

(104) 古代鉄金物の冶金学的調査

日本鋼管技術研究所 工博○堀 川 一 男
 “ 梅 沢 義 信

Metallurgical Study on the Ancient Iron Ware.

Dr. Kazuo HORIKAWA and Yoshinobu UMEZAWA.

I. 結 言

前報¹⁾で法隆寺金堂, 平等院鳳凰堂, 京都醍醐寺五重塔に使用されていた. 古代鉄釘の調査結果について報告したが, さらに平等院および明通寺三重塔に使用されていた鏝および装飾金具11点について同様の調査を行なったので, その結果を報告するとともに前報の調査結果と比較対照しつつ, 製造年代との関係について考察を試みた.

(本調査は 文部省東京文化財研究所の依頼によつて行なつたものである.)

II. 調 査 試 料

調査試料は Table 1 に示すとおり, 鏝および装飾金物 11 点であつて, 製造年代はそれぞれ異なつてゐるが西暦 1053 年~1906 年にわたるものである.

試料の外観形状は Photo. 1 に示すとおりである.

No. 1~No. 4 は平等院に使用されていた鏝であつて, 製造時期は, 古いものから新しいものまでにわたつてい

るが, 古いもの (No. 1 1053年) は比較的頑丈な感じがする. その他は製造時期と形状とにあまり明瞭な関連はない. No. 3 試料の鏝はコーナーが非常にシャープにできていることが特徴である.

No. 5~No. 12 は明通寺三重塔に使用されていた鏝, および装飾金物 8 種類で製造時期は, No. 8, 11 および 12 は, いずれも創建当初のもので, その他は幾分新しいものようである. とくに No. 5 は江戸時代のものらしいと称されているものである. このうち No. 11 (相輪) と No. 12 (九輪) は鉄鑄物である.

さきに調査した古釘類と比較すると, いずれもかなり腐食しており, 中には原形を崩しているものも認められる. 腐食の程度は当然使用箇所によつて異なる筈であるが, 今回の調査試料から見ると, 明通寺三重塔に使用されているものは, 一般に風雨に曝されていた部分, あるいは土台の部分のものに腐食がいちじるしいようである.

No. 5 は箆金具で非常に薄く小さい. No. 6 は現在使用されている座金状のものであつて, 中心部に小釘の貫通する孔があり一見乳状を呈している薄いものである.

No. 7~No. 9 は鏝であつて使用箇所により形状が大小異なつてゐる. No. 7 と No. 9 は腐食がはなはだしく原形を崩している. No. 8 は厚く大型のもので腐食は少ない. No. 10 は一層唐戸掛金具で, 試料Aは薄い座金

Table 1. Properties on ancient iron wares.

