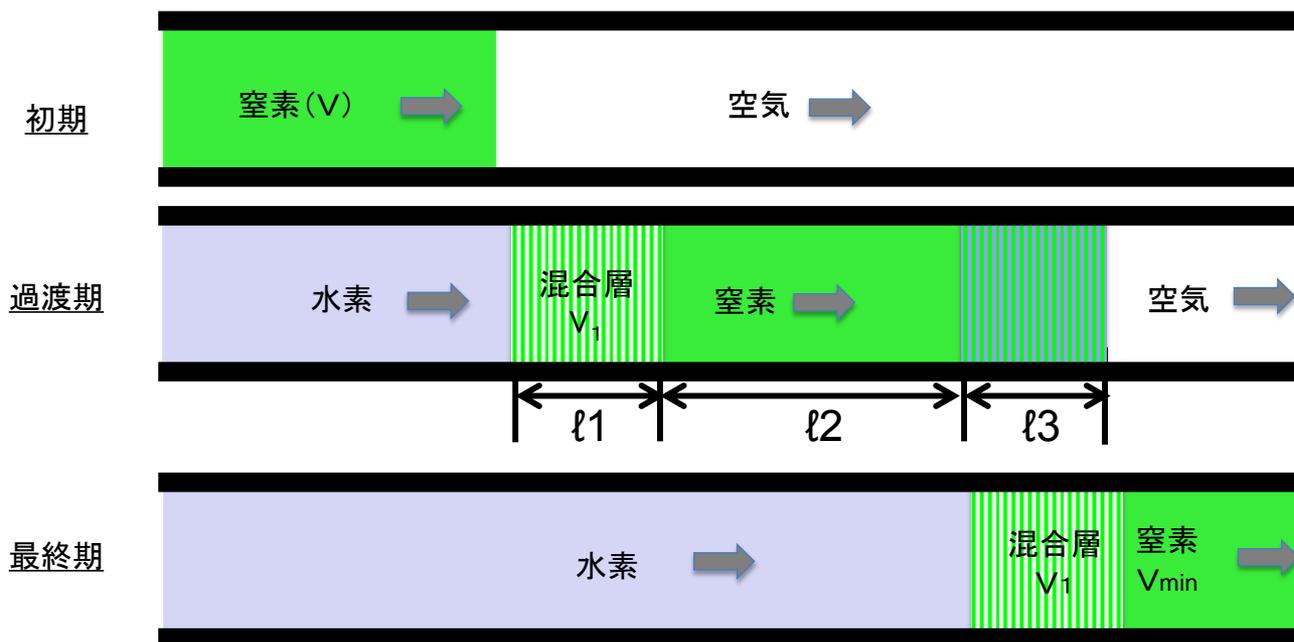


1) 水素置換挙動調査

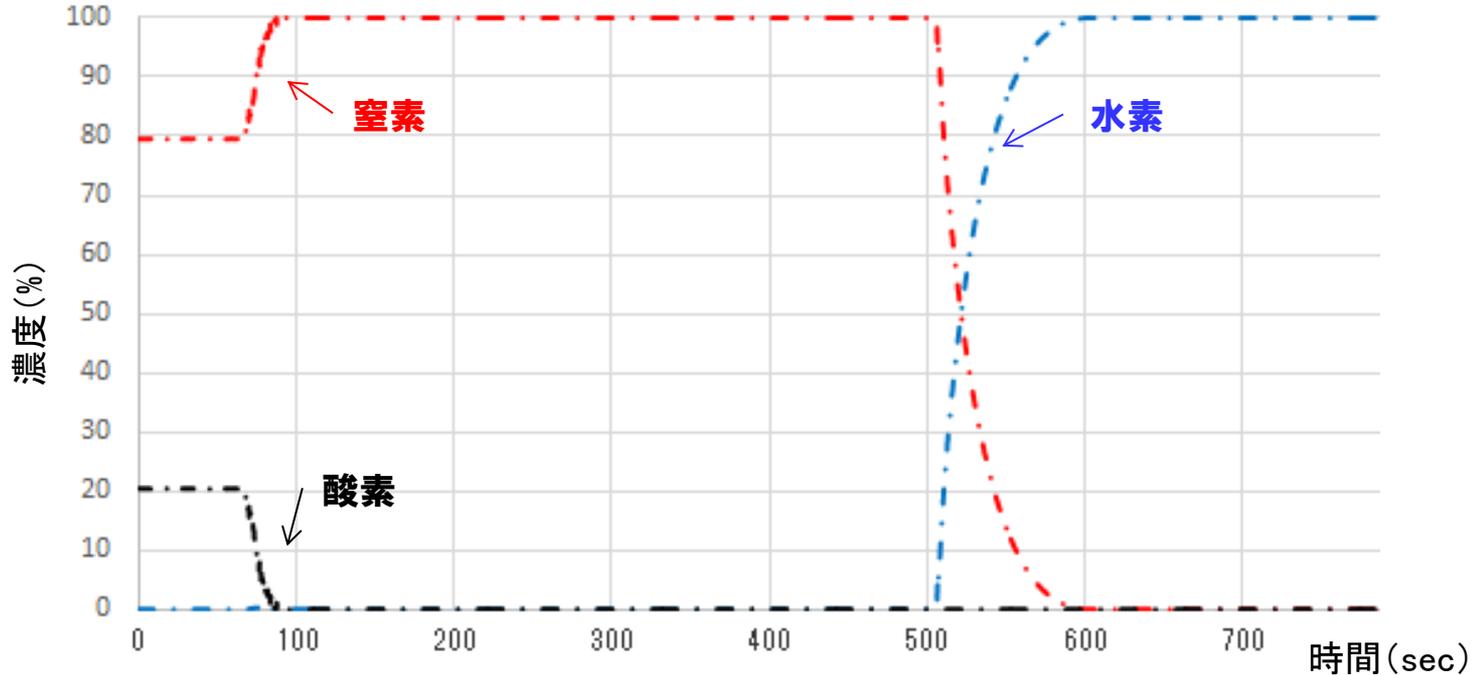
<p>調査目的</p>	<p>導管内に存在する空気を水素へ置換する際、通常は水素の着火を防止するため、導管内すべての空気を不活性ガスで置換するが、経済合理性の観点から、空気と水素が混合しない、必要最小限の不活性ガス量の存在を調査した。</p>
<p>調査概要</p>	<p>空気の後ろから窒素を混入し、窒素層をサンドイッチした形で、さらに後ろから水素を導管内に導入し、空気と水素が混合しない形で空気を置換する方法を実験で確認した。</p>

■ 導管の空気を置換した際の経時変化イメージ



1) 水素置換挙動調査

■実測結果の一例



本事業において調査した、配管延長80m以下、配管口径25A~150A、
 水素レイノルズ数2000以下の範囲において

$L \leq 20$	$20 < L \leq 80$
$Q_1 = (0.0227ReH_2 + 202) \cdot d$	$Q_1 = (0.0833ReH_2 + 328) \cdot d$

L: 導管延長(全長)、 Q_1 : 水素/窒素混合層長さ、d: 導管口径

2) 水素導管圧力解析調査

調査目的	導管を流れる水素の圧力損失に関して、理論式(Colebrook式等)との整合性を確認し、都市ガスの流量計算式と同等レベルの簡易な導管圧力解析式が導出できるかどうかを確認した。
調査概要	試験設備を構築し、中低圧領域(1MPa未満)における導管口径別(40A~100Aまで)の圧力損失を測定し、理論式をベースとする導管圧力解析式を検討した。

