



Bronz1

- BRONZ1 技术报告 -

CAC902C 平价无铅青铜銅

LF5A

专利号 4294793

UNS No. C89842

铸造品

Rev. 2013. 12. 12

CAC902C 平价无铅青铜「LF5A」

—高性价比无铅青铜研发报告

近年来，随着人们对管道用水质量要求的不断提高，管道水中铅析出量的相关规定日趋严格，用铋（Bi, bismuth）取代铜合金中的铅（Pb, lead）制成的含铋铜合金应运而生。该合金含铅量极少，能够满足日本，美国等国家对于铅析出量的规定（日本规定最大析出量为 0.01mg/L；美国 2014 年开始实施的新规范 NSF61 AnnexG 要求铜合金制品的加权平均含铅量不超过 0.25%）。

本公司通过合金组分优化，在保留含铋铜合金原有性能的基础上，实现了降低成本的目的，成功自主研发出新一代平价无铅青铜合金——『LF5A』。通过优化调整，使该合金的铸造性和切削性达到了目前使用合金的同等水平，能够作为 CAC902 等含铋青铜以及 CAC406 等含铅青铜的替代品被广泛应用于相关领域。

1. 研发理念

基于『平价』『无铅』『青铜合金』的理念研发而成的 LF5A 具有以下三大特性。

1.1 含铅量低

- 降低含铅量，顺应水管道相关产品日益严格的铅析出含量要求。

1.2 性能优异

- 具有与 CAC902 相同甚至更出色的铸造性，耐腐蚀性及其它机械性质。

1.3 价格低廉

- 面对铜价格高涨的局面，用锌代替铜进行铸造，有效降低了铸造成本。

概要	专利号	CDA UNS No.
LF5A 无铅快削青铜合金	第 4294793 号	C89842

表 1 LF5A 专利・认证

4. 用途

4-1 供水相关制品

给水栓、水表、配管、接头、管道、卫浴装置配件（弯头、连接管等）等水管道相关制品。

4-2 产业机械制品

各种轴承衬套、水泵部件、汽车零件等。

2. LF5A

LF5A 已获得日本国内专利许可，并通过了美国 CDA 认证。（表 1）

目前 LF5A 主要应用于砂型铸造用的铜锭和切削加工用的连续铸造品两个方面，本报告主要针对铜锭的特性进行说明。

3. 化学成分

LF5A 的化学成分如表 2 所示。

表 2 化学成分 wt%

	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	P	Bi
范围	78.0 -83.0	2.0 -3.0	0.09 max	12.0 -17.0	0.30 max	0.2 max	0.03 max	1.0 -2.0
目标值	81.5	2.5	-	14.5	-	-	-	1.50

