

目 录

有关非破坏试验的ASTM规格的现状	(日) 矶野英二 (1)
超声波探伤用耦合剂应具的必要条件	(日) 林传三 (12)
焊接结构件的无损评价	(日) 小林英男 (21)
锅炉使用期中检查	(日) 永管久竹嗣 (29)
球形煤气罐在役中检查的自动化	(日) 柘值宗纪 (38)
化工厂运转中检查	(日) 平野贤二 (44)
管道内自动行走射线检查机器人	(日) 渡边竹春 (53)
焊缝非破坏试验及设备	(日) 仙田富男等 (59)

有关非破坏试验的ASTM规格的现状

(日) 矶野英二

1. 序言

最近对非破坏检查(NOI)、试验(NDT)、评价(NDE)的关心程度越来越高,由于此项技术的正常发展日渐普及,标准化是无法回避的问题。

特别是美国,首先进行文字化以明确其含义,很早就进行了规格化工作,非常之齐备。其中ASTM(美国材料试验协会),其各类规格,是我国转借使用频度最高的规格,有关非破坏试验也不例外。从1984—1986年,因新规格制定及改订活动显著,现介绍其现状以供参考。有关NDT试验方法有关连的规格,统计有116件。

2. ASTM规格的大概

ASTM的规格,根据规格协会每年发行的小册子可清楚地看到,作为相当于JIS的大分类(A—Z)的条目是Sec.No.0—15,而NDT是被分类于Sec.3“金属的试验方法及分析方法”,“金属组织学、非破坏试验”(分类记号为E)中,各Sec.全部被分类作成数册,NDT是指定于6分册中“NOLNo.03.03”。

NDT规格,由ASTM中E-7委员会办理,同于JIS,由试验对象物的委员会进行规格化。最最多的是Sec.1,“铁钢制品”(记号为A),其次是Sec.2“有色金属制品”(记号为B),对此作为E-7委员会以外的NDT关连规格的目次中,揭示了NDT试验方法分别的规格一览表(有稍许遗漏)。其目次,分类E,作试验方法分别分类,规格番号顺序配列成2种类。

表1是NDT的试验方法分别用于各规格中的数字一览表。

表1 有关非破坏试验的ASTM规格制订状况

试验方法分类		E	A	B	其它	合计
声发射	AE	10				10
电磁探伤	EMT	13		6	1	20
检漏试验	LT	12			3	15
液体渗透试验	PT	3			1	4
磁粉探伤	MT	3	2			5
无损试验机构		1				1
射线探伤	RT	30				30
热电其它		1			2	3
超声波探伤	UT	17	9	2	2	30
合	计	90	11	8	9	116

* 包括保留1件。

3. 试验方法

试验方法的分类, 规格表题下表示方法, 各不一致, 如下例。

Practices for; Practice for; ……试验方法

Methods for; Method of Testing for; ……试验方法或求法

Guides for; Guide for; ……指针

Reference Photographs for; ……参考照片

Definitions of Terms Relating to; ……相关用语定义

Terminology Relating to; ……相关用语

表 2 是试验方法其规格番号及年度。

又ASTM与ASME (美国机械工程师协会) 和 DOD (美国国防部) 之间的规格相互通用, 分别用+, \$符号标示 (这是全部经 ANSI (美国规格协会) 协定后采用, 在目录中不再登记)。