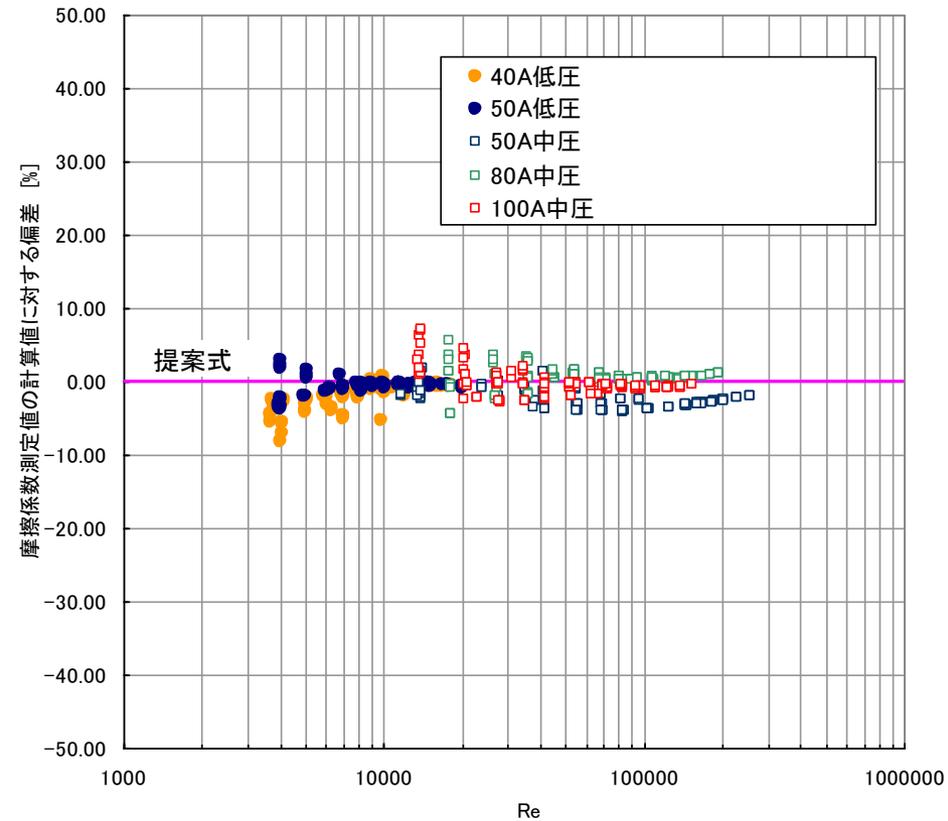
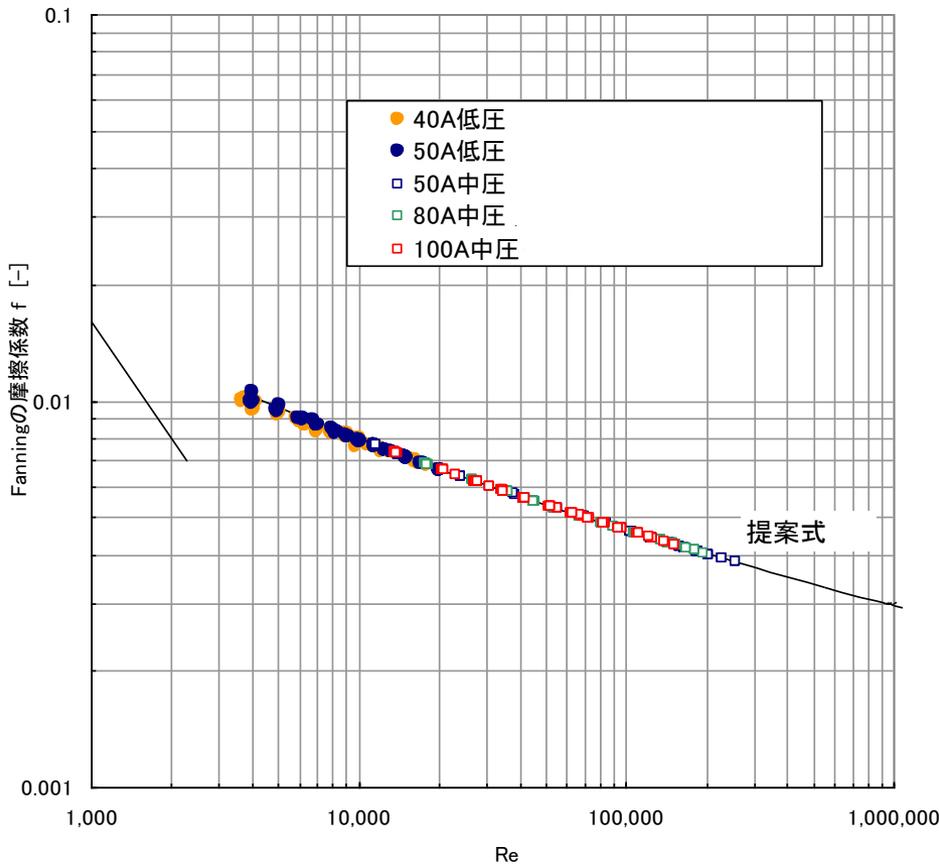
■ 試験設備外観