5. 耐腐蚀性

5-1 防脱锌腐蚀性

进行防脱锌腐蚀试验。LF5A 的防脱锌腐蚀层表明，该材料的防脱锌腐蚀性与之前的合金材料相同。（图 1, 2）

参考； * 英制标准（欧洲标准） *

A 级标准 : 最大脱锌深度 : 200μm 以下。

试验方法 : 依照 ISO6509-1981 中黄铜防脱锌腐蚀试验操作。

图 1 防脱锌腐蚀试验结果

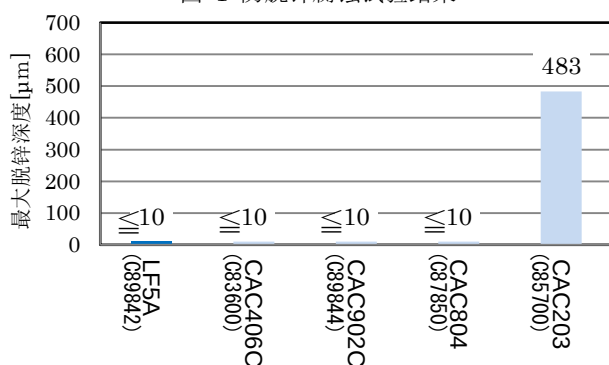
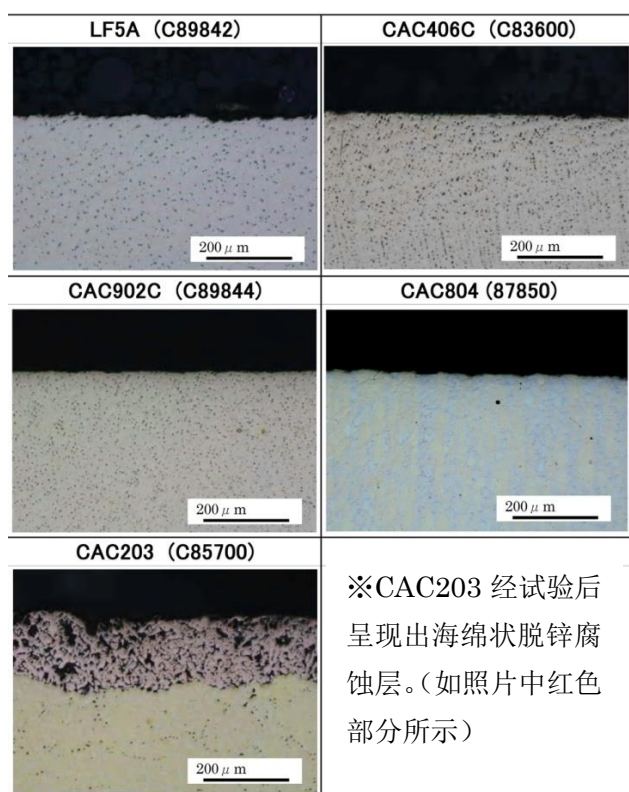


图 2 耐脱锌腐蚀试验结果—腐蚀层



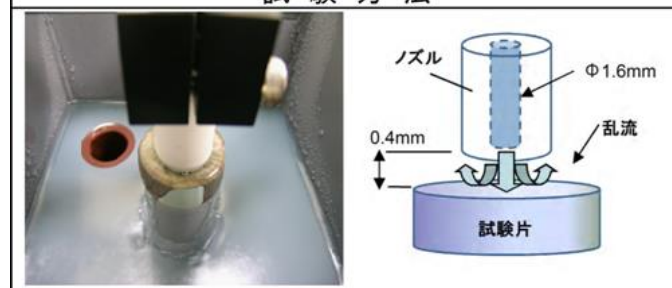
5-2 耐腐蚀・耐点蚀性

LF5A 耐腐蚀・耐点蚀试验结果如图 3, 4 所示。从结果可以看出, LF5A 具有良好的耐腐蚀, 耐点蚀性, 与其它同类材料相当。

表 3 耐腐蚀・耐点蚀试验条件

实验试剂	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 99%
浓度	将 190g 溶剂溶解于 1wt% 蒸馏水 15L 中
温度	40 °C ± 1°C
流速	3.3 m/sec
流量	400 ml/min
作用时间	5 hours
通气量	2 L/min

