

耐熱無線通信タグの実用化 に関する研究

2012年10月29日

株式会社 新来島どつく 技術設計本部



◆ 目次

1. 本研究の経緯
2. 研究の状況
3. 落下衝撃試験
4. ケース形状の模索
5. ケース形状の最適化
6. 現場適用試験
7. まとめ
8. 最後に

1.本研究の経緯

2011年度の実験では、パイプへ取り付けられたタグの**約9割が回収・読取可能**であった。建造現場への適用に対して一定の成果を得たと考えている。

しかしケースの損傷やガラス部分の亀裂なども認められ、繰返し使用時の**耐久性には課題が残った。**

本2012年度の研究では、**耐久性の向上**を主題に実用化試作品の開発に取り組む。



2.研究の状況

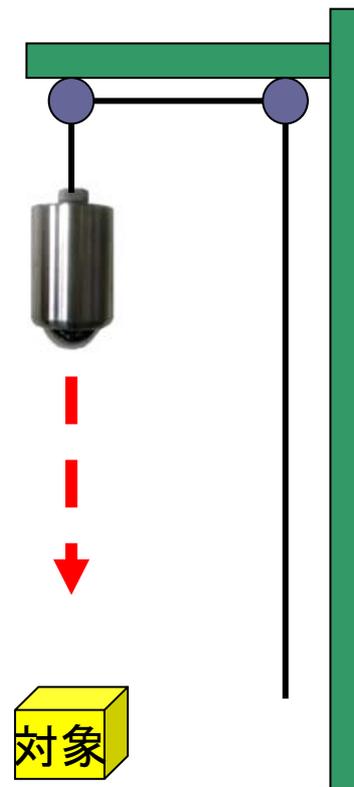
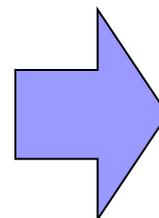
- | | |
|------------|---------------------------------|
| 2012年2月17日 | 共同研究ヒアリング(NK東京本部) |
| 2012年3月9日 | 試験方法相談(愛媛産業技術研究所)
→落下衝撃試験で対応 |
| 2012年4月18日 | 製品調査(SeaJapan訪問) |
| 2012年4月18日 | 実験方法、ケース形状打合せ(NK東京本部) |
| 2012年5月10日 | 製品調査(RFID展訪問) |
| 2012年5月14日 | 実験装置仮組(広島大学) |
| 2012年5月24日 | 落下衝撃試験(広島大学) |
| 2012年6月25日 | 落下衝撃試験(広島大学) |
| 2012年6月29日 | 中間報告書提出 |



2012年7月23日	落下衝撃試験(広島大学)
2012年8月27日	現場適用想定プレ試験(広島大学)
2012年9月13日	緩衝材比較試験(広島大学)
2012年9月中旬	現場適用試験ケース試作準備
2012年9月下旬～	現場適用試験
2012年9月末日	最終報告書提出(暫定版)
2012年10月末日	最終報告書提出(現場試験/3サイクル 結果)

3.落下衝撃試験

まず愛媛産業技術研究所を訪問し実験手法に関して相談し、2011年度の損傷状況など考慮して**落下衝撃試験**を用いて強度を測定することとした。

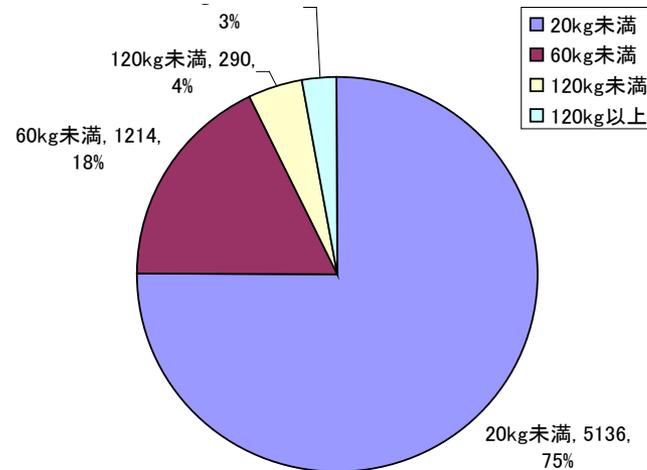


- ・投げたパイプがタグと衝突する！
- ・パイプごと投げられたタグが地面と衝突する！

落下衝撃試験では、**荷重と落下高さ**をどう条件設定するか重要になる。まずは当社での作業状況を調査し、**もっとも厳しい条件を選択**して準備をすすめた。

* パイプの平均均重さは 18.25kg
(全体の75%は20kg以下)
(全体の90%は60kg以下)

弊社一隻当たりのパイプ重量分布(参考用)