2) 水素導管圧力解析調査

➤ 提案した圧力解析式において、中低圧水素向け解析式として適用可能

■ 計測結果と提案式の一致度



2) 水素導管圧力解析調査

■中低圧水素 圧力解析式（提案）

$$\Delta P = K_P \frac{TL}{D^5} \frac{Q_0^2}{2P_1} \quad (\text{一般式})$$

中低圧水素において

$$K_p = 3.87 \times 10^{-18} (\log Re)^{-2.43}$$

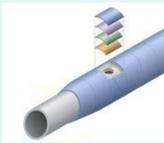
ただし、 $10^4 < Re < 10^5$

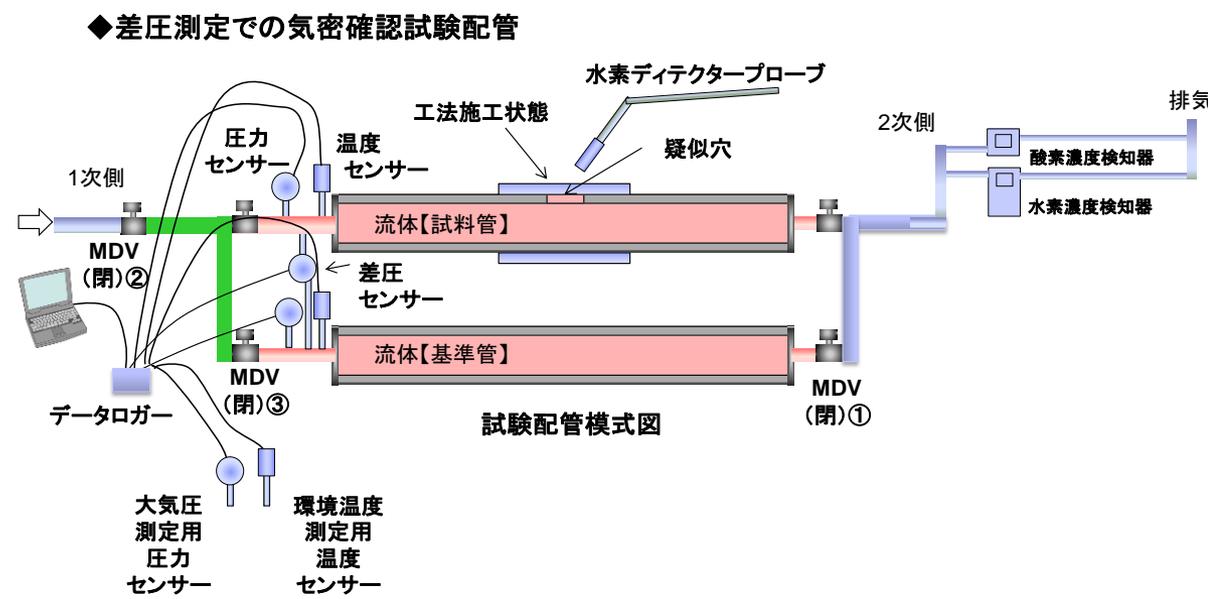
ΔP	: ライン入口出口間の圧力損失	[MPa]
Q_0	: 標準状態体積流量	[Nm ³ /h]
K_p	: 圧力損失係数	[-]
T	: 温度	[K]
L	: ライン長さ	[m]
P_1	: ライン入口圧力	[MPaA]
D	: 管内径	[m]
Re	: レイノルズ数	[-]

