

Ⅲ 参 考 資 料

1 埋設管腐食状況実態調査結果の概要

神奈川県では、川崎市立下布田小学校のLPガス埋設管の漏えい事故を始めとして、その後もLPガス埋設管の漏えい等のトラブルが発生していることから、「液化石油ガス埋設配管保安対策方針」を定め、販売事業者等を指導してきたところである。今般、更に具体的指導基準として、「LPガス埋設管施工・管理マニュアル」を策定するため、平成元年度に県下のLPガス埋設管の実態調査をした結果を次に示す。

1.1 調 査 内 容

調査種類	簡 易 調 査	精 密 調 査
調 査 数	50	15
調査内容	○管対地電位等の電氣的測定 ○PH、土壌抵抗率等の土壌測定	○配管の一部を掘り出し精密な測定 ○管対地電位等の電氣的測定 ○PH、土壌抵抗率、含水率等の土壌測定 ○配管のサンプリング、孔食深さ測定 ○簡易調査結果との相関性
調査施設	不特定多数の出入する施設を中心に選定した ○学校等 20 ○病院等 7 ○旅館等 7 ○共同住宅等 7 ○その他 9	簡易調査の結果、電位測定値（平均-245 mV）が悪く、また、仮通電試験等により建物の鉄筋と導通していると考えられる15施設を選定した。 ○学校等 5 ○病院等 3 ○旅館等 1 ○共同住宅等 2 ○その他 4
建築物の構造	○鉄筋コンクリート 39 ○基礎が鉄筋コンクリート 4 ○木造 7	○鉄筋コンクリート 15
配管材質	○白管を裸埋設 23 ○白管をテープ巻き埋設 14 絶縁継手使用 (2) ○PLP、白継手テープ巻き埋設 6 絶縁継手使用 (2) ○PLP埋設 1 ○その他 6	○白管を裸埋設 9 ○白管をテープ巻き埋設 3 ○PLP、白継手テープ巻き埋設 3
敷設後の経過年数	1年から25年 平均13年	6年から24年 平均14年

1.2 調査結果

(1) 簡易調査結果

電気的な測定等から腐食が進行していると判定されたものは50施設のうち37施設で、すべて鉄筋コンクリート建築物及び基礎が鉄筋コンクリートの建築物に供給している配管であった。

一方、良好と判定されたものは、木造建築物に供給している7施設と、鉄筋コンクリート建築物及び基礎が鉄筋コンクリートの建築物に供給している配管のうち、絶縁継手が適切に使用されている4施設及びテープ巻きが適切で絶縁措置がとられている等の2施設であった。

(2) 精密調査結果

調査対象は簡易調査の結果、電位測定値（ $-110\text{ mV} \sim 450\text{ mV}$ 、平均 -245 mV ）が悪く、更に仮通電試験等により建物の鉄筋と導通していると考えられる15施設を選定し掘り出し調査を実施した。概要は次のとおり。

○腐食が激しく孔食が確認されたもの……………2施設

各々14年及び24年経過している白ガス管で、裸埋設されている配管が全面的に腐食していた。

電位測定値は -160 mV 及び -350 mV であった。

○腐食が激しいもの……………9施設

10年から21年経過している白ガス管で、裸埋設されている配管7施設が、ほぼ全面的に腐食していた。

残りの2施設は、白ガス管のテープ巻き施工例で、テープ下の部分に腐食が集中しており、経過年数は各々6年及び15年であった。

電位測定値は $-110\text{ mV} \sim -450\text{ mV}$ の範囲にあり平均 -265 mV であった。

なお、9施設のうち5施設が過去にガス漏れがあり配管の一部を更新している。

○腐食が軽度のもの……………4施設

上記の他に、比較的腐食が軽度のものが4施設あったが、その中には、プラスチック被覆鋼管の一部に腐食のみられるものもあった。

ただし、今回の調査では配管の一部を掘り出したもので、全体を掘り出せば他の部分に腐食が確認される可能性はある。

1.3 ま と め

金属の腐食は、電位差が存在することによりイオンの溶出、電子の移動が伴ない腐食することが理論的に確立している。今回の調査結果では、このことが確認され、概要は次のとおり。

(1) マクロセル腐食の実態

今回の調査で掘り出した箇所は建屋側を中心にごく一部であるが、腐食が確認された事例が15施設のうち11施設もあり、いずれも建屋の鉄筋と導通しており、電位測定値は -110 mV ～ -450 mV 、平均 -264 mV であった。

腐食の発生要因はマイクロセル腐食をはじめ種々あるが、今回の調査では、コンクリート／土壌系マクロセル腐食の影響を受けたものが多かった。

(2) 絶縁継手による腐食防止効果

絶縁継手が適切に設置されている4施設の電位は -500 mV ～ -837 mV 、平均 -565 mV であった。また、調査に合わせ絶縁継手を設置した事例では、管対地電位が -118 mV から -650 mV へ飛躍的に改善された。

このことから、絶縁継手を建屋への立上がり部、瞬間湯沸器等の水道管と縁が切れる適切な箇所に設置することが、腐食防止対策のうえで重要である。

(3) 施工方法による腐食への影響

プラスチック被覆鋼管は、防食上有効な手段であるが、施工時に工具等により傷をつけた配管については、傷の周辺がピンホール状に腐食していた。

この場合は、腐食防止処置をとったことが、かえって傷の部分に腐食が集中するので、施工には十分注意する必要がある。

(4) 土壌による腐食への影響

土壌調査結果は、PH (7.1～7.6)、酸化還元電位 ($+435\text{ mV}$ ～ $+505\text{ mV}$)、塩素イオン濃度 (0.05 PPM～8.9 PPM) 及び硫酸イオン濃度 (0.06 PPM～42.9 PPM)、それぞれの測定値を示し一般的には、腐食を進行させる測定値は認められなかった。また、土壌抵抗率 ($4800\ \Omega\text{ cm}$ ～ $20800\ \Omega\text{ cm}$ 、平均 $11850\ \Omega\text{ cm}$) も、一部に $5000\ \Omega\text{ cm}$ よりやや低い値が測定されたが、同様であった。

