２－１　営業用飲食店におけるグリース阻集器の技術開発に関する共同研究

業務部　排水設備課　松田　一也

１．研究開発概要

営業用飲食店舗（ラーメン店など）では、油脂分の除去のためにはグリース阻集器の設置と適切な維持管理が重要である。

しかし、現状のグリース阻集器では、維持管理の基本である残さ収集用のバスケットの清掃時におけるマンホール蓋の重量やバスケットの引き上げの難易性が起因して、適切な清掃が行われていないことが多い。そのため、油脂分が収集されず下水道管へ流出し、さらにバスケットに収集された残さの放置によって臭気が発生するなどの問題を引き起こす原因にもなっている。

また、このような飲食店舗が多数入居している雑居ビルでは、そのビルピットへの油脂分の流入により、臭気発生などの悪影響を及ぼしていることもある。

今回、公共下水道への負荷の軽減と臭気の発生を防止し、環境保全に貢献することを目的に「ノウハウ+フィールド提供型共同研究」の形で、各飲食店舗の規模、客数、使用水量、清掃頻度などによるグリース阻集器の構造、サイズの調査、研究をから、グリースを効率よく阻集し、容易に維持管理ができるシンク組み込みグリース阻集器の開発を行なった。

２．現状の実態調査について

グリース阻集器の現状を把握するため、都内のラーメン店約 200 店舗を対象に、グリース阻集器の大きさ(面積)と容量などについて、アンケート方式による実態調査及び分析を行った。

グリース阻集器の大きさについては、図１に示すように、0.3 ㎡以下のものが約 40%もあった。このように小さいものは、グリース阻集器とはいっても実質排水ますに近いものと推測される。また、１日の食数とグリース阻集器の容量を示したものが図２（グリース阻集器容量は高さの 1/2 を水位として算出）である。空気調和･衛生工学会規格 HASS217 の「食数とグリース阻集器の容量の関係式(そば屋の例)」は図中の太線で、この直線の上部にあるもの(約１/4)が容量不足であり、食数に適合していない容量のグリース阻集器である。バスケットの清掃は、毎日すべきとの維持管理方法がメーカーや日本阻集器工業会から提唱されているが、毎日清掃を行っているのは、36%に過ぎず、週１回以下が 50%を占めている。この原因として、バスケットの清掃は、手間がかかるなど面倒なことを理由として挙げている飲食店事業者が多い。

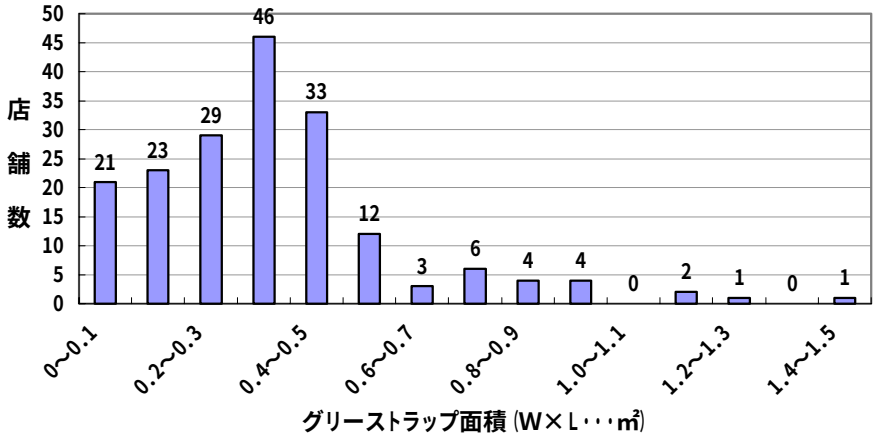

図１　グリース阻集器の大きさ

以上のことから、都内のラーメン店に関しては、グリース阻集器とはいいがたいものが設置されている例が多く、食数との適合性にも欠けていることが推測される。

また、清掃に関しても、グリース阻集器が十分に機能するよう適切な頻度で清掃が行われていない場合が多い。このように、グリース阻集器が設置されていても阻集器の能力、維持管理など問題があり、高濃度の油脂類を含む排水が排出されていると想定された。