☆事前想定条件

- ・パイプ重さ**60kg**
- ・落下高さ **90cm**とした。

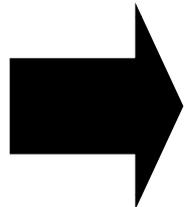
広大 鈴木研究室に協力を要請し 落下衝撃試験装置を準備。



90cm

錘は60kg

予備試験として……
昨年、現場適用試験したパイプ式ケース
へ落下衝撃試験を実施。
→適用試験の状況と違いすぎ
→想定荷重が過剰ではないか？



荷重60kgによる結果

荷重を 20kg、40kgとし条件を見直しました。



前年度適用試験時

最大
ひずみ量 4.7mm



20kg
9.7mm

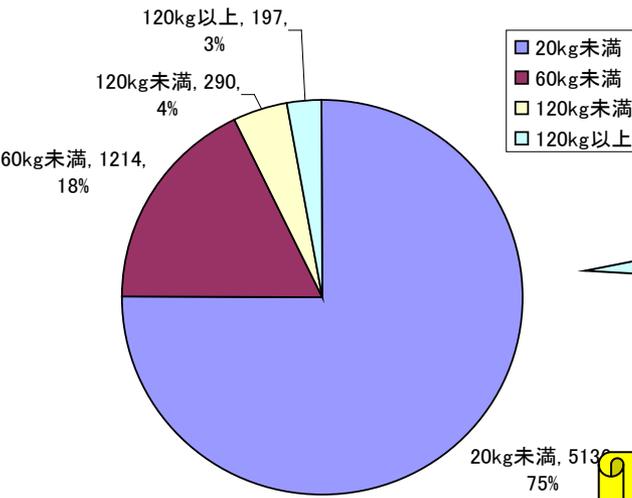


40kg
15.8mm



20kg

20kgでも2倍以上
のひずみ量

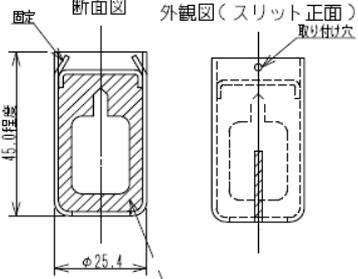
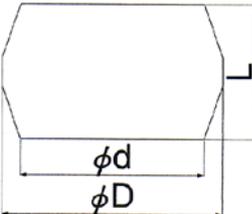


* パイプの平均均重さは 18.25kg
(全体の75%は20kg以下)
(全体の90%は60kg以下)

試験条件を20kg × 90cmと決定!

4. ケース形状の模索

昨年度の実験結果から、その改良品であるパイプを加工したケース、また新たに切削加工により作成したケースの2種類のタイプを落下衝撃試験してその強度を確認した。

A: パイプタイプ(昨年からの改良)	B: 切削タイプ
	
	
<ul style="list-style-type: none"> ・材質、板厚変更 ・ケース径増加 ・隔壁追加 	<ul style="list-style-type: none"> ・金属切削加工品(一体もの) ・衝撃から逃げる形状 ・ケース中央部強度Up

☆パイプタイプに関して

・板厚、材質、隔壁の効果を検証した。



STKM 1.2mm



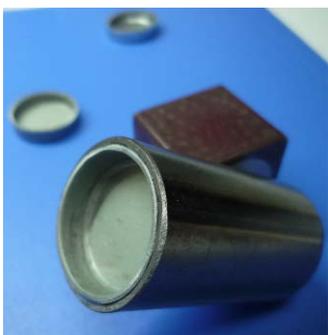
STKM 2.0mm



SUS 1.2mm



STKM 2.0mm
&隔壁(丸駒)



STKM 1.2mm
&隔壁(キャップ)



SUS 1.2mm
&隔壁(キャップ)



STKM 1.2mm
&キャップ+ワッシャ
(両側 隔壁)



SUS 1.2mm
&キャップ+ワッシャ
(両側 隔壁)

☆実験結果(材質、板厚、隔壁の違い)