表 2. ASTM 关于无损检测方法的规格

UT

E1065-85	超声波探头的特性评价指标
E664-78(83)	水浸法的超声波纵波的开始衰减的测定方法
E317-85	不使用电子计测装置的超声波脉冲反射探伤试验系统的使用性能评价方法
E127-82a	超声波探伤用铝标准对比试块的制造方法和检查方法
E428-71(85)	超声波探伤用钢对比试块的制造方法和检查方法
E1001-84	用纵波的水浸脉冲反射法的缺陷的检查与评价方法
E214-68(85)	用纵波的水浸脉冲反射法的超声波探伤试验方法
E588-86	用超声波法检查轴承钢中大形夹杂物的试验方法
E587-82	直接接触法的超声波斜角探伤试验方法
\$E164-81	焊缝的直接接触法的超声波探伤试验方法
\$E273-83	纵向焊接管及小管的超声波探伤试验方法
+ E213-85	金属管及小管的超声波探伤试验方法
E797-81	手动直接接触超声波脉冲反射法测厚试验方法
+ \$E114-85	直接接触法超声波纵波脉冲反射试验方法
E804-81	用不同平底孔径之间的外插法的超声波探伤试验系统的校正方法
E494-75(85)	材料的超声波声速测定方法
\$E500-86	超声波探伤试验相关用语
A388-84	大形锻钢件的超声波探伤试验方法
A418-77(82)	透平及发电机钢转子锻件的超声波探伤方法
A435-82	压力容器用钢板的超声波纵波探伤试验的说明
A503-75(80)	大形锻造曲柄轴的超声波探伤试验说明

- A531-74(79) 透平发电机转子钢止推轮的超声波检查方法
 A577-82 钢板的超声波斜角探伤试验的说明
 A578-82 特殊用途用钢板及包覆钢板的超声波纵波试验的说明
 A609-83 铸钢、碳素钢及低合金钢的超声波探伤试验的说明
 A745-84 奥氏体钢锻件的超声波探伤试验方法
 B548-82 压力容器用铝合金板的超声波检查的方法与说明
 B594-82 宇航用铝合金制品的超声波检查方法
 C597-83 用脉冲速度的混凝土试验方法
 F600-78(83) 热可塑性塑料管、套管及对接焊缝的无损超声波评价法

AET

- E1106-86 AE触子的一次校正法
 E794-80(85) 连续焊接中的AE监控方法
 E569-85 管理负荷条件下的AE监控方法
 E751-80(85) 电阻焊接中的AE监控方法
 E1067-85 FRP罐/容器的AE试验方法
 E750-80 AE试验装置的动作特性测定方法
 E610-82 AE相关用语的定义
 E976-84 决定AE触子灵敏度的重现性的指针
 E1118-86 强化热硬化性树脂管的AE试验方法

(未决)

EMT

- E1004-84 电传导度的电磁感应(涡流)测定法
 + E309-83 用磁饱和的钢管状制品的涡流探伤试验方法
 E571-82 镍及镍合金管状制品的涡流探伤试验方法
 E1033-85 居里温度以上的型°F连续焊接(CW)磁性管的涡流探伤试验方法
 E703-79(85) 有色金属的电磁的(涡流)选择方法
 + E215-86 对无缝铝合金管的电磁感应试验装置的标准化方法
 E570-84 磁性钢管状制品的漏磁磁束试验方法
 E690-85 非磁性热交换管的场电磁感应(涡流)探伤试验方法
 E376-69(85) 由磁场或涡流(电磁感应)探伤试验法的镀膜厚度测定方法
 + §E268-84a 电磁感应试验有关用语的定义
 B244-99 涡流测定铝阳极氧化皮膜及非磁性金属的非导电性皮膜厚度的方法
 B342-63(80) 用涡流的导电度的试验方法
 B530-85 用磁气法测定皮膜厚度方法
 B499-85 用磁气法测定磁性金属上非磁性皮膜的皮膜厚度测定法
 B564-78 非金属材料上金属皮膜厚度测定法
 D1186-81 铁基用非磁性皮膜的干燥膜厚度的无损测定

MT

- §E709-80(85) 磁粉探伤试验方法
- §E125-63(85) 铸铁的磁粉显示模样的参考照相
- +§E269-84a 磁粉探伤试验相关用语的定义
- A275-83 锻件的磁粉探伤试验法
- A456-83 大形曲轴锻件的磁粉探伤检查的说明