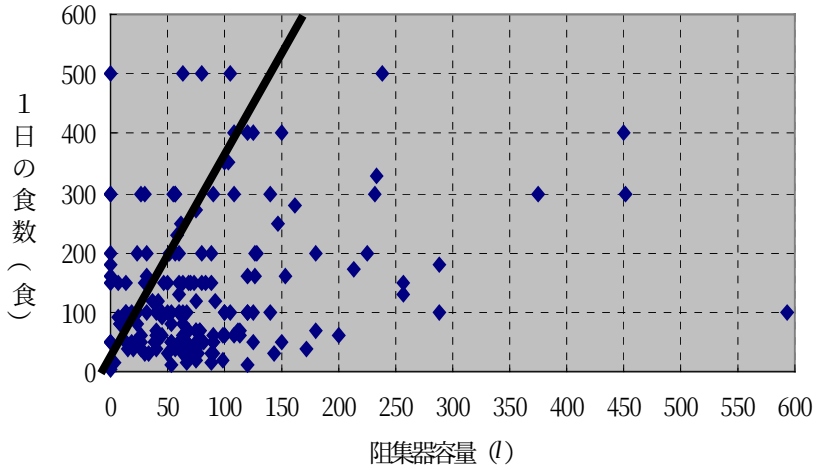

図２　食数とグリース阻集器容量

３．グリース阻集器の研究及び開発

３．１　ラーメン店におけるグリース阻集システムの検討

一般のラーメン店は小規模飲食店が多く、厨房面積が狭く使用水量が少ないわりに高濃度のグリースを含む排水が排出されている。また、これまで一般に使用されてきたグリース阻集器では阻集されたグリースの回収処理がわずらわしく、グリースが阻集器内で放置され下水道に流出する例もあった。さらに、グリースを回収したとしてもその処分が難しく業者に委託し、引き取ってもらっている場合がほとんどである。その間に回収したグリースから臭気が発生し、環境問題となっているのなどの問題も発生している。

このようなことから、ラーメン店などの小規模飲食店向けに設置スペースをとらず小型で、高濃度のグリースを高効率で回収し、回収グリースを簡単に廃棄処理できて維持管理がし易いグリース阻集システムを開発することとした。

高効率のグリース回収方法としては、安価な油吸着材をラーメン店の排水最上流に設置しグリースが雑排水と混合する前に吸着濾過させる方式を採用することにした。吸着材を既設厨房流し台（シンク）横に設置し、パネル前面にドアを設けることで吸着材の点検、交換、廃棄が容易にできるようにした。また、吸着材で吸着濾過できなかったグリースについては、吸着材下部に設置した小型グリース阻集器で回収することとし、阻集器側面に設けたグリース抜きバルブで簡単にグリース処理ができるようにした。さらに、新設営業店舗用にシンク一体型タイプも検討することにした。

このように、本開発品は、小型グリース阻集器と油吸着材をシンクに組み込みこんだ「シンク付きグリース阻集システム」（図３）で、新規に開店する営業用飲食店だけでなく、既設営業店舗においても簡易な工事で設置可能であることから、広く小規模飲食店に普及が期待できる。

３．２　油吸着材によるグリース回収方法の研究（吸着材の選定）

① 吸着材の選定方針

油吸着材をラーメン店の排水最上流に設置してグリースを吸着濾過させる方式においては、(ｉ)グリース回収性能、(ii)吸着材の価格、(iii)吸着材の材質、(iv)吸着材の形状（扱い易さ）などを考慮し、最適な吸着材を選定することが重要である。本システムに使用する吸着材を選定するに至ったフローを図４に示す。

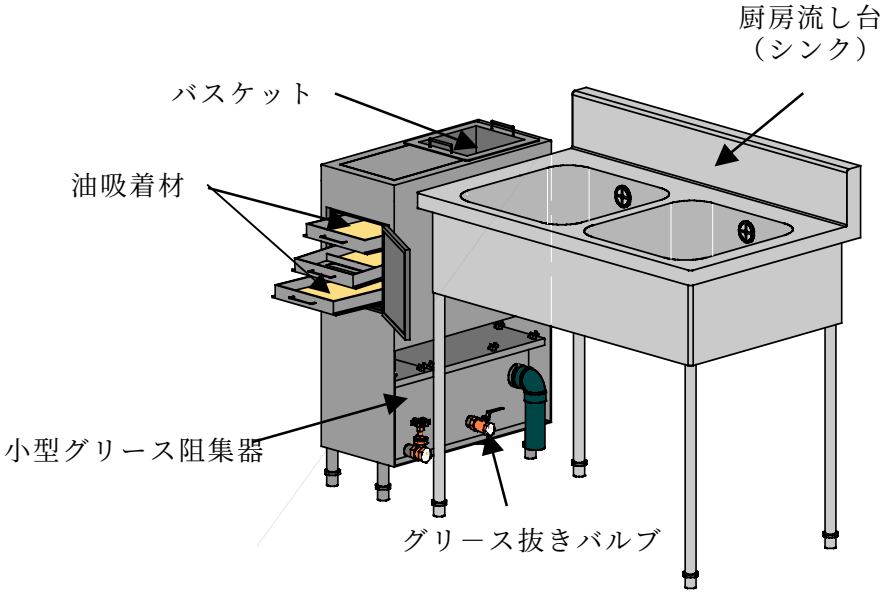

図３　グリース阻集システム
（既設シンク横にグリース阻集システムを設置した例）

(ｉ)グリース回収性能：国内数十種類の市販吸着材の中から、本システムの要求仕様に合う吸着材を基礎実験から数種類に絞込み、フィールド実機と同じ構造の吸着材格納器(吸着材保持ラック)を使用して数種の吸着材の性能確認を行った。

(ii)吸着材価格：吸着材は定期的な交換（1 回／1 日）が必要であり、営業店用飲食店に普及し得るランニングコストを有すことを考慮した。

(iii)吸着材の材質：廃棄処分が容易にできる地球環境に優しい素材であるものを考慮した。

(iv)吸着材の形状：ユーザが交換作業等で維持管理し易い形状を考慮した。

② 各種吸着材の選定

グリースが適切に吸着濾過できる吸着材を選定するため、表１に示すよう透過水量、油吸着量の性能把握試験を行い、国内 31 種類の吸着剤から３種類を選定した。なお、ラーメン一杯あたり、飲み残し容量 100cc、温度 40℃及び油分濃度 10%とし、１日食数 200 杯の条件で実験を行った。