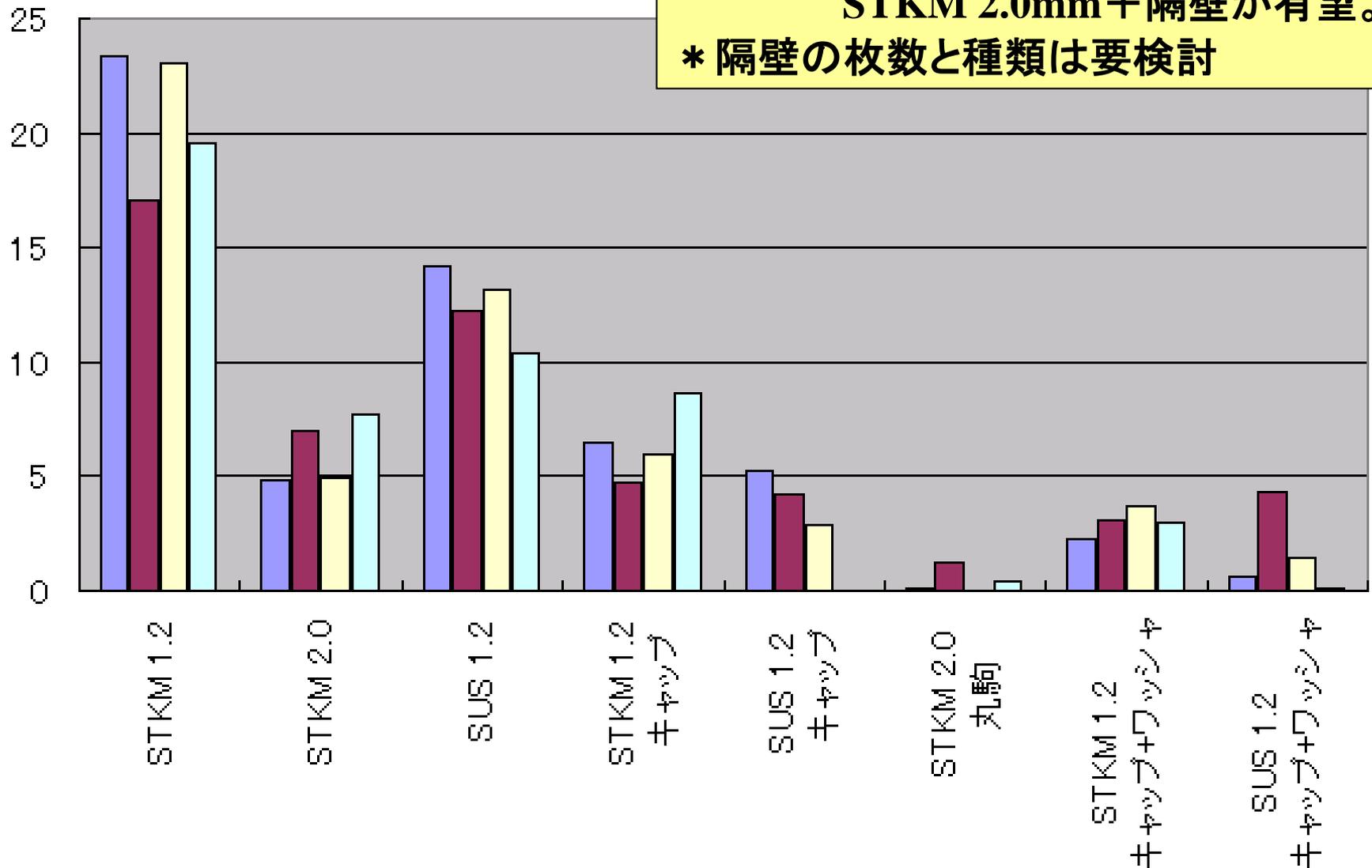


板厚、材質、隔壁・・・それぞれ効果あり。
コストと効果を考慮して

STKM 2.0mm+隔壁が有望。

* 隔壁の枚数と種類は要検討

変形量(mm)



☆切削タイプに関して

形状による効果を検討した。



タイプ	番号	試験前 直径 D1(mm)	試験後 直径 D2(mm)	変形量 (mm)
ソロバン 玉型	①	33.6	33.6	0.00
	②	33.6	33.6	0.00
	③	33.6	33.5	0.10
	④	33.6	33.6	0.00
	⑤	33.6	33.6	0.00