Sample No.	Age of manufacture and positions where the wares are applied	Chemical composition (%)													Inclusions (point counting) (%)	Hardness VFN
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Ti	T. Al	N	O			
1	Byodō-in.	1053 Kasugai (clamp)	0.83	0.014	0.005	0.023	0.003	0.010	0.043	0.045	0.009	0.010	n. d.	n. d.	0.26	132~251
2		1180~1200 Sumikitomo Kasugai (clamp)	0.39	0.121	0.01	0.014	0.042	0.012	0.030	0.017	0.017	0.017	n. d.	n. d.	2.58	112~167
3		1670 Kasugai (clamp)	0.02	0.143	0.01	0.258	0.007	0.012	0.060	0.026	tr.	0.013	0.0035	0.122	2.23	118~169
4		1906 Kasugai (clamp)	0.02	0.154	0.01	0.489	0.047	0.007	0.007	0.043	0.008	0.037	0.0054	0.408	0.92	147~160
5	Mitsuzi	1701 Sasakanagu (metal fittings)	n. d.	0.102	0.011	0.062	0.007	0.008	n. d.	n. d.	0.020	n. d.	n. d.	n. d.	3.55	99.7~104
6		1450 Titi Kanagu (metal fittings)	n. d.	0.021	0.007	0.058	0.005	0.008	0.015	n. d.	0.036	n. d.	n. d.	n. d.	0.94	103~257
7		Sumiki Kasugai (clamp)	0.33	0.008	0.008	0.013	0.006	0.006	0.017	n. d.	0.017	n. d.	n. d.	n. d.	0.91	110~144
8		"	0.07	0.009	0.008	0.076	0.004	0.012	0.021	n. d.	0.020	0.004	0.0039	0.2	3.38	117~274
9		"	0.65	0.020	0.006	0.021	0.004	0.012	0.017	n. d.	0.019	n. d.	n. d.	n. d.	0.89	153~274
10		Karato Kanagu (metal fitting)	0.08	0.052	0.006	0.085	0.011	0.009	0.019	n. d.	0.013	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	110~153
11		1450 So-rin (metal fitting)	4.60	0.059	0.033	0.132	0.022	0.018	0.016	n. d.	0.020	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	494~540
12		1450 Kurin (metal fitting)	4.13	0.051	0.030	0.207	0.033	0.079	0.010	n. d.	0.010	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	502~509
	Hōryū-zi	1283 Taruki	0.09	0.013	tr.	0.027	0.003		0.014		0.010	0.005	0.0056	0.076		
		1696 Taruki	0.25	0.008	0.230	0.018	0.063	0.052	0.016			0.006	0.0058	0.009		

tr.: trace, n.d.: not determined.

状のものでBは B' の部分のもので腐食により破損している。No. 11 と No. 12 は円形の薄い断片で腐食がはなはだしい。

III. 調査結果

今回調査した試料の化学成分は Table 1 に示すとおりであつて、12点のうち2点は銑鑄物で、その他は純炭素鋼である。代表的な試料について、外観と縦断面における炭素含有量と分布状況を Photo. 1, Fig. 1 に示した。

化学成分的には、Cu, Mn を始めとして、各種固溶元素の含有量がきわめて少なく純粋である。製造時期の新しいものに、P, S の多いものが認められ Mn も新しいものほど多い傾向がみられた。C量は法隆寺金堂などの古釘と同様、同一試料内でも位置によつていちじるしく異なつてゐる。これは古代の鋼の特徴でC含有量の異なる粗鉄を重ね合せて造つたのもであることを示している。

No. 1 は創建当所の鋸で炭素の含有量が高く、そのためか鉄滓の含有量が比較的少なく古代の鉄としては清浄である。No. 2 の長押隅止の鋸は No. 1 よりも細かいためか組織ムラが若干少なく、含有鉄滓の形状は小さいが量は多い。

No. 3 の頭檣継手鋸の組織と介在物の状況は No. 2 と大体同様であるが、炭素含有量がいちじるしく低くて結晶粒子の粗大な部分が存在している。粗大な粒子を示す結晶の中には迂り線も認められる。これは前報の鋸(1670年平等院)にも認められたもので、コーナー部分をシャープに仕上げるための冷間加工の影響と推察される。

No. 4, No. 5 は江戸時代および明治に入つて造られた

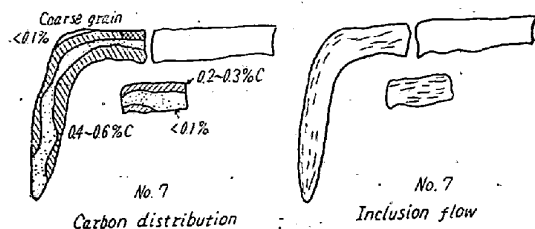


Fig. 1. Section.