試験方法



* 耐点蚀, 腐蚀试验后的照片 *

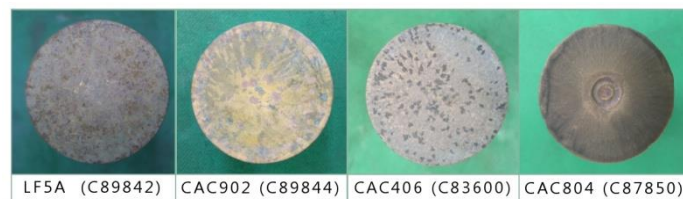


图 3 耐腐蚀・耐点蚀试验结果

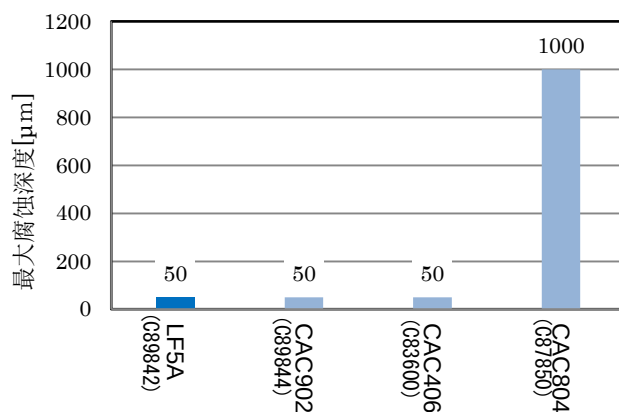
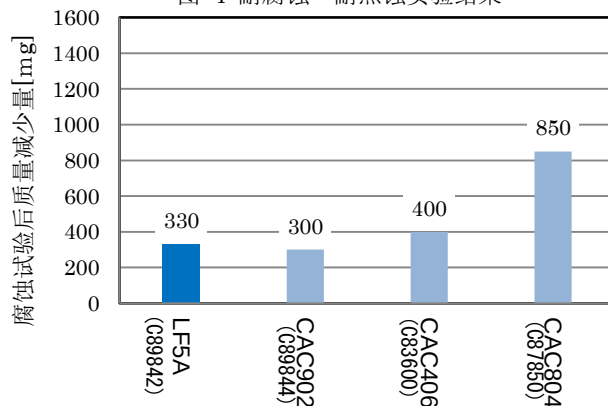


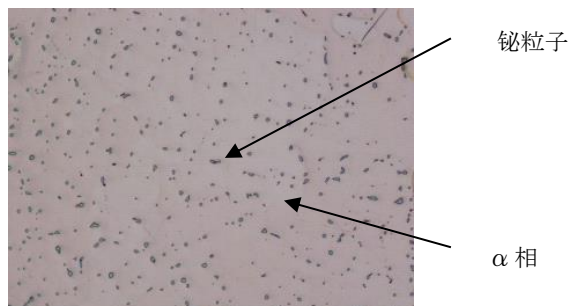
图 4 耐腐蚀・耐点蚀试验结果



6. 金属结构

LF5A 金属结构如下图 5 所示。铋粒子在 α 相中，呈点状分布。

图 5 显微结构观察



7. 机械性质

实验数据显示，LF5A 具有与青铜（CAC902）相同的机械性质。

（代表值；图 6, 7, 8）

* JIS 标准 *

CAC902 铸造品；拉伸强度 195 [MPa]，伸长率 15 [%]

CAC406 铸造品；拉伸强度 195 [MPa]，伸长率 15 [%]