変形なし

* ただし形状による衝撃緩和(衝撃から逃げる作用)は見られなかった。

→強度は高いが、コストも高い。

考察

☆パイプタイプに関して

- ・板厚、材質、隔壁の効果に対する知見を得た。
- ・工夫次第で強度が高く低コストのケース作成が可能。

☆切削タイプに関して

- ・非常に強度が高いことが分かった。
- ・期待した形状による衝撃緩和の効果は低いと思われる。
- ・ただしコストは高い。

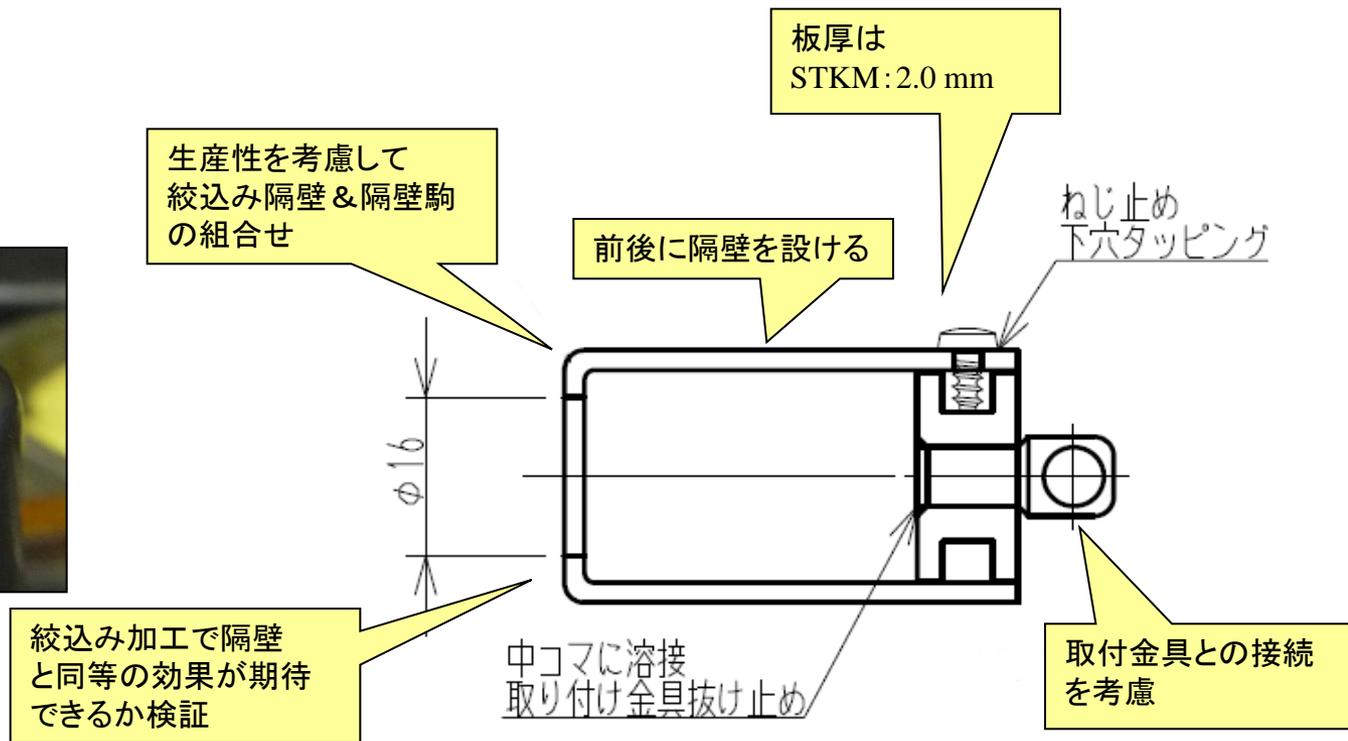


強度とコストを考慮し...

ケース形状をパイプタイプに決定！！

落下衝撃試験の結果を受けて

6/29 中間報告で提出したケース案



5. ケース形状の最適化

様々な試験を行い、ケースの最適化を図った。

5.1 プレス加工による成型の効果（落下衝撃試験）

5.2 読取試験

5.3 落下衝撃後の読取試験

5.4 現場適用試験を想定した衝撃 & 加熱試験

5.5 緩衝材・材質の検証試験

5.1 プレス加工による成型の効果(落下衝撃試験)

プレス加工による成型が隔壁としての効果を発揮するか
3種類のケースを製作して試験を行った。

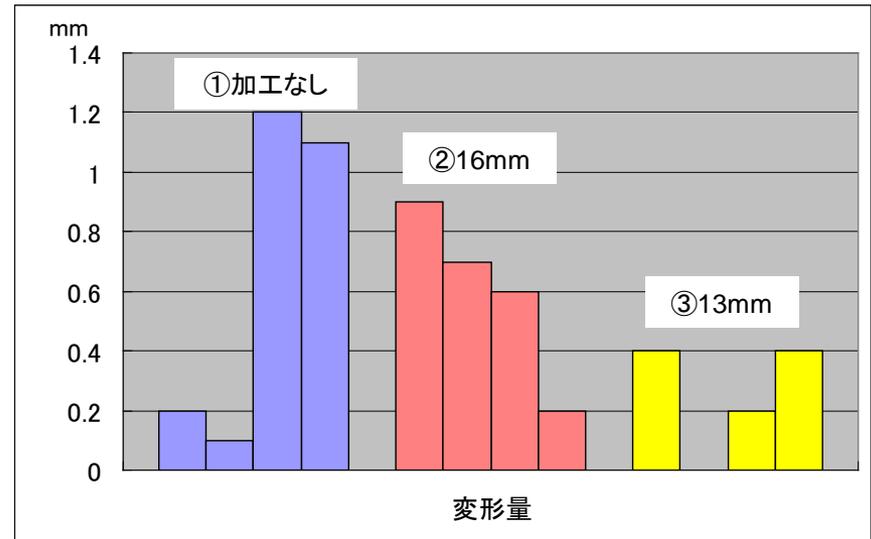


①プレス加工なし
穴径18mm

②穴径
16mm

③穴径
13mm

後部隔壁は丸駒とし、
すべて同一の条件。



プレス加工成型が強度Upに効果ありと判明。

* ただし加工なしの場合でも2mm以下の変形量。
加工なしでも許容範囲の強度であると考える。



①プレス加工なし穴径18mm

試験後写真

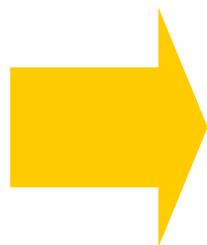
5.2 読取試験の結果

ケースにタグを挿入（緩衝材にはゼイロンを使用）し、開口の大きさによる電波読取の差を比較した。

	読取結果
穴径18mm	○ 確実に読取ることができる。
穴径16mm	△ 読取機との角度や距離により読取れないことがある。
穴径13mm	× 読取が出来なかった。