表１　性能把握試験項目

試　験　項　目	内　容	着　目　点
(1)透水試験	・吸着材を濾過方式で使用するため、溶液透過性を確認する必要がある。	・なるべく多くの透過水量で、吸着材吸水量が少ないこと。
(2)10%ラード溶液吸着テスト	・油分濃度均一溶液を用いて、定量的に吸着材の性能を比較する。	・油分の吸着量が多いこと。 ・吸着性能持続効果が長いこと。

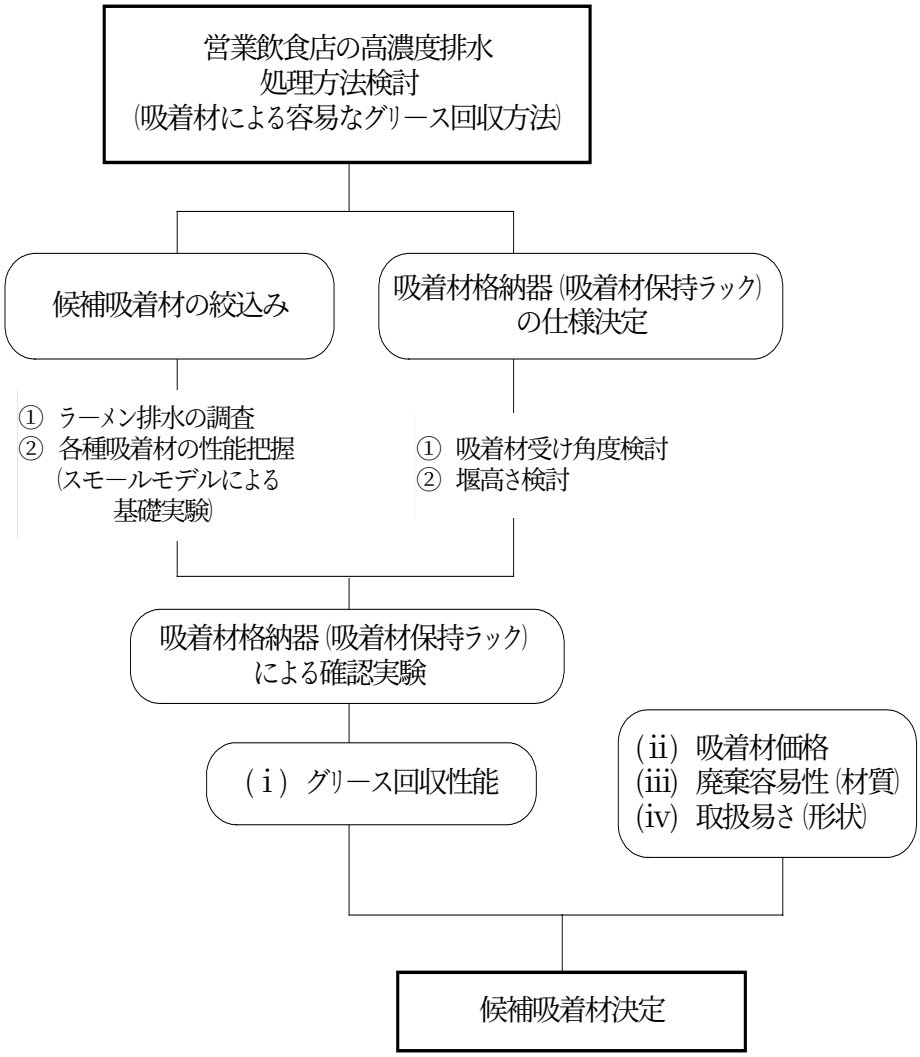

図４　吸着材選定フロー図

③ 吸着材保持ラックの仕様決定

（ⅰ）吸着材保持ラックの構造について

本開発品の「グリース阻集システム」は油吸着材と小型グリース阻集器とをシンク横に設置したものであるが、吸着材のグリース回収性能を室内実験で確認するために、図５に示す実機の吸着材格納部と同サイズの吸着材保持ラック（図６）を試作した。

吸着材保持ラックは、麺やネギなどの残さを取り除く「バスケット」、油水混合溶液を一旦貯留し所定の方向からスープを排出させる「第１排水カップ」を設置し、その下方には、吸着材を載せる「吸着材受け」を３段配置した。また、その下方には吸着材処理後の溶液を一旦貯留するための「第２排水カップ」を有し、「受け皿」のタッパ内に溶液が排出されるよう設計した。

「吸着材受け」上部に載せられる吸着材は油や SS を回収し飽和状態となれば透過性が悪くなるので、飽和状態となっても溶液が下流側に流れやすくするため、「吸着材受け」はスロープ状に角度を有すよう設計した。また、各段それぞれの「吸着材受け」には溶液ダマリを作って未処理溶液が吸着材へ浸透し易いよう図７に示す堰を設けた。