もので、試料全体が均一な低炭素鋼の組織を示しているが、非金属介在物の分布態より見て古代式製法(錬鉄)によるものである。含有されている介在物はいわゆる鉄滓で形も大きく量も非常に多い。硬度は組織にムラの多い試料では当然ムラが多い。銑鑄物は現在の銑鑄物に比較して、Si, Mn, S がいちじるしく低い点に特徴がある。Pは現在の銑鑄物より低目であるが、Cは高目であり、Mnの低い点から考えてこれも砂鉄を原料としたものと推察される。組織は白銑になつてゐる。

IV. 考察並びに結言

以上のように今回調査した試料は明治に入つてから造られた鋸の組織が比較的一様であつた外は、前報で報告した法隆寺などの古釘の場合と大体同様に砂鉄を原料とした錬鉄で数個の粗鉄を重ね合せて造つた素材からなつており、とくに特徴のあるものは見当らなかつた。また法隆寺金堂の古釘と比較すると化学成分や組織など各種の点で丁度中世と近世の中間に相当してゐる時代の推移による材質の変化がうかがえた。

今回の調査結果を前回の調査結果と比較して、製造年代との関係について考察するとつぎのごとくである。

(イ) 形状: 釘は西暦 607~1900 年にわたるもので、釘の頭の形と造り方が時代によつて若干異なつてゐる。年代の古いものは頭を偏平し、そのまま折り曲げたもので年代が新しくなるにしたがつて、頭部をいちじるしく偏平し比較的大きな形状を造り折り曲げて成形していることがうかがわれる。

鋸は西暦 1600~1700 年代のものであるが、試料が少なく時代の推移による形状変化は認められないが、頭部は別に鍛接して、皿形状に成形しており現代の鋸の頭部ならびに洋釘の頭部に類似している。

鋸については釘と逆に年代が新しくなるにしたがつて一般に頑丈な形状を呈している。

(ロ) 製造方法: 釘、鋸とも西暦 607~1700 年代のものは炭素含有量の異なる数種の鋼を重ねて鍛接して造つたものである。年代の新しいものは製造方法が進歩して比較的大形のものまで一本の素鉄から造られてゐる。しかし化学成分や非金属介在物の含有状況から判断して、近代的な製鋼法でなく、矢張り錬鉄式の製法によつて造られたものである。

(ハ) 化学成分: 年代に関係なく全般的に、Co, Sn, Pb, V, Mo, Ag, As, Znなどは全然含有しておらず他の合金元素も極く微量で非常に純粋である。この点 1100 年前西欧で製造された釘²⁾や、西村先生の調査結果³⁾と一致している。西暦 600 年頃に製造されたものは

(105) 18ℓ 缶 (5 ガロン缶) の輸送割れについて

東洋鋼板下松工場

○世良真一・合田孝純・中島貞一

On the Fracture of 5 Gallon Cans during Transportation.

Shinichi SERA, Takashumi GOUDA and Sadaichi NAKASHIMA.

I. 結 言

5 ガロン缶が輸送中に稀に破損することがある。これは長時間の貨車輸送中の振動による疲労破壊として、(1) 板は厚い方がよい。(2) 熱圧ブリキよりも冷圧ブリキがよい。(3) テンパー度は高い方がよい。(4) ヘッド・スペースは大きい方がよいなどがすでに判明している。

著者らはさらに約 600 個の冷圧ブリキの 5 ガロン缶について、当社で製作した 5 ガロン缶振動試験機で偏心 8 mm, 振動数 6.6 および 7.3 cycle/s を与えて、缶に水 18 kg を入れて振動試験を行ない、振動加速度 (α/g) の寿命におよぼす影響、厚みの影響、抗張力、材質、缶の型などの影響、空缶輸送によつて生じた傷缶と寿命の関係、缶の荷造方法と寿命などについて調査した。

II. 試 験

貨車の振動加速度 α/g を Fig. 1 (電気試験所内藤技官の調査²⁾による)

より求めると、 $\alpha/g = 0.37 \sim 0.85$ を示す。われわれの振動試験機では試験日時を短縮するため $\alpha/g = 1.3$ と 1.5 で試験した。

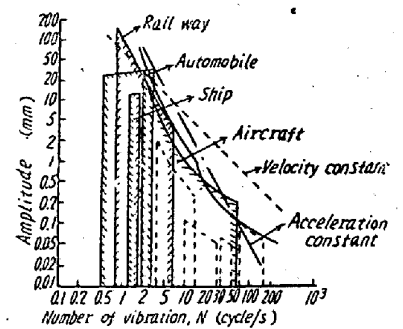


Fig. 1. Vibration of machines (by Naito). Data by Denki Shikensho.