一方、含水率は、一例を除いて20%を越えており (平均 32.7%) 腐食との関連がみられた。また、含水率が高い土壌に埋設された配管の腐食状況は、均一に、かつ全面的に腐食していることから、マイクロセル腐食による影響も受けているものと思われる。

(5) 自然腐食速度

自然腐食速度を 96 地点で測定したところ、 0.017 mm/年 ～ 0.223 mm/年 、平均 0.0885 mm/年 と測定された。15 A、20 A 配管の公称厚さは 2.8 mm で、平均値を単純に計算すると 31 年間使用できる計算になる。

鉄筋コンクリート、土壌抵抗率及び含水率等による影響を受けた場合の安全率をみると埋設管の使用限界は 20 年程度と思われる。

(6) 簡易調査結果と精密調査結果との相関性

簡易調査は、電氣的測定と土壌調査を実施し、腐食の進行状況を管対地電位測定値を中心に判定され、50 施設のうち 37 施設で、腐食が進行していると判定された。すべて鉄筋コンクリート建築物、あるいは基礎に鉄筋コンクリートを使用している建築物であった。

精密調査では腐食が進行していると判定されたものから 15 施設を選定し、配管を掘り出して腐食状況を調査した。

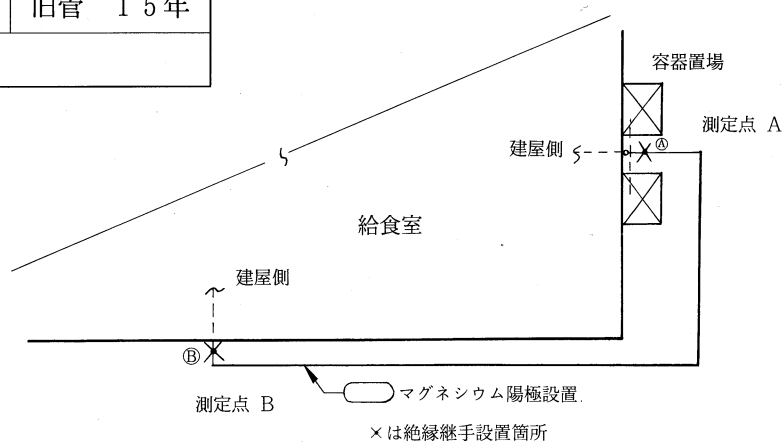
その結果、15 施設のうち 11 施設に簡易調査結果のとおり孔食あるいは激しい腐食が確認された。また、腐食が軽度であった 4 施設についても掘り出し箇所が建屋側の一部であったため、他の箇所に腐食が進行している可能性は考えられる。

これらのことから、調査数が 15 施設と少ないため確定するには十分ではないが、相関性が認められた。

1.4 改善事例－1

(1) 施設の概要

場 所	愛甲郡愛川町 小学校 給食室	
建築物の構造	鉄筋コンクリート平屋建	
管 材 料	PLS鋼管	白 管
管経過年数	新管 1年	旧管 15年
埋 設 長 さ	約20m	



< 配 置 図 >

(2) 腐食状況の調査概要

給食室は昭和49年に建設、白管40Aが約20m裸埋設され、15年後にガス漏れが生じたため、プラスチック被覆鋼管（PLS）に全面更新されている。

簡易調査では、更新されたPLS鋼管の建屋引き込み部2ヶ所の管対地電位を測定したところ、その電位は各々 -210 mV 、 -330 mV であり建物の鉄筋、水道管と導通していることが認められ、マクロセル腐食の影響を受けているものと判定した。

このため、配管を掘り出し精密調査を行ったところ、掘り出し部分のPLS鋼管には腐食が確認されなかったが、管対地電位の測定結果が悪いため、プラスチック被覆部にキズ等の欠陥があった場合、その部分に集中的に腐食が進行する恐れがあるので、設備改善のモデルケースとして腐食防止措置を行った。

(3) 設備改善の概要

○絶縁継手の設置

導通している建物の鉄筋コンクリートと縁を切るため、埋設部から建屋に引き込まれる2か所に絶縁継手を設置したところ、管対地電位が各々 -210 mV から -540 mV 、 -330 mV から -547 mV に改善された。

○電気防食措置

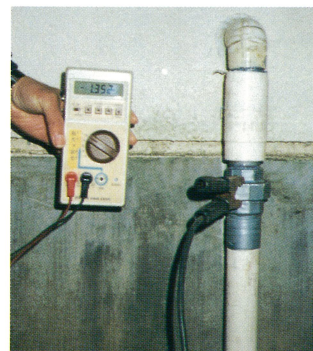
鋼管が土壤中において理論的に腐食しない防食電位は -850 mV である。

この防食電位を得るために、マグネシウム陽極（ 1 kg ）を配管の埋設部に設置し電気防食をしたところ、防食電位をはるかに超えた管対地電位（各々 -1352 mV 、 -1412 mV ）が認められ、十分な防食措置が講じられた。

管対地電位測定結果

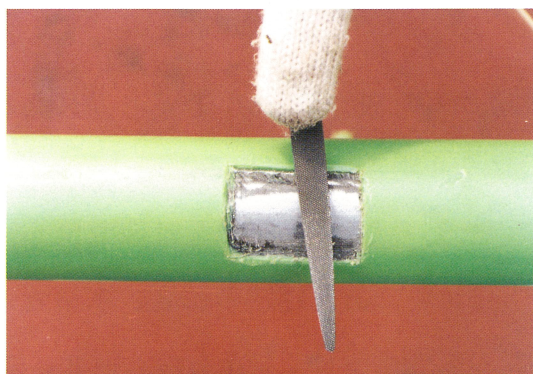
（飽和硫酸銅電極使用）

	測定点A	測定点B
絶縁継手設置前	-210 mV	-330 mV
絶縁継手設置後	-540 mV	-547 mV
マグネシウム陽極設置後	-1352 mV	-1412 mV