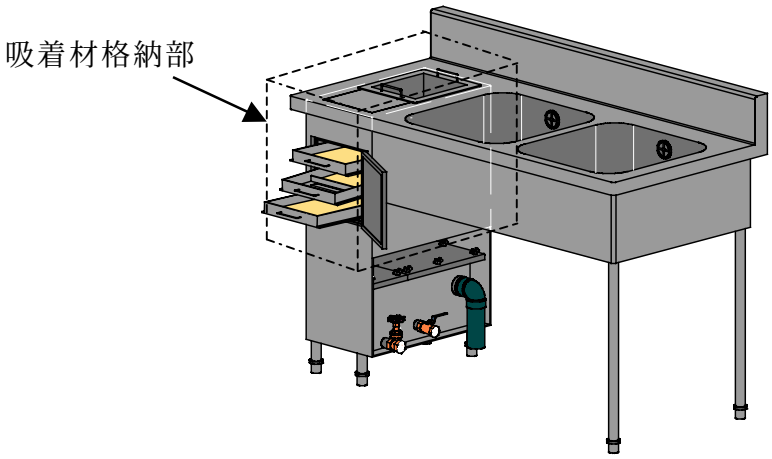

図５　シンク付グリース阻集システムの吸着材格納部

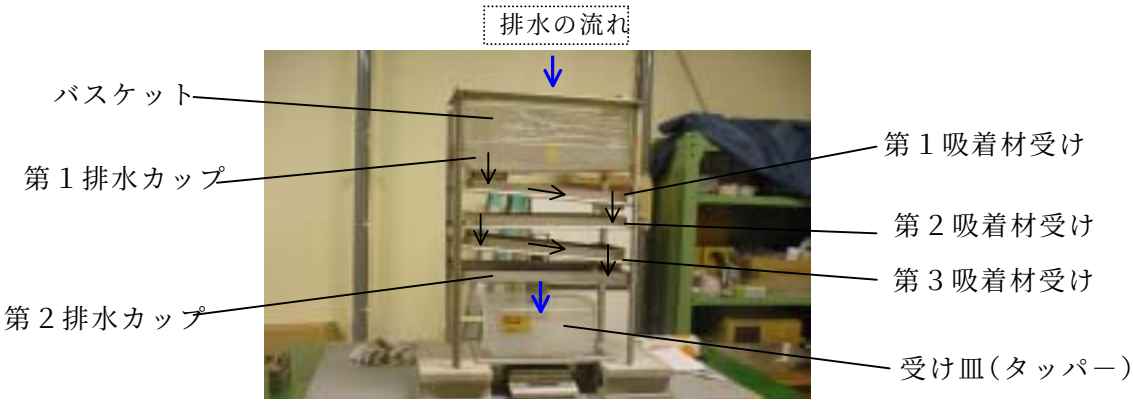

図６　吸着材保持ラック写真

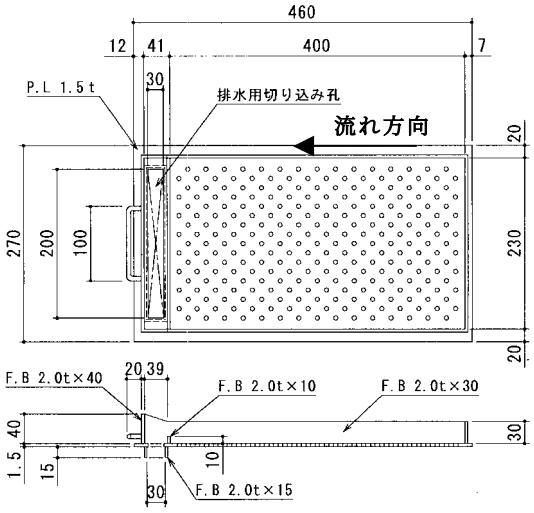

図７　吸着材受け図面

（ⅱ）吸着材受けの設置角度と堰高さの検討

吸着材受けの設置角度と堰高さは吸着性能と維持管理に影響を及ぼす重要な設計箇所であり、設置角度と堰について数種条件を決めて実験し、最適な設計を行う必要があった。検討結果は以下のとおりである。

〔実験〕

吸着材受け角度は４条件（4.8 度、3.7 度、1.4 度、1.1 度）、堰高さは４条件（20㎜、15㎜、10㎜、6㎜）とし、これら両因子を数種組み合わせて実験を行った。排水溶液は 10%ラード溶液｛ラード 10cc＋水 90cc、40℃±2℃｝で５杯分（500cc）を同時に流して実験を行った。

〔結果〕

ラード回収率から吸着材受け角度は、1.4 度が最適であった。

また、堰高さについては、堰が高ければ高いほど吸着材１段あたりの回収ラード量（実質は吸着材上の堆積ラード量）を多く確保することができるが、反面吸着材上に未処理溶液が多くなり、吸着材取替え時に下段へ未処理溶液が流れ出すことが判った。種々の実験結果から堰高さは１段目 6㎜、２段目 15㎜、３段目 20㎜ のように下流側となるほど段階的に高くするように設定すれば、各段の吸着材にほぼ均一にラードが付着回収し易く、吸着材交換時の作業性が改善されることが判った。