图 6 拉伸强度

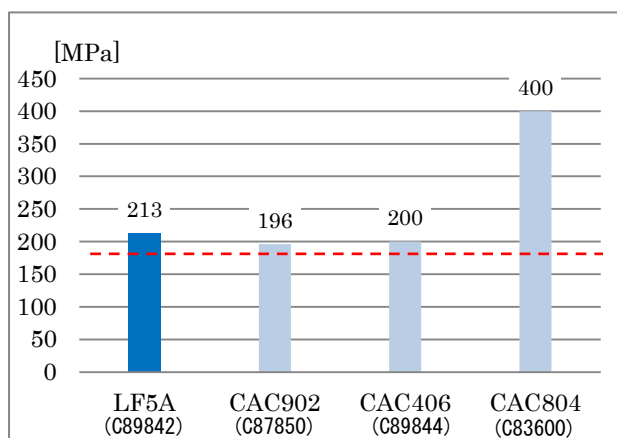


图 7 伸长率

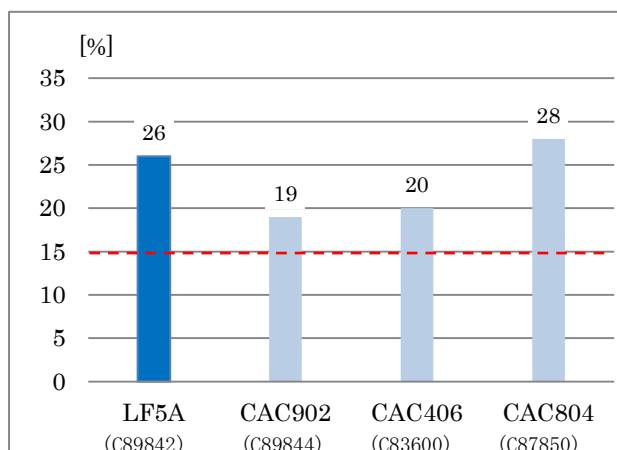


图 8 布氏硬度

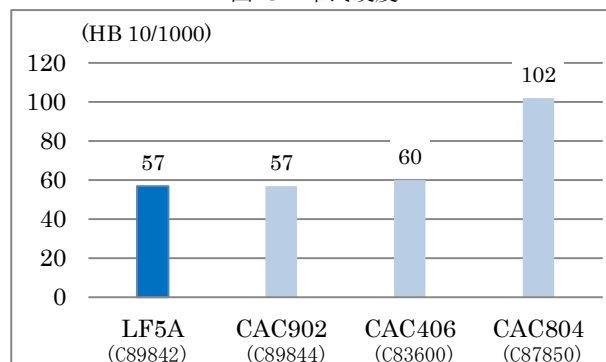
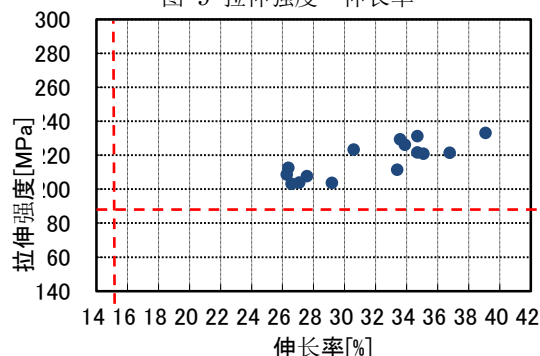


图 9 拉伸强度—伸长率



8. 切削性

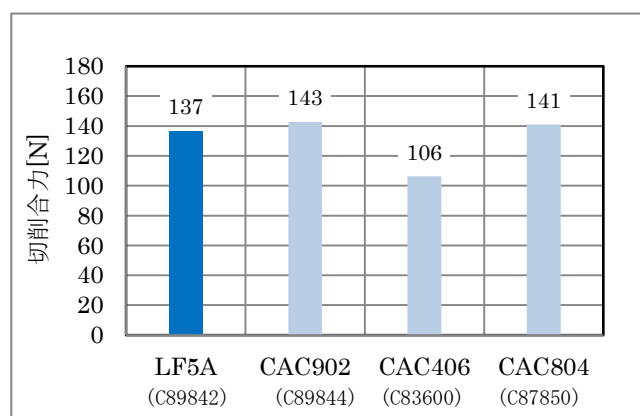
8-1 切削抵抗力的测定

LF5A 切削抵抗力的测定结果如下所示。LF5A 在试验中表现出了比 CAC902 更为出色的切削性能。（表 4，图 10）

表 4 切削抵抗力测试条件

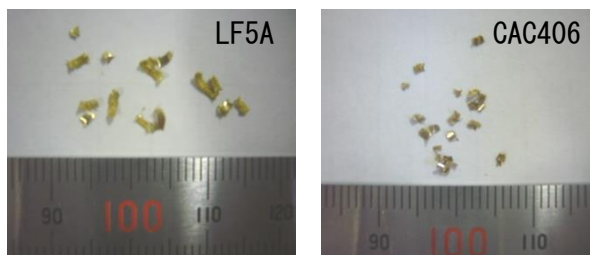
NC 车床	最适加工条件研究装置
使用刀具	TNGG160404L-C GH110
切削速度	100 m/min
进给量	1.0 mm
进给速度	0.1 mm/rev
循环数	10 回
切削条件	干燥

图 10 切削抵抗力测试结果

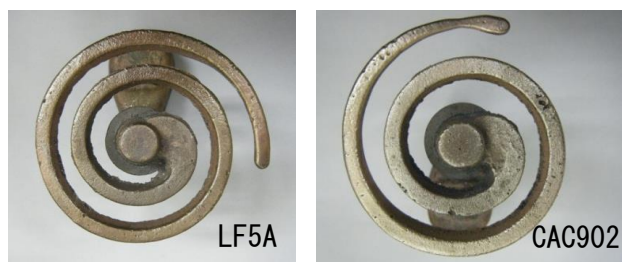


8-2 切屑形状

LF5A 切削抵抗力试验所得的切屑形状如下图所示。



* 溶汤流动试验照片 *



• 1132°C ($\Delta T=134^{\circ}\text{C}$)