* タグの直径は16mm



○



△



×

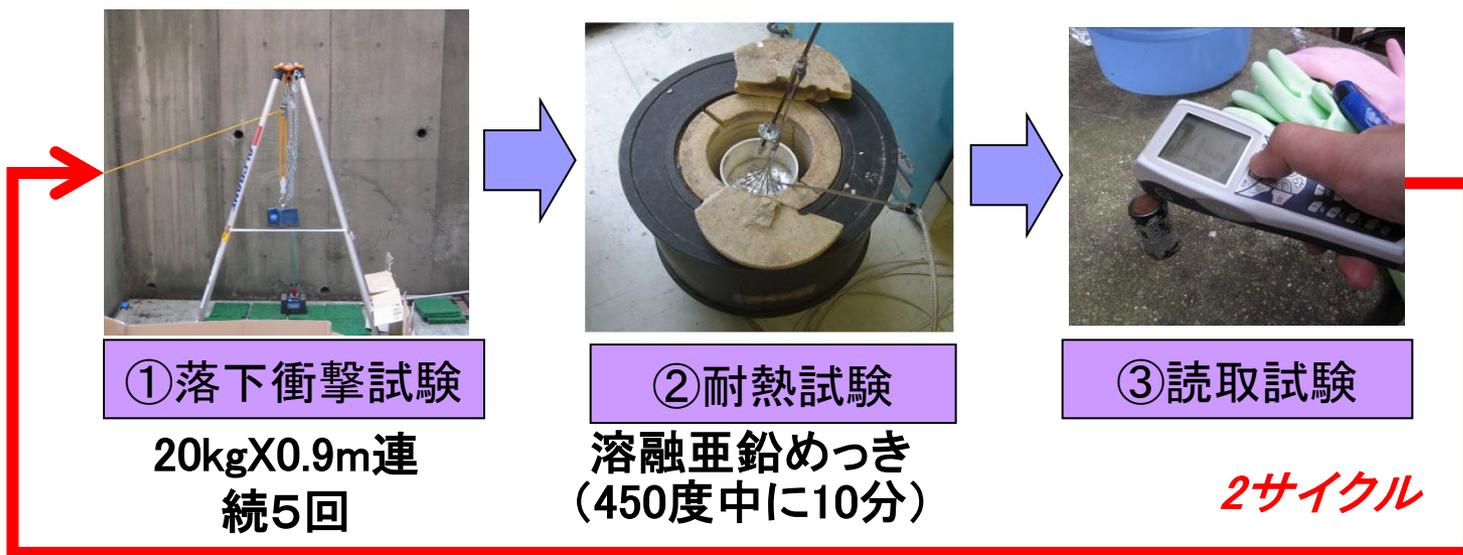
金属ケースが電波と干渉し、読取りに影響を与えている。
確実な読取にはタグの直径以上の開口径が必要と考えられる。



穴径18mm以上を採用！！

5.3 落下衝撃後の読取試験

穴径18mmケースにタグを挿入し、落下衝撃試験(連続)と加熱試験を行った。



* 合計 落下衝撃を10回、加熱を2回(20分)おこなった。

ケースがタグを落下衝撃から保護し
加熱後も読取が可能なのが確認出来た。

結果	読取	変形量
穴径18mm	OK	2.0mm



5.4 現場適用試験を想定した衝撃 & 加熱試験

穴径18mmケースにタグを挿入し、通常の溶融亜鉛めっき工程を想定した試験を行った。



①薬剤処理

脱脂30分
酸洗い15分



②溶融亜鉛めっき

溶融亜鉛めっき
(450度中に10分)