④ 吸着材格納容器（吸着材保持ラック）による油分回収性能確認試験

（ｉ）試験内容

基礎実験で選定した吸着材３種類（（ｆ２）、（ｏ１）、（ｅ１））を、グリース阻集システムの吸着材格納部と同サイズの吸着材保持ラックにセットして実ラーメンスープ 210 杯の排水処理テストを実施し、油分回収性能の比較評価を行った。

なお、溶液については、市販の濃縮ラーメンスープを 11 倍に希釈したものに純正ラードを添加し、浮上油分濃度を 10%、温度は 40℃±２℃に調整したラーメンスープ（図８）を使用した。また、吸着材受けは３段使用し、各吸着材受けの保持角度は各段共に 1.4 度とし、堰高さについては１段目：6㎜、２段目：15㎜、３段目：20㎜ に設定し、図９に示す試験負荷パターン（1 日分）に基づき実施した。

図８　純正ラード添加ラーメンスープ
（浮上油 10%に調整）

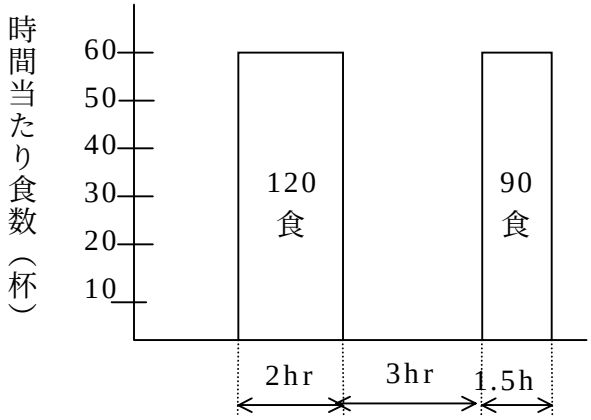

図９　試験負荷パターン（１日分）

（ⅱ）確認試験結果

ノルマルヘキサン抽出物質の分析結果および油分処理能力は、表２のとおりであるが、（ｏ１）については、吸着材表面に撥水効果がみられ、溶液がパンチング板底全体から透過されず吸着材の局部的な透過排水となっていたため、油分回収性能が安定しないおそれがあることが判った。

表２　ノルマルヘキサン抽出物質の分析結果

吸着材名	処理後溶液（受け皿タッパー）のノルマルヘキサン抽出物質（mg/l）				油分回収能力（注）
	１～30 杯	91～120 杯	181～210 杯	平均値	平均値
（ｆ２）吸着材	930	490	740	720	99.2%
（ｏ１）吸着材	1500	810	650	987	98.9%
（ｅ１）吸着材	1200	620	640	820	99.1%

(注)グリース回収能力（%）＝(処理前排水ﾉﾙﾍｷ値－処理後排水ﾉﾙﾍｷ値)/(処理前排水ﾉﾙﾍｷ値)×100

３．３　吸着材の回収性能

実験を行った３種類の吸着材は、処理前のノルマルヘキサン値 89000mｇ/l に対し、吸着材で処理後は 490～1500mg/l（グリ-ス回収能力は約 99%）であった。また、吸着剤の下流側に設置する小型グリース阻集器でさらに減少されると考えられる。

表 3-3 に示すとおり「グリース回収性能」、「吸着材価格」は、候補３種類吸着材に大きな違いが見られないが、（ｏ１）は性能が安定せずバラツキがみられる恐れがあった。また、{材質・形状面} については、回収グリースを簡単に廃棄処理できるので、（ｆ２）と（ｏ１）が地球環境にやさしい素材である。

以上のことから、「シンク付きグリース阻集システム」に使用する吸着材は（ｆ２）が最適であると判断できる。

表３　吸着材選定結果まとめ

メーカ名		Ｆ社	Ｏ社	Ｅ社
品名		（ｆ２）	（ｏ１）	（ｅ１）
形状	材質	天然繊維（ウール 100%）	天然繊維（パルプ 100%）	ポリプロピレン
価格	月使用量当り（30 日稼働、3 枚/日）	５４００円	５２７５円	６１７４円
性能	油回収効率 吸着材ラックテスト ラーメン　スープ 100cc、210 杯	９９．２%	９８．９%	９９．１%
総合判定	長所	・天然素材 ・透水性優	・天然素材	・コスト vs 性能バランスに優れる ・性能安定
	短所	・吸着材の目が荒く、SUS 材底へ油分が透過しやや汚れ目立つ。	・撥水処理のため局部的透過。 ・性能にバラツキあるおそれ。	・材質がプラスチック製。 ・透水性がやや不足で溶液溜りおきやすい。

４ 試験装置による性能確認

４．１　性能試験の目的

流入流量が少なくグリース濃度が高い排水に使用する本グリース阻集システムは、空気調和・衛生工学会規格　ＨＡＳＳ２１７-1999「グリース阻集器」の適用範囲および試験方法に該当せず、日本阻集器工業会認定委員会の認定を取得することが困難である。

そこで、本グリース阻集システムの性能が、ＨＡＳＳ２１７-1999と同等以上の性能であることを評価するため、試験手順は、ＨＡＳＳ２１７-1999「グリース阻集器」に準じて行い、グリース採集方法は金網法により、性能試験を行った。

