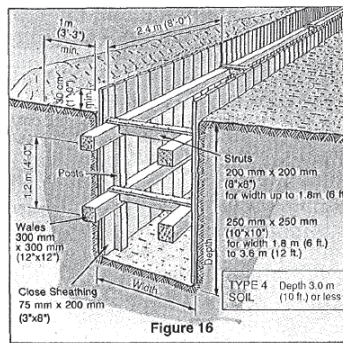
اغلب سیستم‌های هیدرولیکی مشخصات زیر را دارند:

- ۱- به اندازه کافی سبک هستند طوری که یک کارگر می‌تواند آنها را نصب کند.
- ۲- برای اطمینان از توزیع مناسب فشار در طول کانال دارای نشانگر تنظیم شده‌ای هستند.
- ۳- قادر به پیش‌بارگذاری دیوار کانال هستند و بدین وسیله از انسجام طبیعی خاک برای جلوگیری از حرکت استفاده می‌کنند.
- ۴- به سادگی برای کانال‌های مختلف با عمق و پهناهای متفاوت قابل استفاده است.

شکل (۱۴)



شکل (۱۵)



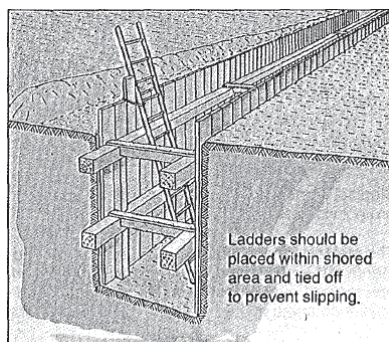
در صورت امکان، هنگام حفاری، شمع‌گذاری نیز باید انجام شود. اگر بین گودبرداری و شمع‌گذاری فاصله زمانی بود هیچ کس اجازه ورود به کانال حفاظت نشده را ندارد. نصب تمام شمع‌ها باید از بالا به پایین صورت گیرد و هیچ‌گاه نباید برای نصب شمع از پایین به بالا اقدام کرد.

راه خروج / فرار

با وجود اقدامات حفاظت‌مندی مانند شیب‌بندی، شمع‌گذاری یا استفاده از اتاقک، باید برای کانال نردبان‌هایی کار گذاشته شود، طوری که کارگران بتوانند به راحتی داخل و خارج شوند و ایمنی آنها نیز تأمین باشد.

نردبان‌ها باید :

- در مکانی قرار گیرند که با شمع گذاری یا اتاقک کانال حفاظت شده باشند.
- از سمت بالا به طور کامل محکم و بسته شده باشند.
- دست کم باید تا یک متر بالای کانال ارتفاع داشته باشند.
- خرابی نردبان‌ها به طور منظم بازرسی شوند.



شکل (۱۶)

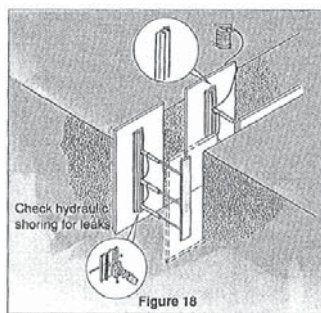
نردبان باید تا حد امکان نزدیک به محل کار کارگران قرار گیرد. و حداکثر ۷/۵ متر از محل کار آنها فاصله داشته باشد. هرکس که از نردبان بالا یا پایین می‌رود، دست کم باید در ۳ نقطه با نردبان تماس داشته باشد، این بدان معناست که دو دست و یک پای او یا دو پا و یک دست همواره باید با نردبان تماس داشته باشد.

قانون تماس بدن فرد در ۳ نقطه، نشان می‌دهد که دستان کارگر در هنگام بالا رفتن یا پایین آمدن از نردبان باید آزاد باشد و نباید تجهیزات یا ابزارها را با خود بالا و پایین ببرد. برای پایین آوردن پمپ‌ها یا سایر ابزارها باید از روش‌هایی استفاده کرد که بر اثر فشار زیاد به کارکنان، صدمات اسکلتی - عضلانی ایجاد نشود.