摩擦係数の簡易式 $f = 0.231(\log Re)^{-2.43}$

3) 施工方法の安全性評価調査(応急処置)

<p>調査目的</p>	<p>水素パイプラインからの水素漏えいを想定した際、漏えい箇所発見から修繕作業に取り掛かるまで、2次被害を抑止する応急的な処置工法を調査・選定し、水素に対する適用レベルを確認した。</p>
<p>調査概要</p>	<p>10mm の穴をあけたポリエチレン被覆鋼管(50A)に10kPa の圧力が加わるようにレギュレータにて調整後、それぞれの工法で穴を塞ぐ作業を行い、評価を行った。</p>

<p>ゴムパッキン方式A</p>	
<p>ゴムパッキン方式B</p>	
<p>多層シール方式</p>	
<p>自己融着方式</p>	

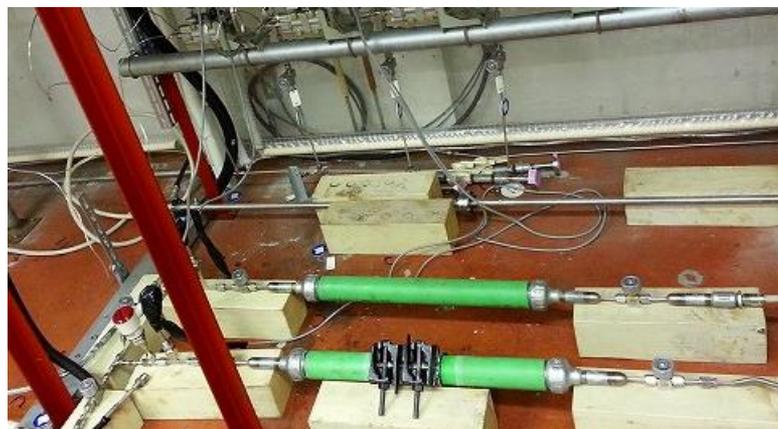


3) 施工方法の安全性評価調査(応急処置)

➤ 現在、ガス事業で使用されている工法が、水素ガスの漏えい抑止工法として十分な性能を有する工法を確認できた

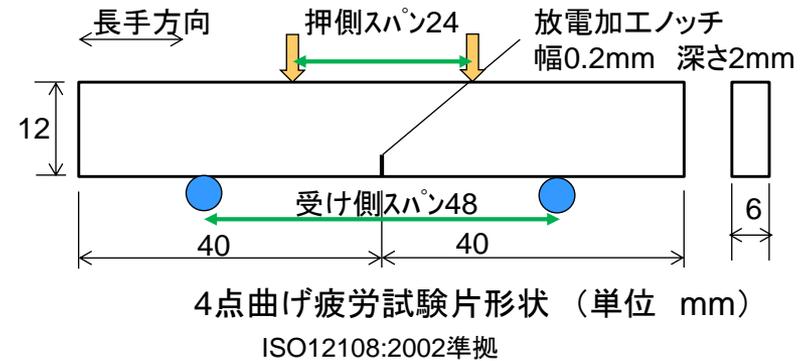
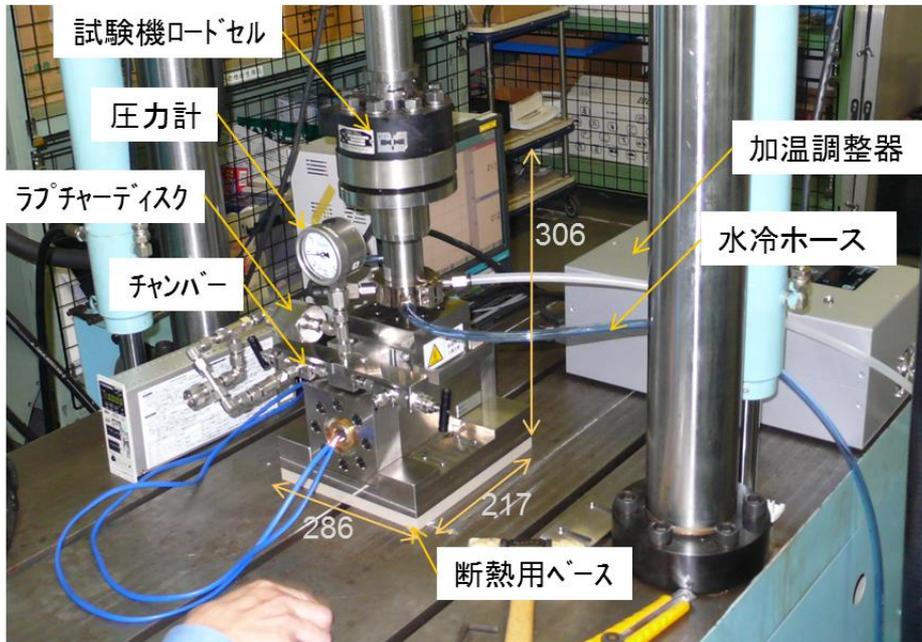
■ 評価結果一覧