③落下衝撃試験

20kgX0.9m
1回



④読取試験

3サイクル

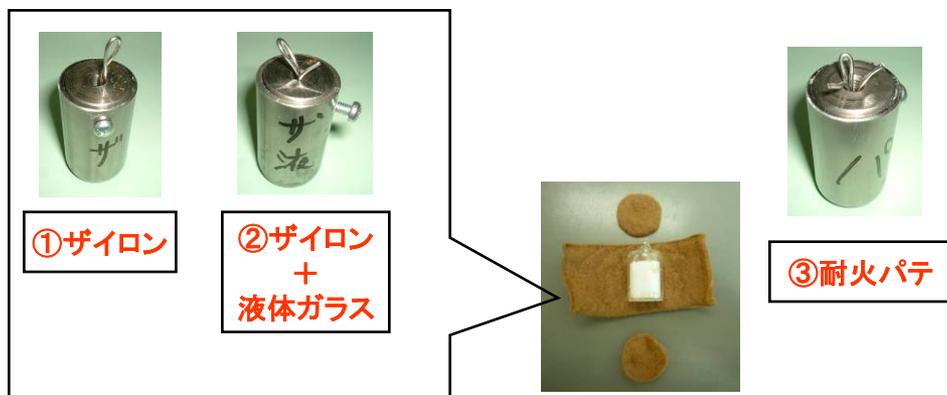
試験体A～Cは3サイクル後も読取可能。

試験体Dは1サイクル目のめっき後の水冷時に異音。
2サイクル目には読取出来なくなった。急冷したことで熱衝撃によりガラスタグが割れたと思われる。

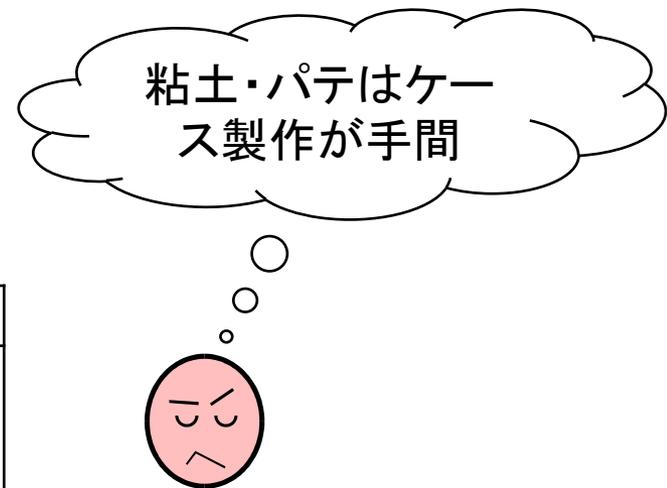
結果	読取り	変形量
A:穴径18mm	OK	1.3mm
B:穴径18mm	OK	1.7mm
C:穴径18mm	OK	2.0mm
D:穴径18mm	1回目OK 2回目NG	1.2mm

5.5 緩衝材・材質の検証試験

穴径18mmケースで内部の緩衝材を8種類用意し、通常の溶融亜鉛めっき工程を想定した比較試験を行った。



- ザイロン系 ①, ②
- 耐火パテ ③
- 粘土系 ④, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧



	④ 漆喰	⑤ 油粘土	⑥ 石粉粘土	⑦ 木粉粘土	⑧ 紙粘土
主な材質	水酸化カルシウム 石灰 砂 水 海藻糊 つなぎの繊維	カオリンナイト 炭酸カルシウム 脂肪酸ナトリウム 植物性硬化油	天然石 水 パルプ 防腐防カビ材	木粉 中空微粉体 天然繊維 水 特性合成糊剤 抗菌剤	炭酸カルシウム パルプ繊維粉 合成粘結剤 保存剤 防カビ剤 保水剤 水分

5.5 緩衝材・材質の検証試験(結果)

	読取り (1回目)	読取り (2回目)	読取り (最終)	変形量 (最終)
ザイロン	○	○	○	1.7
ザイロン +液ガラス	○	○	○	2.0
耐熱パテ	○	○	○	0.6
漆喰	○	○	○	1.2
木紛粘土	○	○	○	0.8
石粉粘土	○	○	○	1.7
紙粘土	○	×	×	0.5
油粘土	○(*	×	×	0.0

*冷却時破壊音有り

読取り良好



開口部分に
めっきが載りにくい



緩衝材が溶けたり
焼失したりした為



紙粘土・油粘土は
1回目で破損

「紙粘土」と「油粘土」以外は読取り3回OK。

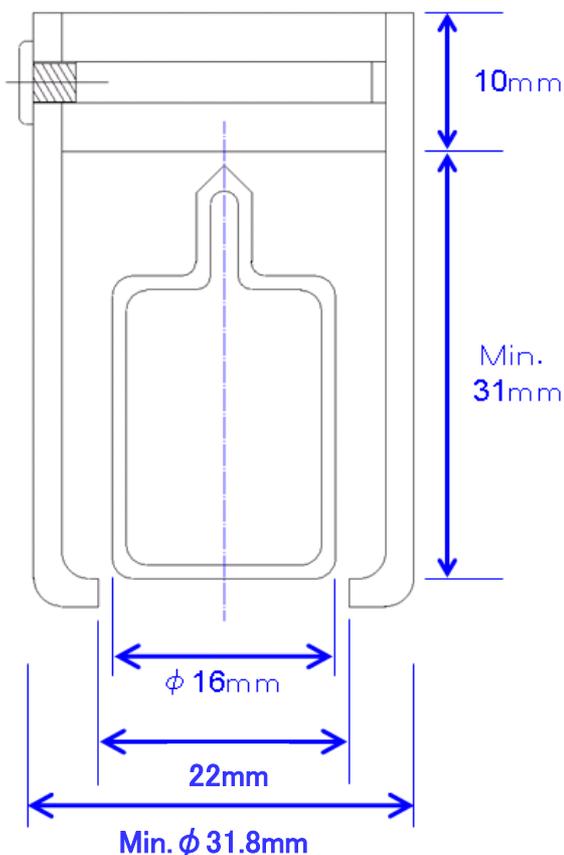
「ザイロン+液体ガラス」が読取り良好。

考察

- ・試験の結果から、今回の金属ケース（STKM2mm、丸駒隔壁、穴径18mm）は十分な強度を持っていると考えられる。
- ・読取側をプレス加工することで隔壁と同様な効果を得ることが出来た。ただし十分な開口径を確保しないと読取に支障がある。
⇒タグ直径以上の開口が必要。
- ・読取り不可となった試験体は、1サイクル目の亜鉛めっき後の水冷時に異音が発生した。その時点では読取可能で、2回目の加熱以降は読取不可となった。急冷による熱衝撃でガラスが割れたものと思われる。
⇒分解したところ割れが確認できた。
- ・熱衝撃による割れは、緩衝材の材質を選定することで解決出来る事がわかった。また、「ザイロン+液体ガラス」を使用するとめっきが開口部に付着しにくく、読取りし易いことがわかった。
⇒緩衝材には「ザイロン+液体ガラス」を使用する。