PT

- +§E165-80(83) 渗透探伤试验方法
- +§270-84 渗透探伤相关用语的定义
- E433-71(85) 渗透探伤检查的参考照相
- F97-72(83) 由渗透探伤法电子部件的气密性试验方法

RT

- E1114-86 求工业用放射线源 Ir^{192} 焦点尺寸的方法
- E1032-85 焊缝的放射线透照试验法
- E746-83 求工业用放射线底片的相对像质灵敏度方法
- E747-84a 用线形透度计的放射线透照试验品质的管理法
- +§E142-86 放射线透过试验品质的管理法
- E80386 求中子射线透照试验光束 L/D 比的方法
- E545-86 求直接热中子射线透照试验象质的方法
- E1030-84 金属铸件的射线透照试验法
- §E155-85 铝及镁铸件检查用参考射线探照相片
- E505-75(84) 检查铝及镁铸模用参考射线探照相片
- +E242-68(85) 改变参数时的射线照相方法的参考放射线相片
- E689-79(84) 可锻铸铁用参考射线透照相片
- E802-82 114mm厚度以下的灰铸铁用参考射线探照相片
- E272-75(84) 高强度Cu基及Ni-Cu铸铁用参考放射线透照相片
- §E192-85 宇航用精密铸钢件的参考放射线探照相片
- +§E280-84 铸钢用参考放射线透照相片(厚度114~305mm)
- +§E186-84 铸钢用参考放射线透照相片(厚度51~114mm)
- +§E446-84 铸钢用参考放射线透照相片(厚度不到51mm)
- §E309-75(84) 钢焊缝用参考放射线探照相片
- E310-75(84) 铸锡青铜用参考放射线探照相片
- E1025-84 放射线探照试验用孔形透度计
- §E801-85 电子部件的放射线透照试验的品质管理方法
- E431-71(81) 关于半导体及其相关装置的放射线透照相片的解释方针
- E748-85 材料的热中子透照试验方法
- E1079-85 透过型浓度计的校正方法
- E999-84 关于工业用放射线透照底片处理的品质管理方针

- E592-77(83) 用X射线透照6~51mm厚度钢板和用Co-60透照21~152mm厚度钢板获得射线透照底片的ASTM等价透度计识别度的指针
- +§E94-84a 关于放射线透照试验的指针
- E1000-84 关于放射线实际时间画像化的指针
- E586-84a r线及X射线透照试验相关用语的意义

LT

- E493-73(80) 用Beljer法的质量分光分析检漏器的检漏试验方法
- E1066-85 氨热量计的检漏试验法
- E1003-83 静水压检漏试验法
- E515-74(80) 发泡法的检漏试验法
- E499-73(80) 用触头检查法的质量光分析检漏器的检漏试验法
- E1002-86 用超声波的检漏试验法
- E908-82 气体状的标准漏泄校正方法
- +E432-71(84) 漏泄试验法选择的指针
- E427-81(81) 用氨质漏泄检查器(碱离子)的检漏试验方法
- +E425-85 检漏试验相关用语的定义

其他

- E977-84 根据电气传导性材料的热电力的选择方法
- E543-85 无损试验机关的承认实施方法
- § 国防省(Department of Deference)采用
- + ASME采用

4. 试验对象

ASTM 方面,对特定的试验对象,作出各各的独立的分类的试验方法规格,其中以超声波最为显著。通常材料的规格中,指定以E为分类号,对必要相应的可进行补充。

表3、表4是在铁钢和非金属规格中,规定的NDT规格号及其试验方法分类的一览表。

表 3 钢铁材料规格(A)中指定的 NDT

ASTM No	对 象 物	RT	UT	MT	PT	E/M
A 20	P1 (一般的, PV)		*	*		
21	轴 (铁路)		*			
25	轮 (铁路)		*	*		
27	C (一般装置)	*		*		
105	F (管组件)			*	*	