シール方式	評価項目		総合評価
	施工性	シール性	
ゴムパッキン方式A	○	○	○
ゴムパッキン方式B	○	○	○
多層シール方式	○	○	○
自己融着方式	△	×	△



4) 付臭剤添加による金属系材料の水素脆化影響調査

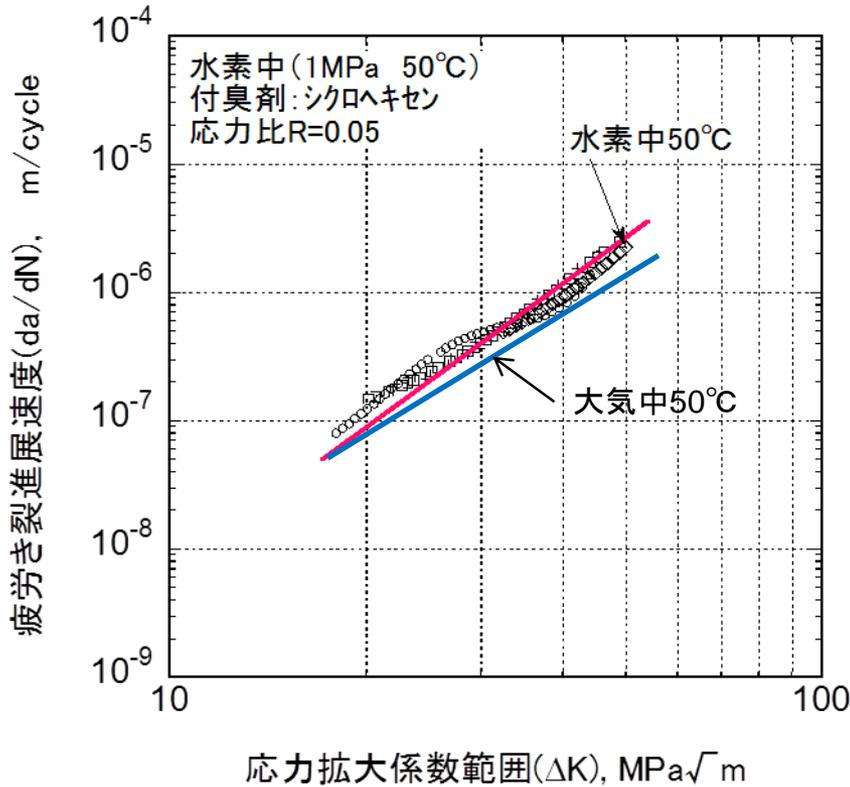
<p>調査目的</p>	<p>水素用として選定された非硫黄系の付臭剤(2-ヘキシン、シクロヘキセン)が金属材料の水素脆化に与える影響をき裂進展実験で確認した。</p>
<p>調査概要</p>	<p>試験装置を設計・製作し、疲労き裂進展による影響を調査した。評価する配管は配管用炭素鋼管(SGP)と圧力配管用炭素鋼鋼管(STPG)とし、試験は、①水素雰囲気下、②付臭剤添加水素雰囲気下のそれぞれにおいて、温度等の条件を変化させ、基礎データの取得を行った。</p>