بازرسی

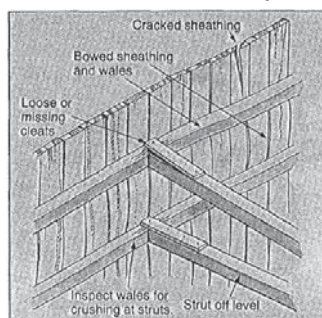
بازرسی مسؤولیتی همگانی است. تمام سیستم‌های حفاظتی به طور مرتب باید بازرسی شوند.

شمع‌بندی هیدرولیکی از نظر نشتی باید بازدید شود؛ یعنی شیلنگ‌ها، سیلندرهای پایه‌های خم شده، سرسوزن‌های شکسته یا ترک خورده و نقص سایر تجهیزات باید بازدید، شناسایی و اصلاح شود.



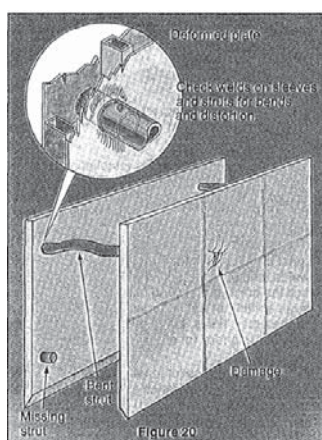
شکل (۱۷)

شمع‌بندی با الوار را قبل از نصب، کنترل کنید و از به کار بردن الوارهای ناقص یا خراب پرهیز کنید. پس از نصب، تیرک‌های افقی را از نظر وجود هرگونه پوسیدگی بررسی کنید. پوسیدگی نشان می‌دهد که آنها باید از رده خارج شوند و به ابزارهای بیشتری نیاز است.



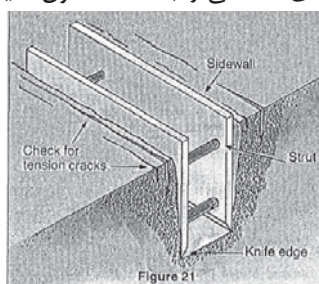
شکل (۱۸)

اتاقک‌های کانال را باید از نظر وجود هرگونه علایم شکستگی و همچنین سایر نقص‌ها و ارسی کنید. هنگام استفاده و انجام عملیات، اتاقک را کنترل کنید تا اطمینان یابید که متزلزل نباشد یا یک سمت آن نسبت به سمت دیگر بیشتر نشست نکرده باشد. اگر چنین بود کانال را ترک کنید و از سرپرست بخواهید که پایداری کانال را بررسی کند.



شکل (۱۹)

سطح زمین را از نظر وجود ترک ناشی از فشار و تنش بررسی کنید. اگر ترک‌هایی به طور موازی با کانال $1/3$ یا $1/2$ عمق کانال ایجاد شده‌اند، به گروه خبر دهید و همه سیستم‌های حفاظتی را به دقت کنترل کنید.



شکل (۲۰)

محوطه‌های همجوار با لبه‌های شیب‌دار شده کانال را بررسی کنید و احتمال نفوذ یا جریان یافتن آب را در آن بررسی کنید. ترکیب آب و دانه‌های خاک موجب نامعین^۵ شدن لبه‌های کانال می‌شود. در پایان اطمینان حاصل کنید که ابزارها، تجهیزات، مواد و ضایعات دست کم یک متر از لبه کانال دورتر نگه داشته شده‌اند و احتمال سقوط اشیاء به درون کانال وجود ندارد.

منابع:

Construction Health and Safety manual , Construction Safety Association Ontario 2003

امروزه با وجود دسترسی به دانش، امکانات و فناوری‌های حفاظتی، وقوع حوادث منجر به فوت مربوط به ریزش‌های ناشی از حفاری و گود برداری اجتناب‌ناپذیر است. شیب‌بندی، استفاده از اتاقک‌ها و شمع‌گذاری از روش‌های حفاظتی است که برای جلوگیری از ریزش استفاده می‌شود.