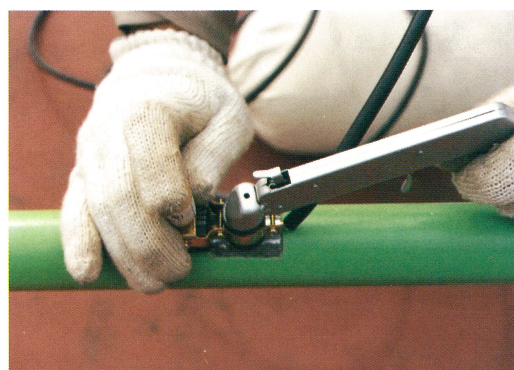


＜絶縁継手、マグネシウム陽極設置後の電位測定＞

〔マグネシウム陽極の設置方法〕



＜被覆を約 $3\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ 剥がしてヤスリで磨く＞



＜マグネシウム陽極のリード線をテルミット溶接する＞

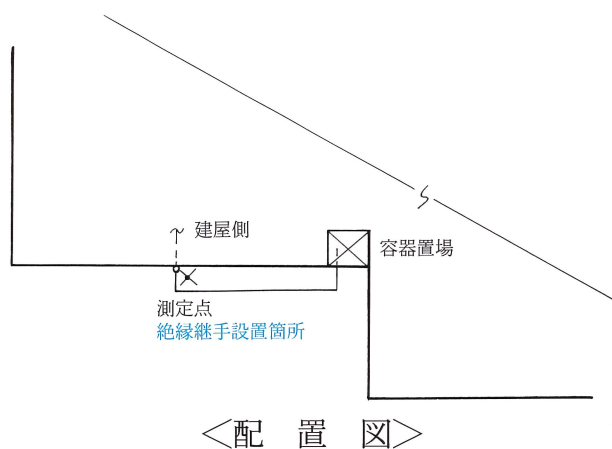


＜溶接部をベトマチックと防食テープで保護する＞

1.5 改 善 事 例－2

(1) 施設の概要

場 所	藤沢市 保育園
建築物の構造	鉄筋コンクリート平屋建
管 材 料	白 管
管経過年数	12年
埋 設 長 さ	約10m



(2) 腐食状況の調査概要

白管 15 A が裸埋設され、鉄筋コンクリート建築物の壁を貫通し建屋内に引き込まれている。

土壌は通気性の良い砂地であるが、建物の鉄筋と導通していたため、コンクリート／土壌マクロセル腐食（管対地電位 -118 mV ）の影響を受け、腐食が進行していた。

(3) 設備改善の概要

配管全体を掘り出しプラスチック被覆鋼管に全面更新し、土壌と電氣的に絶縁。建物の貫通部手前の立ち上がり管の途中と、水道管に接続されている湯沸器との接続部にも絶縁継手を挿入し、建物の鉄筋と絶縁した。

改善工事後に管対地電位を測定したところ、 -650 mV の電位に改善された。



＜掘り出し状況＞

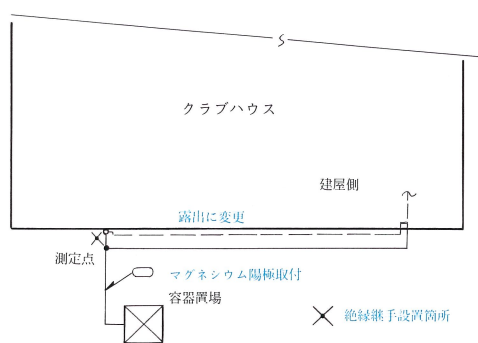


＜改善後＞

1.6 改 善 事 例－3

(1) 施設の概要

場 所	鎌倉市 クラブハウス
建築物の構造	鉄筋コンクリート3階建
管 材 料	白 管
管 経 過 年 数	14年
埋 設 長 さ	約50m



<配置図>

(2) 腐食状況の調査概要

白管 50 Aがアスファルトスラブ下に裸埋設され、鉄筋コンクリート建築物地下1階の壁を地中部で貫通し引き込まれている。

土壌は粘土質が混在し、通気差腐食の影響を受けており、さらに、建物と導通していたため、鉄筋コンクリート／土壌マクロセル腐食（管対地電位 -160 mV ）により、配管全体が激しく腐食し3カ所で穴があいていた。