４．２　試験条件

① 供試阻集器への流入水は、42±2℃の清水とする。
② 流入流量は、5 *l*/min とする。
③ 流入時間は、連続５分間とする。
④ 試験回数は、Ｎ＝3とし、最低阻集効率を評価する。
⑤ 流入流量に対する投入グリース量は、50ｇ/*l* (50,000ppm)とする。なお、投入グリースは、ＨＡＳＳ２１７-1999「グリース阻集器」に準ずる。
⑥ 投入グリース温度は、55±5℃とする。
⑦ 充填している油吸着材は、連続５分間（試験回数 Ｎ＝1）が終了した時点で交換するものとする。

４．３　阻集効率計算および結果

① 阻集効率計算

性能試験後の累積阻集効率（E_2）を次式により求める。

$$E_2 = (G_{i2} / G_{t2}) \times 100$$

ここに、

G_{i2}：性能試験において油吸着材及び阻集器内に阻集されたグリースの質量の累計

G_{t2}：性能試験における投入グリースの質量の累計

E_2　：性能試験後の累積阻集効率

参考：ＨＡＳＳ２１７-1999「グリース阻集器」５．５．３　試験結果の判定　７０回繰した性能試験の結果による阻集効率は、表-3に示す値以上でなければならない

表-3　試験結果の判定

阻　集　効　率　〔%〕	
５回分（各回）の阻集効率　E_1	累積阻集効率　E_2
８５	９０

② 試験結果

性能試験後の累積阻集効率を前出阻集効率計算式により求めた結果、下表のとおりであった。

油阻集システムと小型グリース阻集器とを合わせたグリース阻集システム全体では、流入流量５ *l*/min、流入時間連続５分間、流入流量に対する投入グリース量50ｇ/*l* (50,000ppm)で試験した結果、グリース阻集効率は99%以上が得られることがわかった。

したがって、ＨＡＳＳ２１７-1999「グリース阻集器」の試験結果の判定基準である累積阻集効率90%を上回っており、ＨＡＳＳ２１７-1999に適合したものと同等以上の性能であることが確認できた。

表４　性能試験結果

流入回数 N	投入グリースの質量 [g]		流入水量 [l / min]・[l]		システムから流出したグリースの質量 [g]	システムに阻集されたグリースの質量 [g]	阻集効率 [%]
	各回	累積	各回	累積	累積	累積	累積
	G_{t1}	G_{t2}	V_{W1}	V_{W2}	G_{e2}	G_{i2}	E_2
1	250	1250	5	25	7	1243	99.4
2	250	1250	5	25	7	1243	99.4
3	250	1250	5	25	8	1242	99.3

表５　各部の阻集効率

流入回数（N）	油阻集システム（%）	小型グリース阻集器（%）	計（%）
1	80.4	19.0	99.4
2	93.0	6.4	99.4
3	86.0	13.3	99.3
平均	86.5	12.9	99.4

５．　公共下水道への影響度調査

営業用飲食店舗（ラーメン店等）から下水道に排水される動植物油は、下水道管渠内で固形化し、下水道管に付着することにより、管渠の閉塞、あるいは雨天時に流出されるオイルボール等となって、公共用水域を汚濁する原因となっている。

当該箇所は、人孔からの臭気問題で、地元住民から度々苦情が寄せられていた場所であり、管渠内面に付着したラードによる管渠の閉塞が臭気の原因と考えられた。

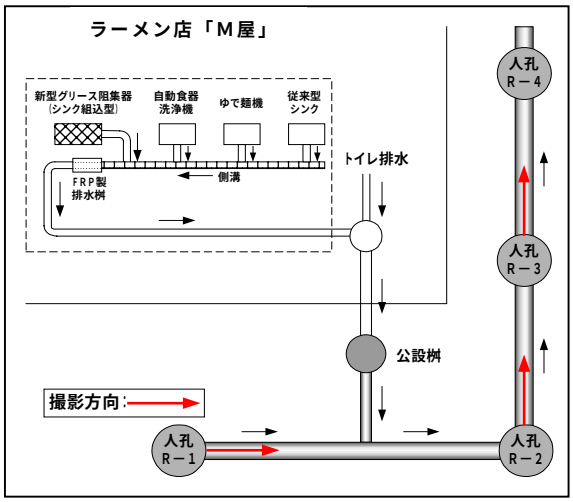

図１０　水質調査・油脂付着状況調査位置

本調査は、ラードの主な排出元であるラーメン店に、今回開発したグリース阻集システム（シンク組込み型）を設置することにより、下水道管渠に与える影響が改善されているか否かについて調査した。なお、調査期間中、１日当たり平均８３杯のラーメンと２３杯のうどんが食されていた。（最小及び最大、ラーメン 51～150、うどん 10～44）

５．１　水質調査

排水の水質調査箇所は、公設桝で行い、グリース阻集システムを設置したことにより、図１１～図１３に示すよう排水中の水質は、油脂成分（ノルマルヘキサン抽出物質）が 250mg/L から 約 50 mg/L （代表値）程度に、また浮遊物質（ＳＳ）が 270mg/L から 約 90mg/L（代表値）

程度に下がり、一定の効果があることを確認することができた。ただし、今回のフィールド実験では、図示した値より大きな結果も一部で見られた。これは、設置したグリース阻集システムの構造上、処理容量が限られており、一度に多量の水量を処理できないため、シンクの貯め洗いによる排水やスープの残り汁など大量の水量が、短時間にグリース阻集システムに流入したことが原因と考えられる。