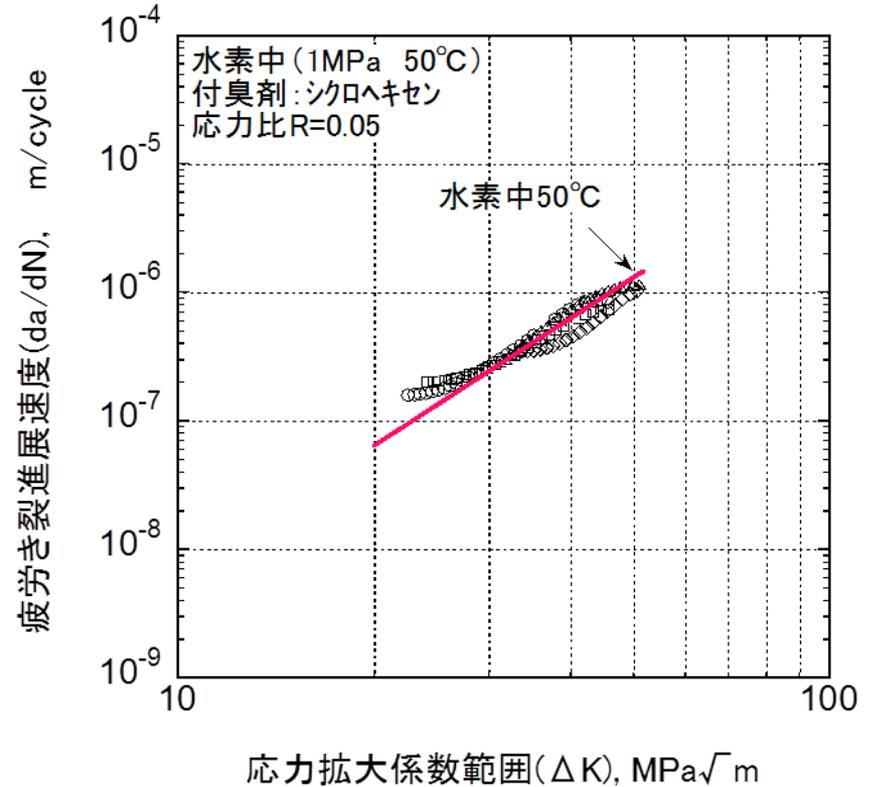
4) 付臭剤添加による金属系材料の水素脆化影響調査

➤ 2種類の圧力配管用炭素鋼鋼管(SGP、STPG)に対するシクロヘキセン(付臭剤)による疲労き裂進展速度に及ぼす影響は見られなかった。これは、2-ヘキシンでも同様であった。

■ 計測結果一例(シクロヘキセン)