(3) 設備改善の概要

建物基礎部での床下貫通をやめるとともに、可能な限り露出配管に変更し、埋設部を極力少なくした。

埋設部及び建物の貫通部については、プラスチック被覆鋼管に全面更新し、貫通部手前の立ち上がり管の途中に絶縁継手を挿入した。

さらに、腐食性土壌で埋設環境が悪いためマグネシウム陽極を設置し、電気防食を行った。

改善工事後に管対地電位を測定したところ、 -1000 mV の電位が測定され防食電位（ -850 mV ）を維持していることが確認された。



<粘土質が混在している土壌>



<孔食部>



<激しい腐食>

2 LPガス埋設管の腐食、損傷事故例

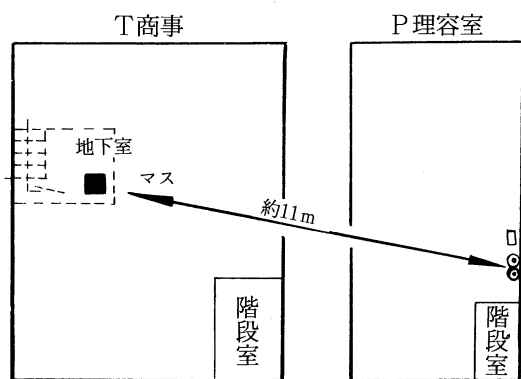
LPガス埋設管の腐食、損傷により過去に発生した事故例の概要を次に示す。

[腐食] その1

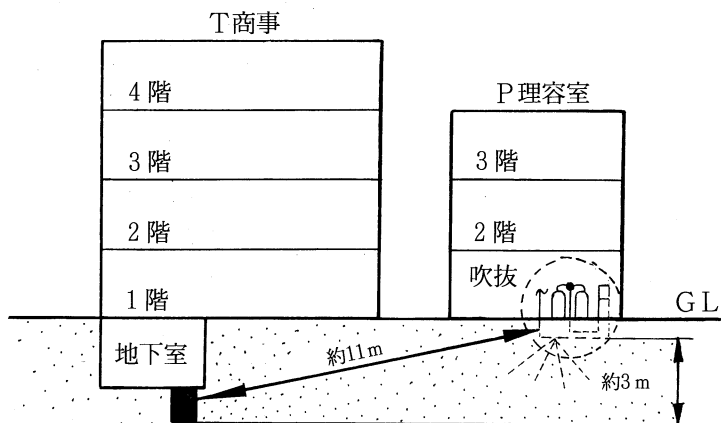
- ① 発生年月日 昭和 62 年 9 月 24 日
- ② 発生場所 川崎市幸区T商事（株）の地下エレベーター機械室
(爆発場所) (鉄筋コンクリート 4 階建、包装用品販売の店舗兼倉庫)
- ③ ガス漏れ箇所 T商事（株）のビルに隣接するP理容室に、LPガスを供給している地下埋設管（15 A）から漏えい
推定漏えい量 104.8m³
- ④ 被害状況 人的被害 な し
物的被害 鉄筋コンクリート 4 階建の 1 階店舗等一部
破損及び 2 階エレベーターのドア損傷
- ⑤ LPガス設備の概要（理容室に供給しているもの）
理容室は鉄筋コンクリート 3 階建で昭和 56 年 5 月に建設され、LPガス設備は 1 階の吹抜け部分に設置されている。
供給設備 容器設置数 50 kg容器× 2 本
供給管（埋設部） 白管（防食テープ巻き）15 A
消費設備 配 管（埋設部） 白管（裸）15 A
- ⑥ 事故に至るまでの経緯
 - 9 月 12 日、販売店が定期のメーター検針を行ったが、ガスメーターの数字を読み違い、月平均使用量を大きく上回る異常使用に気付かなかった。（メーター指針は 3072 を示していたが 3012 と誤認）
 - 9 月 16 日、理容室から販売店にガス臭いとの連絡があり、販売店が石鹼水により露出配管部を検査したところ、自動切替調整器の根元から微量の漏れを確認したため、増し締めを行った。原因は調整器からの微量漏れと判断し、埋設部分の検査はしなかった。（50 kg容器 1 本交換）
 - 9 月 24 日、T商事（株）の従業員が 2 階のエレベーターのボタンを押したところ、地下エレベーター機械室でLPガスが爆発した。

⑦ 事故原因

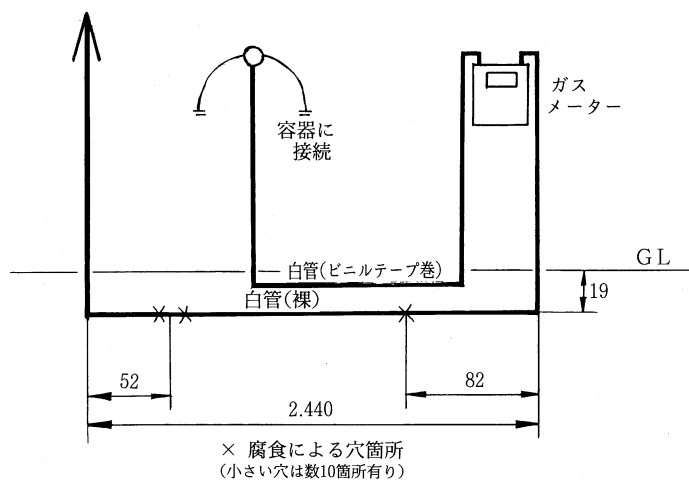
- 隣接の理容室の埋設管から漏えいしたLPガスが地中に拡散し、地下機械室にある湧き水を溜めるピットから流入し、地下機械室に滞留しエレベーター起動用マグネットスイッチの火花が着火源となり爆発したものと推定された。
- この配管は6年前に、白管を裸のまま鉄筋コンクリートスラブ下に埋設されており、配管全体が赤茶色に腐食し、3箇所に長円形の穴があいていた。このほかに、数十箇所にピンホールが発見された。



<平面図>



<立面図>



<配管図>

[腐食] その2

①発生年月 昭和 54 年 2 月

②発生場所 愛知県額田郡 三河ハイツ地上 3 階 半地下 1 階の
鉄筋コンクリート建築物

③被害状況 人的被害 死者 2 名、傷者 19 名

物的被害 半地下 1 階のレストランシアター（約 200 m²）を大破

④事故に至るまでの経緯

○ レストランシアター内で 42 名の者が、歓送迎会を行っていた。

円形せり上がり舞台を作動させるため、スイッチを入れたところ大爆発が起こり、舞台上にいた 2 名は天井まで吹き上げられ、大破した舞台地下に落下して死亡した。そのほかに重軽傷 19 名の被害を生じ、レストランシアターの内部は大破した。