续表 3

ASTM No.	对 象 物	RT	UT	MT	PI	E/M
125	弹簧			*		
135	P (ERW)		*			*
148	C (结构的)	*		*		
182	F (配件、法兰)			*	*	
217	C (马氏体不锈钢)			*	*	
266	F (PV原件)			*	*	
275	F			○		
290	F (环)		*	*		
291	F (小齿轮、齿轮)		*			
293	F (透平转子)		*	*		
294	F (透平轮)		*			
350	F (管组件)			*	*	
352	C (铁素体马氏体)		*		*	
356	C (厚壁壁, 透平)		*		*	
358	P (焊接, 奥氏体 Cr-Ni)		*			
366	PI (工业用)				*	
369	P (锻或钻)		*			
372	F (薄壁PV)			*		
381	P (电弧焊)	*				
388	F (厚)		○			
403	P 配件 (奥氏体不锈钢)				*	
409	P (焊接, 奥氏体 Cr-Ni 钢)	*				
418	F (转子)		○			
420	P 配件	*		*	*	
426	P (离心压缩件铸件)	*	*	*	*	
435	PI (PV)		○			
450	T (一般)		*			*
451	铸 PI	*			*	
452	P (离心压缩机铸件, 奥氏体)		*			
456	F (曲柄轴)		○			

续表 3

ASTM No	对 象 物	RT	UT	MT	PT	E/M
469	F (发电机转子)		*	*		
470	F (透平转子, 轴)		*	*		
471	F (透平转子叶轮, 轮)		*	*		
486	C (高速公路桥)	*		*		
490	螺栓 (150 ksi)			*		
503	F (曲轴)		○			
508	F (PV)		*	*		
513	T (ERW, 机械的)		*			*
514	PI (q&t, 焊接)			*		
521	F (冲模, 一般)	*	*	*		
522	F (8.9% Ni)		*		*	
531	环		○			
535	轴承			*		
540	螺栓材料		*	*		
541	F (q&t, PV)		*	*		
556	T (无缝冷拉)		*			
557	T (ERW)		*			
577	PI		○			
578	镀层PI		○			
579	F (高强度)		*	*	*	
583	C (轮, 铁路)		*	*		
587	P (EW, 化学的)		*			*
600	工具		*			
608	P (离心压缩机铸件)	*			*	
609	C		○			
614	粗大材料		*	*	*	
632	T (无缝与焊接, 奥氏体 不锈钢)				*	
656	钢块马钢坯 (F, 飞机)			*	*	
649	F (滚轧, 造纸机)				*	
660	P (离心压缩机)	*	*	*		

续表 3

ASTM No	对 象 物	RT	UT	MT	PT	E/M
668	F (一般)		*	*		
671	P (电熔化焊)		*	*	*	
672	P (电熔化焊, 高压)		*	*	*	
676	镀 Al					*
681	工具(合金)		*			
686	工具(碳钢)		*			
688	T (奥氏体不锈钢)				*	
691	P (电熔化焊)	*	*	*		
703	C (压力元件)	*	*	*	*	
707	F (法兰)			*	*	
709	结构(桥)		*			
711	F 材料		*	*		
723	F (压力元件)		*	*		
727	F (管组件)			*	*	
729	轴		*			
732	C (压型材料)	*		*	*	
743	C (Fe-Cr, Fe-Cr-Ni)	*		*	*	
744	C (抗腐蚀)	*			*	
745	F (奥氏体)		○			
747	C (不锈钢)	*		*	*	
757	C (铁素体和马氏体)	*		*		
758	碰焊			*	*	
765	F (压力组件)		*	*	*	
768	F (12%CR合金)		*	*		