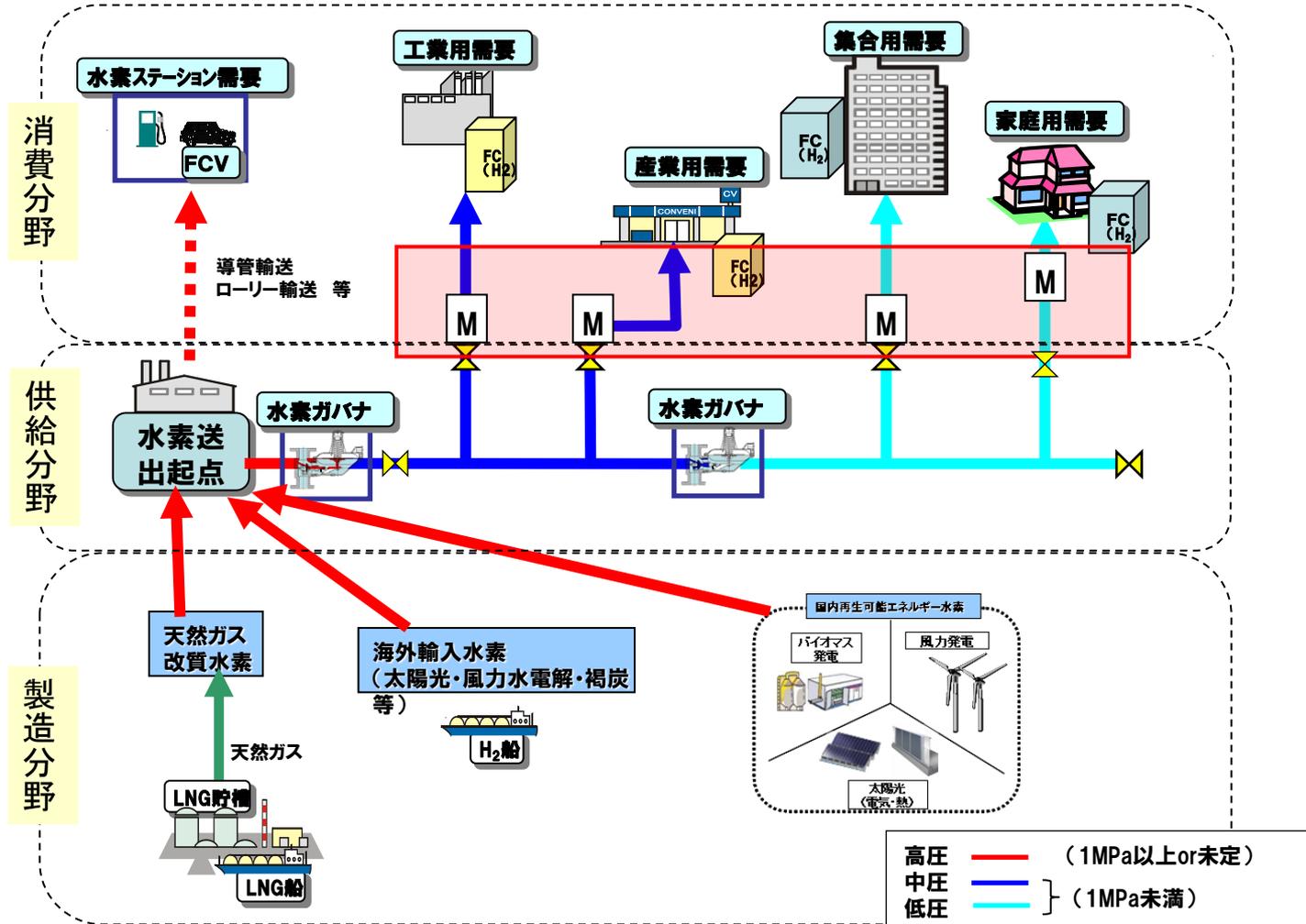
材料: 配管用炭素鋼管(SGP)



材料: 圧力配管用炭素鋼鋼管(STPG)

④ 平成26年度調査テーマ概要

➤ 平成26～27年度は、都市ガス事業における内管部分(中・低圧)を対象に調査を実施(下図、赤枠囲い部分)



⑤ おわりに

今回報告させて頂きました「水素ネットワーク構築導管保安技術調査事業」を行うに当り、独立行政法人産業技術総合研究所殿、JFEエンジニアリング株式会社殿、日立金属株式会社殿、日鉄住金パイプライン&エンジニアリング株式会社殿にご協力頂きました。

また、本調査事業は、経済産業省商務流通課ガス安全室殿からの受託事業であり、多大なるご支援を頂きました。

この場をお借りして厚く御礼申し上げます。