⑤事故原因

○ レストラン床下 30 cm の深さに埋設されていた配管（20 A）が、埋設電気配管と交差する箇所の付近において、2 箇所長円形の穴があいており、ここから漏えいした LP ガスが電気配管のすき間を通して、円形舞台の奈落の中に滞留し、舞台のせり上がり操作のためスイッチを入れた時の火花で引火、爆発した。

○ この配管は、7 年前に施工されたものであるが、配管全体は赤茶色に腐食しており、ところどころに錆がうろこ状に重なっていた。

この他に、肉眼では確認できないほどのピンホールが数箇所発見され、配管の腐食原因は強い酸性土によるものであることが判明した。

[損 傷] その1

①発生年月日 昭和 57 年 1 月 10 日（ガス漏れ確認日）

②発生場所 川崎市多摩区 川崎市立下布田小学校

③被害状況 人的被害 な し

物的被害 直接の被害なし

④下布田小学校及びLPガス設備の概要

当校は、昭和 53 年に建設、54 年に開校され、事故のあった家庭科教室を含む特別教室棟は、鉄筋コンクリート 2 階建てで 55 年 2 月に完成した。

LPガス設備の概要

供給設備 容器設置数 50 kg 容器× 9 本× 2 系列

（容器置場内に設置、貯蔵量 900 kg）

消費設備 屋外配管（埋設部）

白管（裸）口径 32 A、長さ約 60 m

屋内配管（家庭科教室床下埋設部）

白管（裸）口径 32 A、25 A、20 A

長さ 約 13 m

⑤事故に至るまでの経緯

○ 昭和 56 年 12 月 26 日、販売店が定期のメーター検針を行い、学校に請求書を提出したところ、昭和 57 年 1 月 9 日に学校からガス使用量が異常に多い（通常の月間使用量 20 m³に対し今回の検針量 392 m³）旨の連絡が販売店にあった。

○ 1 月 9 日、販売店が再度メーター検針をしたところ、さらに 200 m³のガス異常流出が確認され、ガス漏れ箇所の調査を始め、翌 10 日、ガス漏れ箇所は家庭科教室床下付近と判明した。

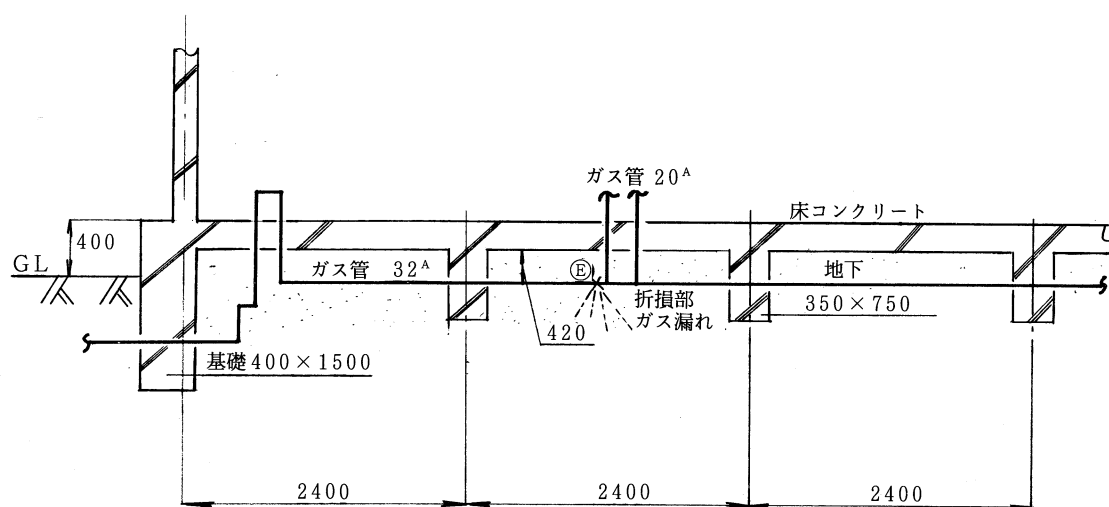
漏えい量の合計は約 600 m³と推定された。

○ 家庭科教室床下に、相当量の LP ガスが残留している可能性が高く、爆発の危険性があると判断し、1 月 11 日午後全児童を緊急下校させるとともに、13 日まで臨時休校をすることとなった。

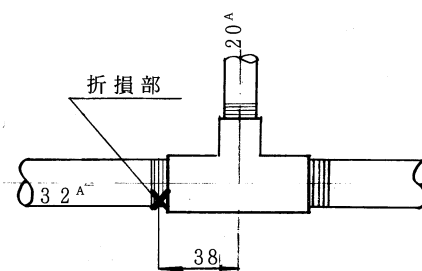
- ガス漏れのあった家庭科教室床下に、窒素ガスを注入しLPガスを希釈したところ、ガス濃度が低下したので、14日から授業が再開されたが再びガス濃度が上昇したので、18日から臨時休校となり、付近の5校で分散授業が行われた。
- 19日からガス濃度が低下したので、家庭科教室の床をとりこわし、土の入れ替え作業が行われ、配管を全面的に更新し2月2日から授業が再開された。
 なお、配管の更新にあたっては、校舎内の床下埋設をやめて点検のできるU字溝方式とした。

⑥事故原因

家庭科教室の床下で最高12 cmの地盤沈下が認められたことから、床下に地中埋設されている配管が地盤沈下により、折損したものと推定された。(ネジ継手部に亀裂が入った)



<家庭科教室の床下埋設管断面図>



<E部拡大図>

〔損 傷〕 その 2

- ①発生年月日 昭和 62 年 6 月 11 日 11 時 45 分
- ②発 生 場 所 福島県白河市 八大白河ゴルフ倶楽部クラブハウス
- ③被 害 状 況 人的被害 死者 1 名、重傷 3 名、軽傷 17 名
物的被害 鉄筋コンクリート 2 階建 約 2 / 3 大破
窓ガラス ほぼ全体にわたり破損