6.現場適用試験

試験結果を踏まえ以下の改良を行い現場適用試験に用いるケースを製作する。



- ・STKM 板厚2mm。
 - ・取付側に丸駒隔壁。
 - ・**読取側をプレス加工により成型。**
隔壁効果にて強度Upを図る。
 - ・**パイプ径を一回り大きいものに変更し**
読取側成型の**開口18mm以上を確保**する。
また金属ケースとガラスタグとの隙間を十分に確保する。
- * なお読取に関しては読取機のアンテナの調整などを別途、検討中。

試験ケース製作



しぼり加工済み
パイプケース



丸駒



タグ+ザイロン緩衝材



ガラスコート材



タグ+外側挿入



ガラスコート材挿入



取付け金具
取り付け



下蓋挿入



上蓋挿入



丸駒取付け

製作過程



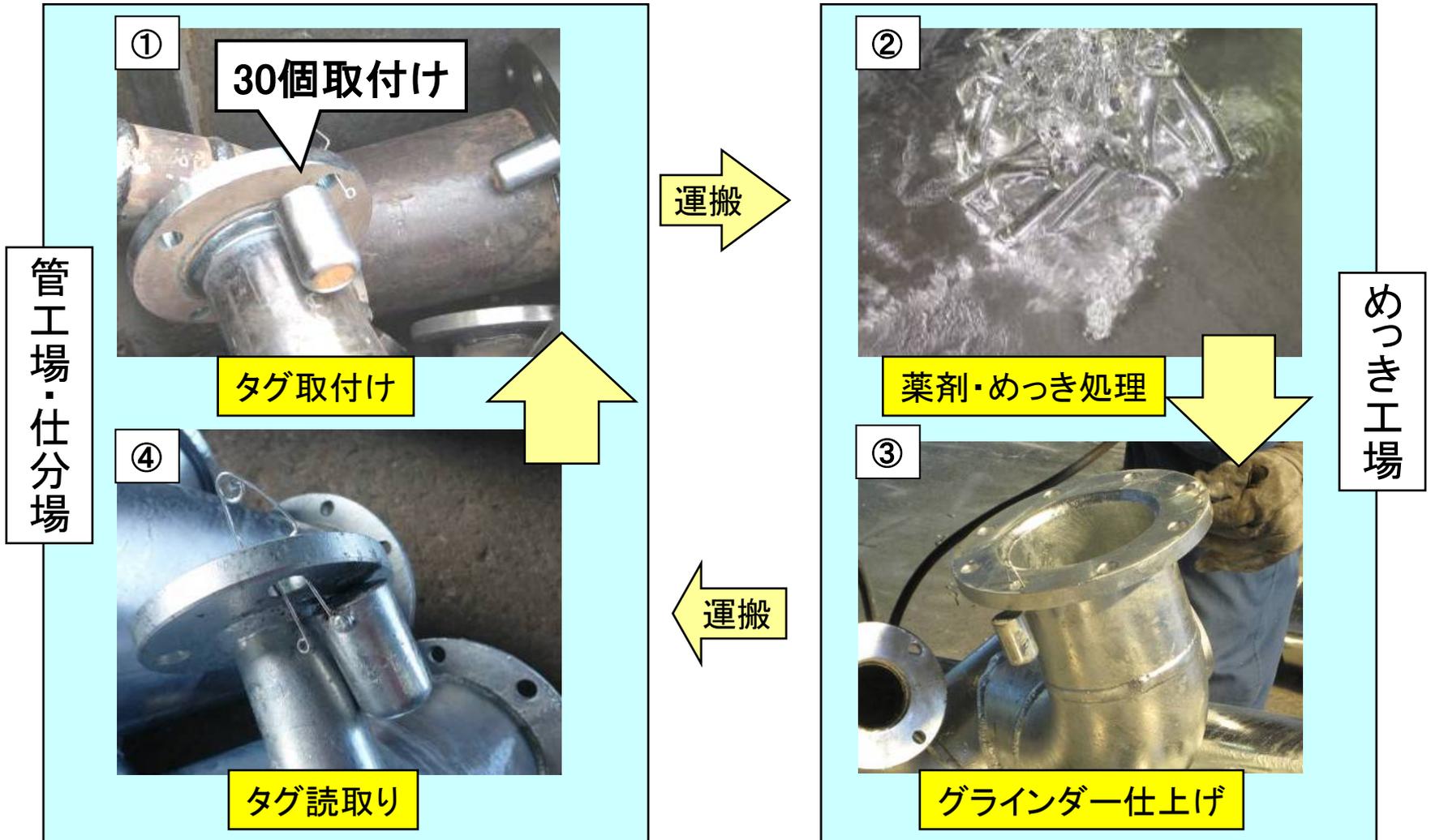
完成

簡単に製作が可能！！

本適用試験

試験期間 2012年9月24日～10月25日

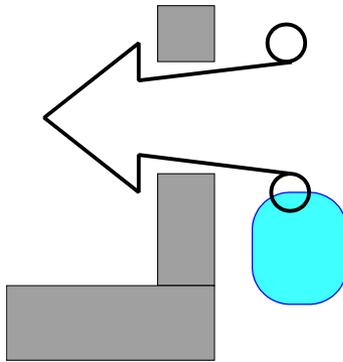
試験方法 以下に示す



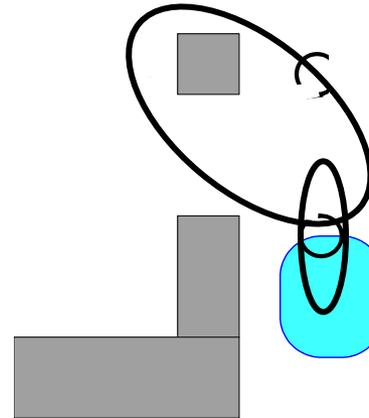
計3サイクル試験を行う。

本適用試験 試験方法 取付けについて

1回目 バネ金具



2・3回目 番線



1回目の試験でタグの脱落が多く見受けられた為

・本適用試験 結果・考察

以下に3サイクル行った試験の結果を示す。

※1)脱落7個は後日回収

※2)1個紛失

	1回目	2回目	3回目	合計
実験投入数	30個	30個	29個	89個
回収	23個	29個	29個	81個
読取り	23個	29個	29個	81個

※1

※2

回収率は91%

読取成功率は

100%



変形したものも見受けられるが、**全て読取OK**

・大多数のタグが3回の運搬・薬剤めっき処理をクリア出来た。

↓
繰り返し使用に耐えるタグユニットが完成した！！