PI: 中板和薄板

P: 管

T: 导管

C: 铸件

F: 锻件

PV: 压力容器

Comp: 元件

aust: 奥氏体

qst: 水淬和回火

表 4 有色金属规格(B)中指定的 NDT

ASTM No	对 象 物	RT	UT	PT	E/M	LT
B 26	C (砂型, Al)	*		*		
42	P (Cu)				*	*
43	P (黄铜)				*	*
75	T (Cu)				*	*
80	C (砂型, Mg)	*		*		
88	T (水, Cu)				*	*
108	C (金属模型 Al)	*		*		
111	T (Cu & 合金)				*	*
161	P & T (Ni)					*
163	T (Ni & 合金)					*
165	P & T (Ni-Cu)					*
234	T (Al 合金)					*
244	厚度				○	
302	P (Cu)					*
306	T (无螺纹, Cu)				*	*
315	P & T (Cu 合金)				*	*
338	T (焊接, Ti 和合金)		*			*
342	传导率				○	
350	铍 (Zr 及合金, 核)		*			
353	T (无缝及焊接, Zr)		*			
359	T (Cu 及合金)				*	*
363	配件 (焊接, Ti)	*				*
394	T (焊接, Nb 及合金)					*
423	P & T (Ni-Fe-Cr-Mo-Cu)					*
444	P & T (Ni-Cr-Mo-Cb)					*
445	P & T (Ni-Cr-Fe-Cb-Mo-W)					*
462	F (配件, 阀)					*
464	P (焊接, Ni 合金)					*
466	P & T (Cu-Ni)					*
467	P (焊接, Cu-Ni)	*				*

续表 4

ASTM No.	对 象 物	RT	UT	PT	E/M	LT
468	T (焊接, Ni 合金)					*
469	T (Cu 合金)					*
474	P (焊接, Cr-Ni-Fe-Mo)					*
491	T (挤压, Al 及合金)					*
495	锭 (Zr 及合金)		*			
509	PI (Ni 合金, 核)		*			
510	棒 (Ni 合金, 核)		*	*		
513	P & T (Ni 合金, 核)		*	*	*	
514	P (焊接, Ni-Fe-Cr)		*		*	*
515	T (焊接, Ni-Fe-Cr)		*		*	*
516	T (Ni-Cr-Fe)		*		*	*
517	P (Ni-Cr-Fe)		*		*	*
521	T (Ta 及合金)		*			*
523	T (Zr 及合金)					*
543	T (焊接, Cu 及合金)				*	*
546	P (焊接, Ni-Fe-Cr-Si)	*				
547	T (成形及焊接, Al 合金)		○			
548	PI (Al 合金, PV)					
554	厚度				*	
585	T (Cu 合金, 水)				*	*
586	T (焊接, Cu 合金)				*	*
587	T (焊接, 黄铜)				*	*
594	产品 (飞机, Al 合金)		*			
608	P (焊接, Cu 合金)					*
640	T (焊接, Cu 及合金)				*	
641	T (无缝及焊接, Cu)				*	
F600	塑料T		○			

5. 结语

日本非破坏检查协会, 受工业技术院委托调查, 进行“有关非破坏试验及评价的

JIS 规格体系调查”，这报告提出期间，是87年10月完成。因此在调查中，当然也包括对其它外国的规格调查，在准备期间，将ASTM的规格依次介绍，不无裨益。

参考文献（略）

姚维莹译自（日）非破坏检查 87—7 447—451

超声波探伤用耦合剂应具的必要条件

(日)林传三

1. 前言

最近由于超声波探伤技术的发展,其适用对象和应用范围有所扩大,对应于此,对可靠性与重现性这两者的要求越来越高。但是其基本的要求是探头与被检体之间的耦合的确实性与迅速性,这不仅对探伤灵敏度,就是对探伤的重现性和探伤速度等都被认为具有重大影响。对于这个问题在现实中看作为检查员的技能,包含在其能力和作业方法中。所以由于探伤条件、环境、方法等给予重现性以不少影响,在自动探伤场合,耦合问题的本质的呈现更为明显。确实、迅速、安全这与接触媒质的物性有重要的联系。为改善耦合,辅以素质高的操作人员,以防止探伤数据的偏差,提高探伤性能。以下是综合实验研究及文献资料,作为接触媒质在物性上应必备的条件进行叙述解释,具体的介绍理想的接触媒质。