④クラブハウス及びLPガス設備の概要

鉄筋コンクリート 2 階建のクラブハウスは 5 月 23 日に完成し、地下ピット方式となっている。

LPガス設備の概要

供給設備 容器設置数 50 kg 容器× 9 本× 2 系列
(容器置場内に設置、貯蔵量 900 kg)

消費設備 屋内配管 (埋設部) ポリエチレン被覆鋼管
口径 40 A、32 A、20 A
(露出部) 白管 口径 20 A

⑤事故に至るまでの経緯

- 昭和 62 年 5 月 2 日 容器搬入 50 kg×18 本
 - 5 日 販売店が 2 階厨房部及び配管全系統の気密試験実施
 - 7 日 2 階スナック部気密試験、燃焼器点火テスト実施
 - 10 日 ガス使用開始
 - 23 日 仮オープンパーティー
 - 30 日 容器交換 1 系列 9 本
 - 6 月 11 日 事故発生

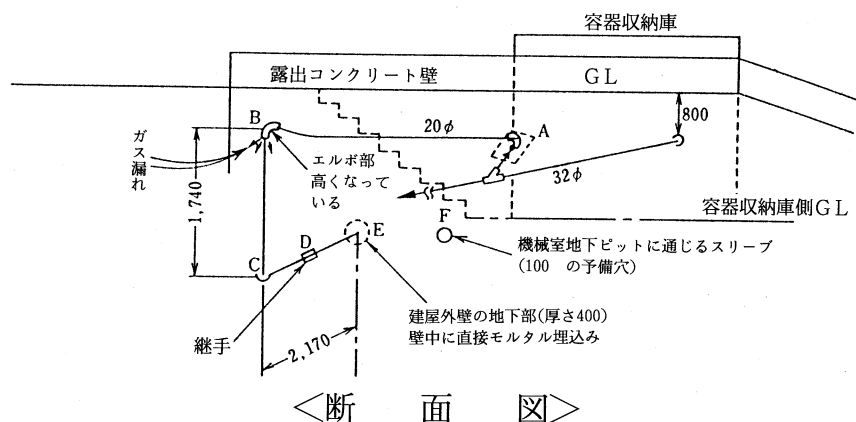
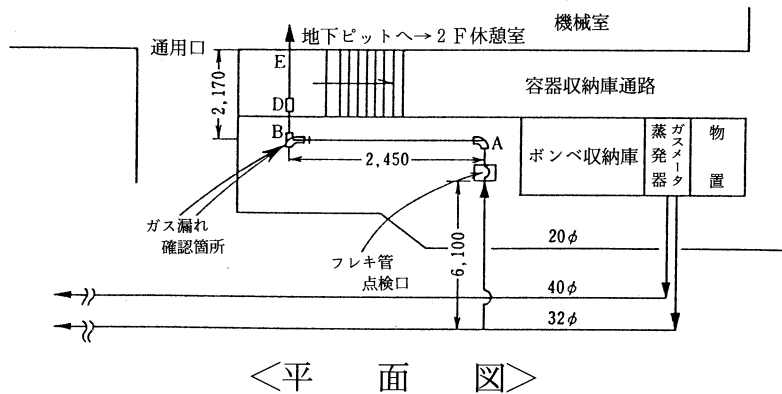
⑥事 故 原 因

容器置場に最も近い、32 A 本管から 2 階の休憩室へ引き込んでいる 20 A の枝管の途中の継手部から LP ガスが漏えいした。

漏えいした LP ガスが地中を流れ、基礎コンクリート壁に開いていた約 10 cm の穴から機械室地下ピットに流入し、さらに他の部屋の地下ピット内に順次流れ込み、ガスが充満し、なんらかの着火源から引火爆発したものと推定された。

⑦配管施工の状況

- 下図のA－B間の配管は、水平に施工されていないとともに配管の中央部付近の上部に大小の石があった他、埋戻した土の中に多数の人頭大の石が混在していた。
- 下図のA－B間の配管支持部に水平レベルで約 90 mmの高低差があった。この差はB部側付近で著しく大きくなっていった。
この原因は、B－C間の配管の長さが図面寸法より長かったか、A側が沈下したのかいずれかと推定される。
- B C部のエルボは、いずれも1つであり外力に対して影響を受けやすい状態となっていた。
- ポリエチレン被覆鋼管の被覆にパイプレンチの歯形が深い溝となっていた。



3 埋設管の腐食のしくみ

金属の腐食の機構は、金属の種類や腐食環境のいかんによって相違するが、水中における金属の腐食は本質的には電気化学的(湿食)機構によって起こる金属のイオン化反応である。地中に埋設されている金属の腐食も、本質的には水中における金属の腐食反応と同一である。