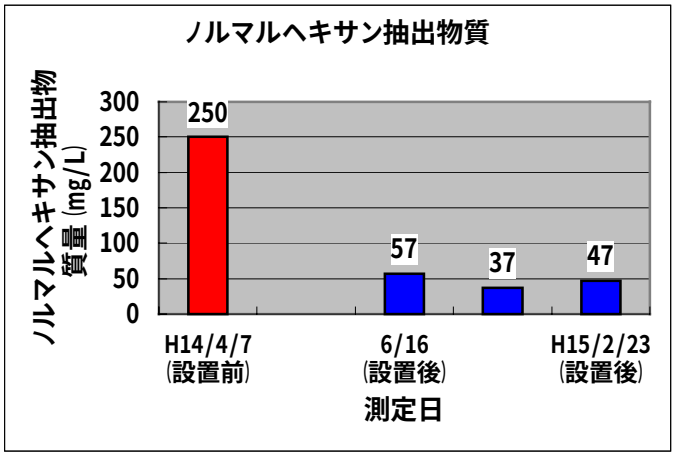

図１１　ノルマルヘキサン抽出物質測定結果

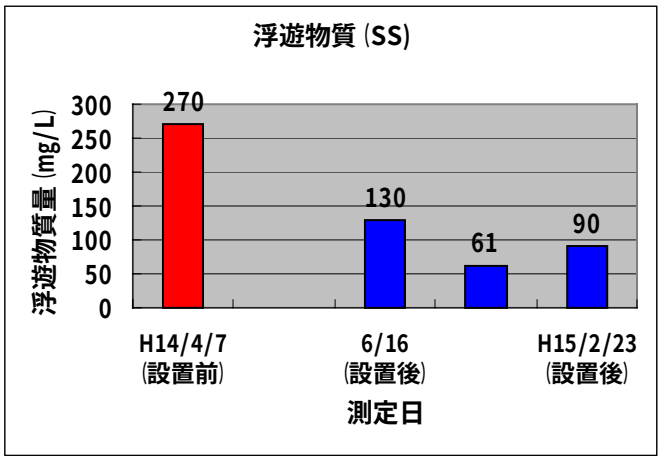

図１２　浮遊物質（ＳＳ）測定結果

５．２　油脂付着状況調査

グリース阻集システムを設置することで、下水道管渠内に付着する油脂量の改善効果を把握するため、設置前後におけるテレビカメラ調査をした。

下水道管渠内面に付着する油脂量については、グリース阻集システム設置後の調査では、取付け管からの汚水流入部付近で、わずかにラードの付着がみられたものの、ラードの付着量が減少していることが確認できた。

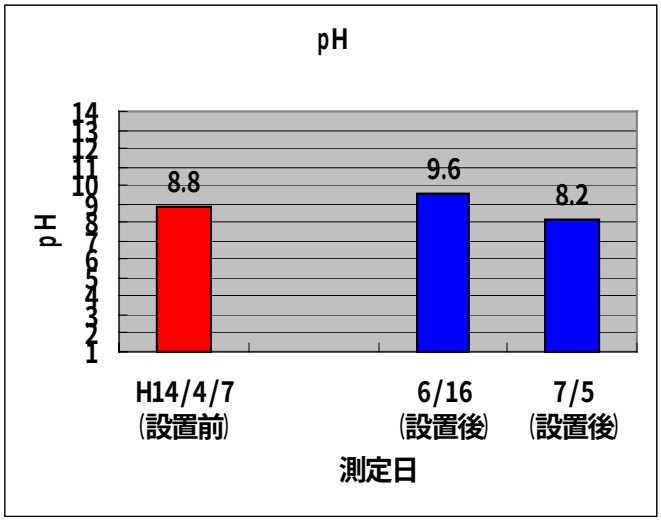

図１３　pH 測定結果

システム設置前

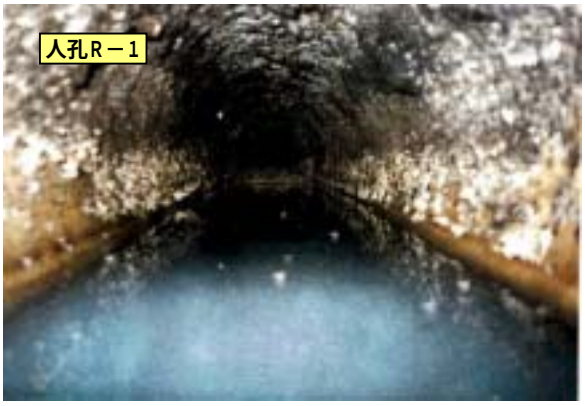

図１４　清掃前(平成 14 年 2 月 28 日)