2. 超声波探伤的可靠性、重现性

2.1 超声探伤环境的倾向

实际的现场作业

- (1) 探伤面不能粗糙,诸如上凹凸、起伏、弯曲等种种形状。
- (2) 探伤方位有垂直、井字等全方位进行。
- (3) 接触媒质要易于涂布与去除,探头滑动顺利,能防止手和探伤仪器的污染。
- (4) 脉冲反射的速度、稳定,扫查中动的接触良好。
- (5) 自动化
- (6) 对探伤现场的广阔环境(温湿度),能稳定扫查等等。

极为复杂的,原来是在实验室内进行探伤,是静态的。而现时是动态的,就是在现场,这是一种倾向。

2.2 影响可靠、重现性的要因

最近,关于这个问题的报告文献中共通的点,就探伤方法重现性之外,由于 NDE 目前的规范、标准的确立,操作员的教育训练、技能以及对材料及机器的制造的知识,更进一步就 ISI 来说,对被检装置的独特的知识等,提高人的素质是要因,最最极端来说,是人的管理。

“关于 ISI 重现性评价”,由分散的一些报告中分析结果,作为误差的要因,对对象物、检查员、检查装置、缺陷种类、周波数、探伤方向,求得其各各的相关率。而那一

个要因也不会进入到31—78%那样大小的数值。表面粗糙度的影响,考虑对结局的“误差”大有关系,为此耦合的问题就成为内芷的教唆的要因。

同时所述“自动探伤系统的可靠性与重现性”报告中,作为其必要条件是

- 正确应用探伤装置重现性的动作
- 电气干扰的削减
- 适当操作(脉冲调制、调整、标准等)
- 供给与保持有利重现性的接触媒质等等,究其所以,强调受耦合状态支配,特别以薄膜状均一的广泛的保持水溶胶状的为好。

另一方面,实际探伤操作上,考虑对重现性的关系的要素可列举为以下几点。

- 实际探头扫查的技能,使接触媒质附着对接触的稳定性要占全部的一半影响。
- 由于作业方位,接触媒质不能确实保持
- 由于经常作业环境变化而使接触媒质的物性起变化

考虑以上等等问题,为此基本重要的耦合问题,包含了人的因素。对接触媒质希望具有的条件如以上所示。

3. 接触媒质要求的物性

3.1 接触媒质希望具有的条件

一般是包括重现性问题,接触媒质希望具有以下的许多条件

(1) 要防止超声波的传播损失

检查表面粗糙的工件时,超声波传播条件恶劣,往复接触效率下降。实际的探伤面,由于其场所粗糙度不一致,因此仅仅依靠灵敏度调整并不一定能修正操作,从而使探伤的可靠性产生大大的疑问。有必要采用不敏感于粗糙度的媒质。

(2) 良好的接触性(附着性)

在探伤面上成为油膜,由于接触媒质的物性上的关系,而引起的反附着现象。另外有关表面张力等,都有必要加以考虑。

(3) 脉冲上升迅速且稳定

在瞬时中获得最高脉冲,其高度希望是稳定不变,这与媒体和接触媒质的物性关系很大

(4) 接触媒质在全方位检查时得到保持

即使对垂直或井式平面进行探伤时,接触媒质能形成完全的薄膜,不下垂滴落

(5) 接触媒质的涂布及后处理易于进行

难于涂布,下垂流失,过剩涂布等在探伤性上,作业性上以及对探伤仪器的保养上都不利,易于擦拭也是一个要求。

(6) 防止对被检体的腐蚀与劣化

探伤后,即使在擦拭后,由于其微量的残存物,不能对被检体残存有不利的影晌。

(7) 由于室外环境变化仍保持稳定的物性

地域或作业环境从 -20°C — 70°C (寒冷、直射阳光下)变化时,在这大幅度变化下,

要求有稳定的物性。

(8) 探头滑动容易

不论是被检体表面平滑场合, 或者是对粗糙平面的扫查时, 阻力小, 而且与之同时的希望对探头的摩耗要少。

(9) 良好的动的接触性

不仅是静止状态的接触性, 在扫查中, 在动的状态时也能保持良好的接触效率。而且即使在动的状态下探伤能力不下降。

3.2 现今使用的接触媒质

现在 JIS 标准上粗糙度大的场合 ($30\sim80\mu\text{m}$), 规定使用声阻抗大小为甘油的75%的接触媒质, 或者是与甘油同等大小声阻抗的接触媒质。