配管に発生する腐食を分類しまとめると図-1になる。腐食は電食と自然腐食とに大きく分けることができる。

電食とは、直流の鉄道レールからの漏れ電流(迷走電流)や電気防食施設からの干渉電流(干渉)によって発生する腐食で、人工的に作られた電源によって起る腐食を意味する。

自然腐食とは、配管が設置される環境によって発生する腐食で、マイクロセル腐食とマクロセル腐食に分けられる。

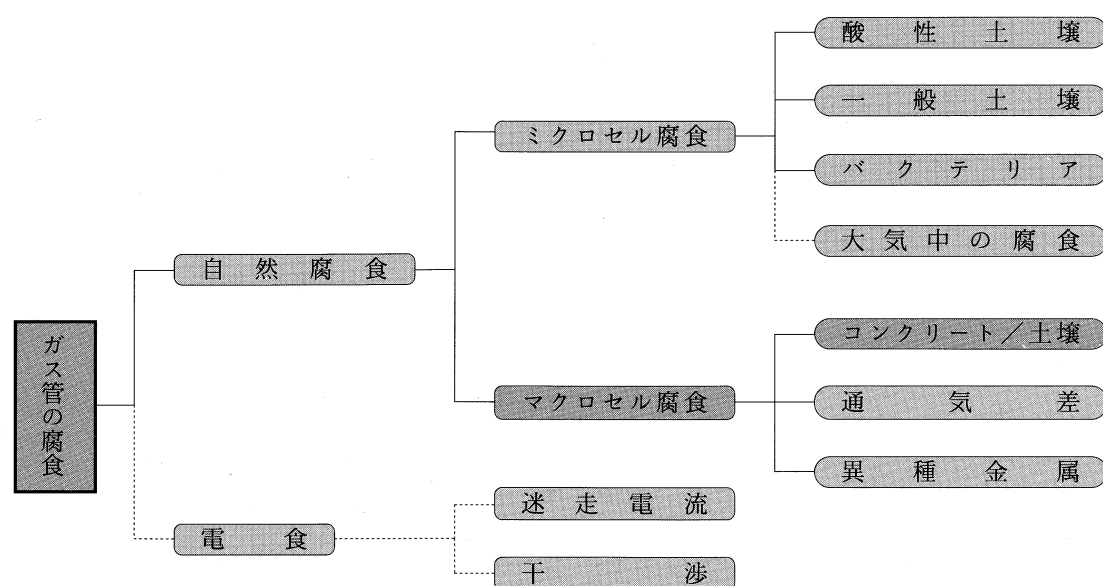


図-1 ガス管の腐食の分類

- (1) ミクロセル腐食は私たちの身の回りでよく見かける一般的な腐食である。ミクロセル腐食については米国標準局(NBS)が、鉄銅に対して44種の土壌を用いて12年間の長期試験を行っている。その結果一番早い土壌で0.14 mm/年、平均の侵食度は0.021 mm/年であった。SGP 15 A配管(肉厚2.8 mm)に穴が開くまでを、NBS結果の最も早い土壌で計算すると20年となる。このことから土壌の腐食性が強くてもミクロセル腐食では、数年で配管に穴があくようなことはない。

(2) マクロセル腐食(巨視的電池腐食)とは、埋設した配管の環境が場所により異なると、大きな電池が形成され、早い腐食が発生する現象を云う。埋設配管における短期間の腐食は、ほとんどこの腐食が原因となっている。

埋設配管には、「コンクリート／土壌」、「通気差」、「異種金属」が原因となるマクロセル腐食が発生する。このマクロセル腐食は、腐食により生じる管の表面の盛り上がり(錆)やへこみが、ミクロセル腐食より大きく、腐食速度も早いという特徴がある。

①「コンクリート／土壌」によるマクロセル腐食

コンクリートの影響による鋼管の腐食図-2はPHの差によって起こるマクロセル腐食の例である。コンクリートはPH値12程度で、この中に管が埋め込まれると、その電位は -200 mV 程度になり、外側の土壌中の管は -520 mV であるから 320 mV もの電位差を生じ腐食電流を流すための駆動力(起動力)となる。

コンクリート→鋼管→土壌間の閉回路に流れる電流の大小が埋設管の腐食程度を左右する。土壌の抵抗が小さい程、電流が流れやすくなり、埋設管がわずか数年で激しい腐食を生じた例も多い。

種々の埋設環境中における鋼の自然電位を表-1に示す。

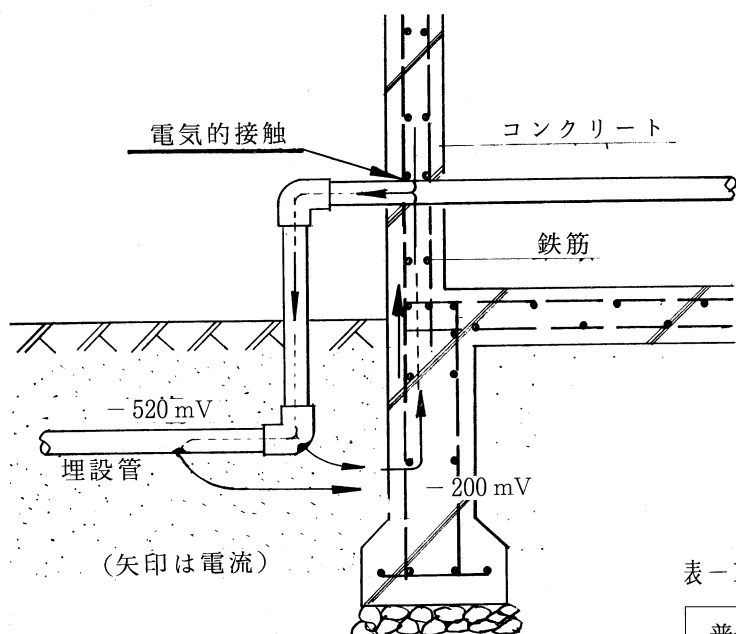


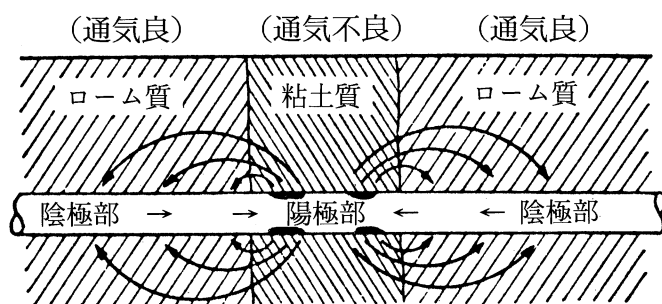
図-2 コンクリートの影響による鋼管の腐食

表-1 種々の埋設環境中における鋼の自然電位(腐食電位)