本適用試験 今後の課題

ばね金具による取り付けでは、パイプから脱落するタグが発生。



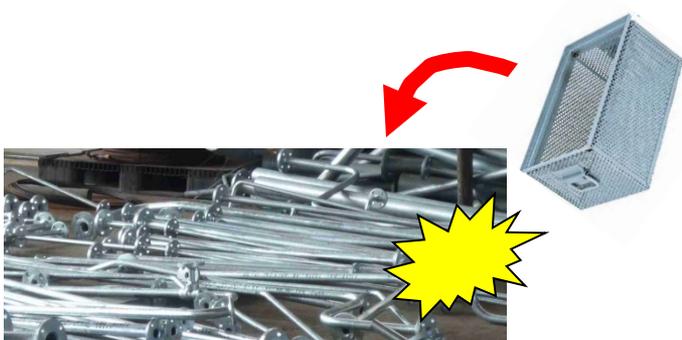
脱落の原因は...?



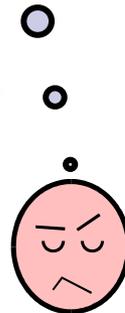
昨年度



本年度



薬剤処理・めっきの際にパイプを並び替える。



- ・昨年度よりタグが重量化
- ・今回は適用試験に中径・大径管を使用

②固定方法がタグ重量に見合っていないかった為

①衝撃で取付金具が変形した為

以上二点が考えられる。

番線による取り付けは現場では面倒。
大口径用のばね金具を作る？

取付金具は、タグの形状・重量を再考慮し改良を進める。

7.まとめ

- ・広島大学で行った落下衝撃試験、並びに本工程を想定した試験により、強度・熱衝撃等の問題をクリアし耐久性を向上させた、**繰り返し使用に耐えうる無線タグユニット**を開発出来た。
- ・現在行っている現場適用試験では、タグユニットがパイプから外れているものが見受けられた。**取付け方法の見直し**が必要となった為、これからの課題として検証する。
- ・今後も現場適用試験を継続し、実運用へ向けての確認を行う。
- ・さらに**量産・コスト**を考慮した製品作りや、タグユニット小型化へ向けた取り組みなど、さらなる**品質向上・改良**を図る。

8.最後に

本研究開発は、株式会社 新来島どっく、日本海事協会との共同研究体制により研究を行なうとともに、日本海事協会の「**業界要望による共同研究**」のスキームにより同協会の研究支援を受けて実施しております。

本研究開発の遂行にあたり、関係各位の多大なる御支援と御協力を賜りましたことを深く感謝致します。

- ・一般財団法人 日本海事協会 ・株式会社 新来島どっく
- ・広島大学工学研究院 ・愛媛産業技術研究所
- ・株式会社 トーヨ ・凸版印刷 株式会社 ・株式会社 ゴビ
- ・株式会社 ガルバ興業 ・村松製作所