IIW对接触媒质的选用, 根据其表面粗糙度如表 1 所示:

表 1 IIW接触媒质选用表

表面粗糙度(μm)	等 级	名 称
0.1—2.5	SAE 10	发动机油
1—5	SAE 20	发动机油
2—15	甘 油	
2.5—20	SAE 30	发动机油
6—17	SAE 40	发动机油
717	黄 油	

主要因油的粘性不同而推荐使用于不同的表面, 重视粘性最终是为获得稳定的形成涂膜。同时标准试验片和灵敏度对比块推荐采用相同的接触媒质。这样探伤结果的重现性大体上亦可以进行相关比较。

通常使用的媒质的特徵, 以下简述:

(1) 甘油

甘油灵敏度极为良好, 100%甘油由于吸湿, 随温度变化而使粘度有大的变化, 而且锈蚀等问题较多, 加稀释剂可改善其附着性。

(2) 水

水易于大量使用, 脉冲稳定性亦良好, 但有灵敏度、涂膜的保持以及其他问题。

(3) CMC

CMC 由于有适中的粘性, 涂膜易于保持, 以及扫查性优良而使现场作业性佳。同时成本也低很实用。但有灵敏度以及因环境变化的稳定性问题。

(4) 油类

油类易于取得涂膜保持也可以, 还有防锈效果, 比较能够适应环境的变化, 有广泛的使用, 但有脉冲的稳定性, 灵敏度及后处理等问题。

(5) 水溶性凝胶状物质

水溶性凝胶状的媒质，欧美采用，在实验室采用，灵敏度比甘油差，而附着性，脉冲的稳定性、防锈、后处理等优良。因此是高价格的，现场不适用。

以上简述现时使用的媒质的特性，不论是那一种，都不能满足上述的全部条件，那接触媒质要满足上述条件，又应具备那些物性，以下简述之。

3.3 接触媒质物性上应具相应条件

(1) 防止声波传播损失

探伤面粗糙时，要求声波阻抗大，对声阻抗大小的顺序是这样的

$$100\% \text{ 甘油} > 75\% \text{ 甘油} > \text{水} > \text{油}$$

现行的 JIS 是根据一些研究结果来制订的，对混凝土同样亦有述及声阻抗重要性的报告，界面活性剂是为改善超声波的入射。

表 2 是各种接触媒质及其声阻抗灵敏度对比，从表 2 可以清楚看到，甘油糊剂，其声阻抗的值与甘油稍有差异，但灵敏度不差于甘油。75% 的甘油糊剂与 100% 甘油其灵敏度完全相同。即使是 20% 甘油糊剂，仅只下降 2dB。至于水与 CMC 对比也很清楚，由于添加界面活性剂，显示出良好的声波传播。

表 2 各种接触媒质及其声阻抗灵敏度对比

接 触 媒 质	声 阻 抗	对 100% 甘油灵敏度差
甘油 (100%)	$2.31 \cdot 10^6 \log/m, s^*$	0
甘油 (75%)	2.17	-0.5
75% 甘油糊剂	2.20	0
20% 甘油糊剂	1.65	-2.0
CMC (5% 水溶液)	1.49	-5.5
水	1.50	-5.5