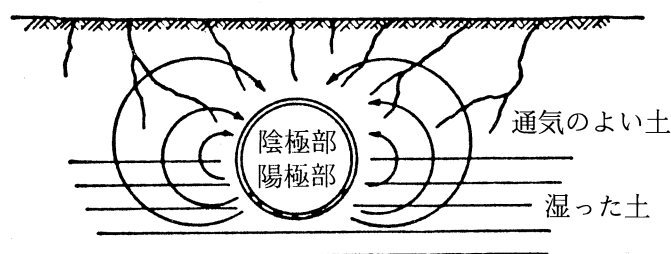
普通の土	$-400\text{ mV} \sim -700\text{ mV}$
通気性の良い土(砂)	$-500\text{ mV} \sim -600\text{ mV}$
通気性の悪い土(粘土)	$-700\text{ mV} \sim -800\text{ mV}$
コンクリート	$-100\text{ mV} \sim -300\text{ mV}$

②「通気差」によるマクロセル腐食

通気差の影響による腐食図－３は、配管周りの土壌が場所により異なり、通気性（空気）に差があると地中の水に溶けている酸素濃度に差が生じ、酸素濃度の小さい土壌（通気性の悪い）に接する配管の腐食が促進される。一見酸素の多い方が促進される様に感じられるが、逆であり酸素が少ない方が腐食される。湿った土と乾いた土、異質土壌などで発生する腐食も、原理はこの「通気差」マクロセル腐食である。

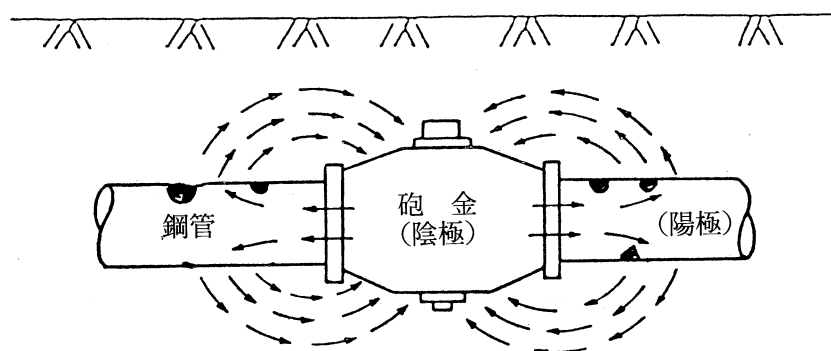


図－３ 通気差による腐食



③「異種金属」によるマクロセル腐食

異種金属の影響による腐食図－４は、土壌など水分のあるところ（電解質中）では、金属は「電位」を示す。電位は電解質の種類によって異なるが、一般にさびやすい金属は低い電位を示す。電位の異なる金属が接触すると、両者の間で電池を形成し電位の低い金属が腐食する。配管と真鍮性のバルブを接続して埋設すると、電位の低い配管が腐食する。これを「異種金属」によるマクロセル腐食と呼んでいる。



図－４ 異種金属の接触による腐食

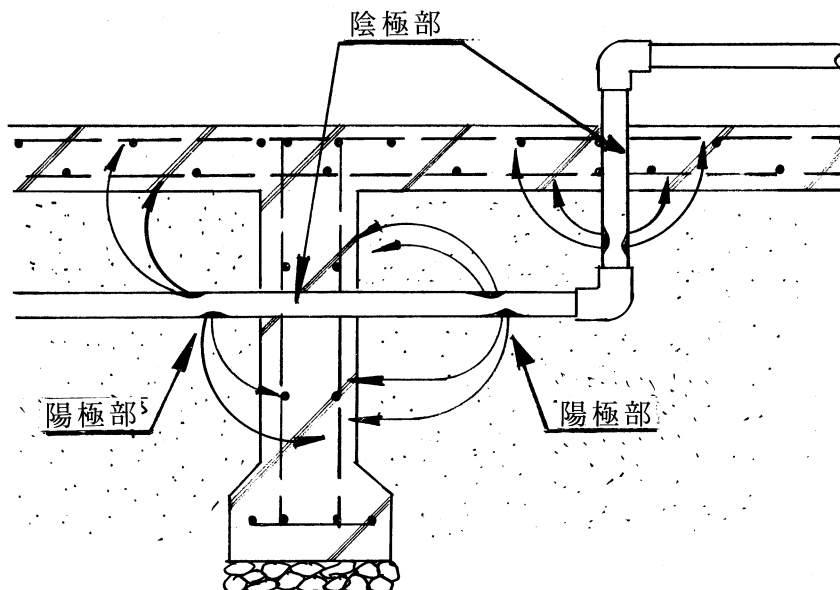
④マクロセル腐食の腐食速度

マクロセル腐食の腐食速度には次の特徴がある。

「電位の高い部分の面積」／「電位の低い部分の面積」＝大：腐食が激しい
(カソード (陰極)) (アノード (陽極)) 小：腐食は弱い

この比（仮に腐食速度と呼称する）が大きい（腐食電流の密度が高くなる）ほど激しい腐食が発生する。上記の3種の腐食原因のうち、もっとも激しい腐食を起こすのはコンクリート／土壌図－5である。これは配管がコンクリートと接しているだけでなく、建物の鉄筋と配管が接触していることが多く、配管だけでなく建物全体の鉄筋面積（電位の高い部分の面積）が加わり、比が非常に大きくなるためである。実際にLPガスの埋設配管の腐食には、この事例が多い。

また埋設配管の腐食防止のため、防食テープを施工したにもかかわらず、短期間で腐食損傷するのを見かけるが、この場合継手の部分のテープのしわや傷などの破損部に腐食電流が集中（電位の低い面積が小さくなっている）して、腐食が促進されてしまう。



（管と鉄筋とが接触することにより陰極部の面積が大きくなる）

図－5 コンクリートの中の鉄筋に接触した腐食