約３ヶ月前に地元の苦情により管渠内清掃を実施している。

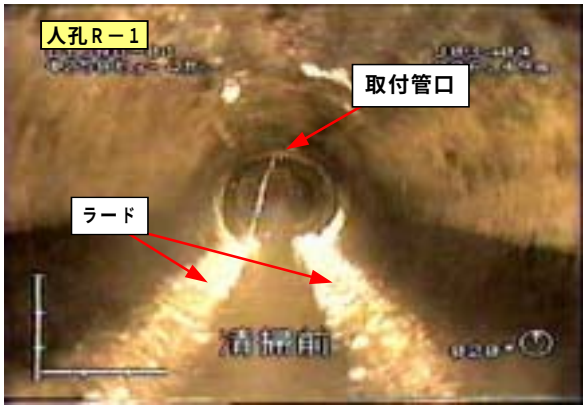

図１５　清掃後３ヶ月(平成 14 年 5 月 20 日)

システム設置後

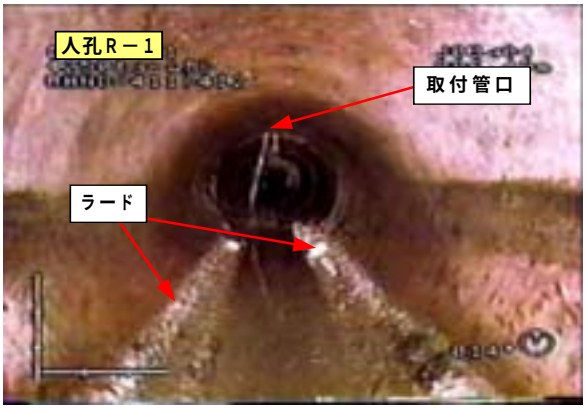

図１６　清掃後３ヶ月(平成 14 年 8 月 22 日)

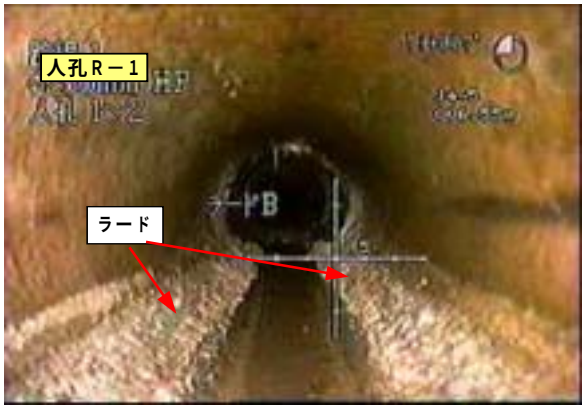

図１７　清掃後３ヶ月(平成 15 年 2 月 27 日)

本研究開始以前の冬期で清掃後 3 ヶ月間の管渠が閉塞するような状況であったために、同時期の状況と比較するために、冬期の状況調査を実施した。

調査結果から冬期であるため、外気温度が低いことが影響されていることもあり、ラードの付着量が夏期調査に比べ多く見られるが管渠を閉塞させるような状況にはいたっていないことが確認され、グリース阻集システム設置の効果があったことが確認できた。

５．３　グリース阻集システムの性能確認

公共下水道への影響調査にあわせ、本システムの性能確認を行い、吸着材の油分回収率、また小型グリース阻集器の回収率の調査を行い、表６の結果が得られた。室内実験に比べ阻集効率が低い原因として、調査期間の間、スープの残り汁など短時間に大量にグリース阻集システムに排水したことが考えられる。

表６　各部の阻集効率

調査期間	油阻集システム（%）	小型グリース阻集器（%）	計（%）
平成 14 年 6 月 3 日～9 日	83.0	7.6	90.6
平成 14 年 7 月 8 日～14 日	77.4	11.2	88.6
平成 14 年 10 月 28 日～11 月 3 日	69.3	16.5	85.9

６．まとめ

今回開発したシンク組込み型の新型グリース阻集システムは、従来型グリース阻集器の問題点であった、回収された油脂の処理、清掃、メンテナンスの難易性を解消するため、吸着材を利用した新しい油脂回収機構を採用し、室内試験及びフィールド試験により性能確認を行った結果、以下の成果が得られた。

- 吸着材については、①高い油脂回収性能を有すること②低コスト③地球環境にやさしい天然素材が原料であることに着目し、採用することとした。
- 小規模飲食店を対象に室内試験を実施した結果、油脂回収能力は 99.2%と、非常に高い結果が得られた。(210 杯のラーメン残スープ（油脂 10%含有))
- 実際にラードの排出が問題となっているラーメン店に試作器を設置し、公共下水道への影響等を調査した。その結果、排水中の油脂成分（ノルマルヘキサン抽出物質)、浮遊物質（ＳＳ）の低減効果があることが確認できた。

・ また、下水道管渠内面に付着する油脂量については、設置することによってラードの付着量が明らかに減少していることが確認できた。
・ さらに、吸着材及びシンク下の小型グリース阻集器によって、飲み残しスープに含まれる約 85～90%ラードが回収できることを確認することができた。

以上のような結果から、阻集器として有効な性能を保持する本システムは、既設厨房内のシンクの横に簡単に取付けることができることから、床下に埋込み型の従来のグリース阻集器などが設置できない場合などには、非常に有効なものとなる。

なお、本共同研究は、東京都下水道局が平成 13、14 年度のノウハウ＋フィールド提供型共同研究として東京都下水道サービス㈱、㈱西原衛生工業所、日立金属㈱、下田エコテック㈱の 4 社と実施したものである。