甘油糊剂：在甘油添加有少量的界面活性剂和摇溶性的增粘剂

表面粗度：50 μ mRZ，使用探头：5Z20N，温度：20℃

(2) 良好的接触性（附着性）

已经添加的液体洗剂，经验证明有良好的附着性，而界面活性使接触性改善。

(3) 脉冲迅速上升且稳定

对这条件，物性上有效的因素如下：

i 界面活性要大

ii 探伤面平滑时，粘度影响大，以低粘度为佳。

对此，介绍几个实验结果。

根据扫查时脉冲的上升和其稳定的实验研究报告，得到最大脉冲高度的扫查次数和其稳定性调查结果，有以下几条。

• 水、甘油糊剂，从最初得到的脉冲，而后即使再增加扫查次数，仍能维持脉冲高度，

• 甘油，扫查 3 次，脉冲最高，超过 8 次，脉冲高度下降。因此稳定区域仅为 5 次。

• 油类（蓖麻油、马达油）显现出比甘油更不稳定的倾向。

从以上结果，有轧制的氧化皮平面(11 μ mRZ)的结果，喷丸面(50 μ mRZ)的粗糙平面，在接触媒质方面无关系仍能得到稳定的结果，那就是说，对脉冲的稳定性，与声波传播损失正好完全相反，粗糙平面时反而稳定，而粗糙度小的平面反而不稳定。在现实中的探伤面，有种种的光洁度，即使在任一种场合都好，这样就是上述的要因是极为重要的。同时改变甘油糊剂的粘度(5万，16万CPS)比较的结果，高粘度一方有 3 次最高脉冲，其后稳定，15次后下降稍许，作为全部而言是有些不稳定，而粘度小的一方比较稳定这也是可以理解的。

一方面为调查界面活性及粘性的影响，甘油以及只添加摇溶性粘剂，和增粘剂和界面活性剂两样均添加(甘油糊剂)，探头，5Z20NAI 试验片上，接触媒质0.3mm厚在探头上静置，荷重1.375克，测定获得最高脉冲时间比较的结果，以下依次说明：

i 甘油糊剂，在同一粘度与不含界面活性剂对比，有界面活性剂者，脉冲出现 仅为 1/3~1/10的时间，显然界面活性剂的效果显著，(高粘度一方效果大)

ii 保持界面活性这方面比较，16万CP对 5 万CP，需要约 2 倍的时间，以粘度低的一方为佳。

iii 100%甘油的粘度仅为1,000CP，相对于16万CP的甘油糊剂，需要 7 倍时间，因此界面活性所给予的效果是非常大的。

综合以上结果，为使脉冲上升迅速而又稳定，其中界面活性起决定的结果，而粘度也大有关系这是很清楚的。

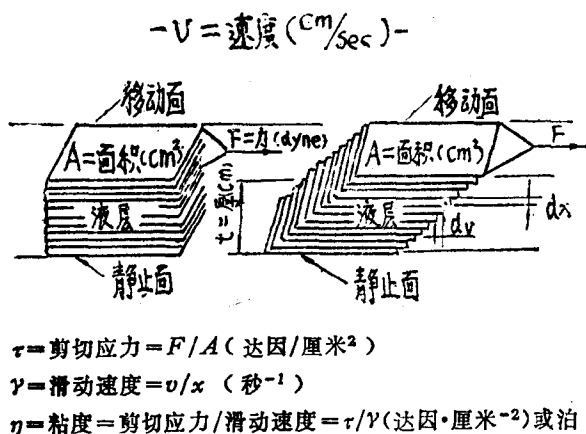


图 1 液层滑动时模式图

因此速度随应力增加而成比例增大，探头移动快时，要受大一些阻力。

ii 摇溶性流体

• 16 •

(4) 接触媒质在全方位检查时能完全保持

接触媒质的粘性称摇溶性，接触媒质即使在垂直，容器顶部均能保持薄膜，使之不下垂滴落，这与粘性有关，但不等于单纯的粘度高就好。

这些对粘性作简单的说明，图 1 表示使液层滑动时的模式图。

i 牛顿流体

水、油、甘油等，因粘度与滑动速度无关，粘度是一定数，