III. 試験結果

1) 振動加速度と寿命

Fig. 2 に振動加速度—寿命の試験結果を示した。材質、厚み、型などの異なる 17 種の缶を $\alpha/g = 1.5$ と 1.3 でそれぞれ 12 缶試験しその平均値を示した。振動の強弱により缶の寿命ははなはだしい差を示しており、かつ材料、厚み、型の差異による寿命のばらつきも大である。Fig. 2 には列車の振動加速度の範囲も図示した。Fig. 2 によれば、列車の振動加速度程度では通常の場合破壊は生じないと考えられる³⁾。5 ガロン缶は日本で年

すべて成分がいちじるしく低い、1000 年以降に製造されたものは試料によるバラツキは大きいけれども製造年代が新しくなるにつれて C は低くなり、Mn, P, S などは高くなる傾向がみられる。とくに 1600 年以降のものには、Mn, Cu, S などを少量含有したものもあり、砂鉄以外の原料も用いていたらしい。一、二の成分の年代別による傾向図を Fig. 2 に示す。

(ニ) 組織: 年代をとわず同一試料内でも部分的にいちじるしいムラがあるが、比較的新しい年代のものは低炭素の均一な組織を示して来ている。

(ホ) 非金属介在物: 含有されている介在物は Fe の珪酸塩が主体で大形のものであるが、年代が新しいものほど量は多くなるが形は細かくなつて来ている。

(ヘ) 硬度: 年代の古いものは同一試料内でも相当バラツキがあるが、年代が新しくなるにしたがつて組織が均質化して来ているので、硬度のバラツキも少なくなつて来ている。

以上のごとく古代における鉄鋼製品の材質が、どのようなものであつたかを把握することができたが、同一時代のもでも試料によつてかなりの差異があるので、製造年代との関係を明確にするためにはさらに今後新しい試料について調査することが望ましい。

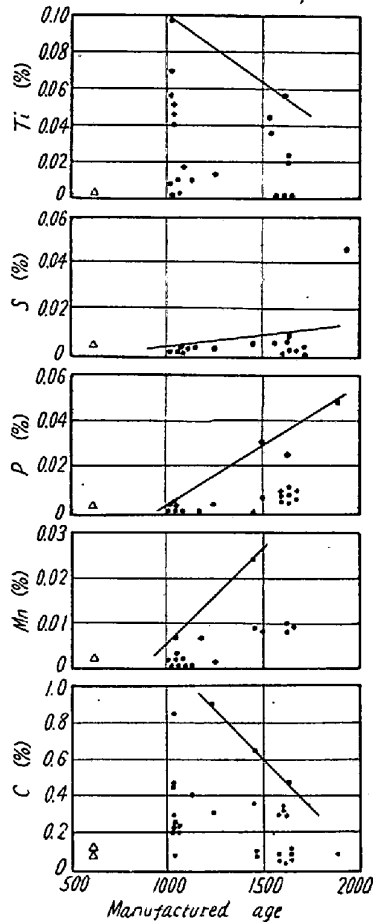


Fig. 2. Relation between chemical composition and age of manufacture.

文 献

- 1) 堀川, 梅沢: 鉄と鋼, 45 (1959), 1121
- 2) C. A. ZAPFFE: Wire and Wire Product, 30 (1955), 1500
- 3) 西村, 青木: 鉄と鋼, 41 (1955), 289