• 1136°C ($\Delta T=126^{\circ}\text{C}$)

9-4 阶梯试块试验

阶梯试块的显微结构及浸透探伤试验结果。

9. 铸造性

9-1 固液相线温度比较

固液相线温度比较如表 5 所示。

表 5 固液相线温度比较

材料名称	液相线	固相线	固液相线温差
LF5A	998°C	866°C	130°C
CAC902	1010°C	853°C	167°C
CAC406	1010°C	860°C	150°C
CAC804	880°C	855°C	25°C

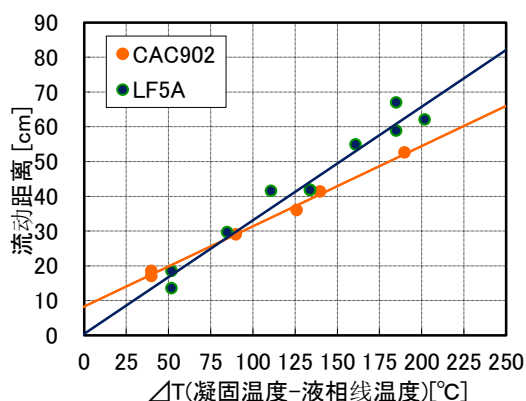
9-2 LF5A 物理性質

密度	8.63 gm/cm ³ at 20°C
比重	8.63
电导率	0.11 MegaSimens/cm at 20°C
传热系数	30.8 W/m · K at 20°C

9-3 溶汤流动试验

将金属溶汤注入涡形砂型腔、进行 CO₂ 固化，测定溶汤流动长度。(图 11)

图 11 涡形砂型溶汤流动性试验结果



LF5A (C89842)

CAC902 (C89844)

CAC406 (C83600)

CAC804 (C87850)

9-5 铸造样品

9-5-1 20mm水表外壳

生砂型注汤温度：1170℃、

按照已有 CAC902 方案进行铸造。

毛面处理・螺纹加工后外观 (1)



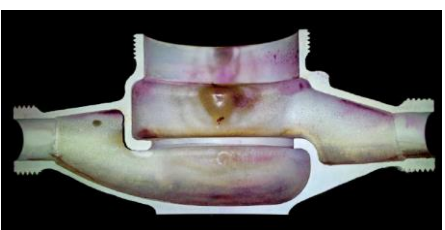
毛面处理・螺纹加工后外观 (2)



L 断面宏观结构观察



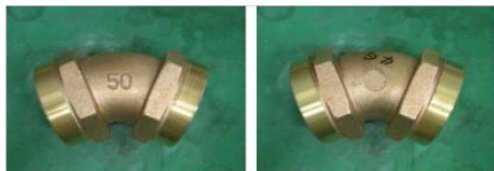
L 断面浸透探伤检查



9-5-2 PE 45° 弯头 (直径 50mm)

生砂型注汤温度：1130℃、

按照已有 CAC902 方案进行铸造。



10. 铅析出试验结果

由日本厚生劳动省认证的检查部门采用 20mm 水表状样品进行水管道用品一浸出性能试验, 结果如下所示。

分析方法; JIS S3200-7 水管道用品一浸出性能试验方法

分析项目	分析结果(校正值)	单位: mg/L
・ 镉 (Cd)	小于 0.0003	
・ 铅	0.003	
・ 锌	0.14	
・ 铜	小于 0.01	
・ 铋	小于 0.001	

备注

(1) 无 conditioning.

(2) 分析方法见附件 1。

铋的检测采用 ICP/MS 法。

(3) 分析结果(校正值)为, 流经输水管道中设置的供水部件的浸出液浓度除以 25 得到的数值。

(※ 参考 JIS S3200-7)

供水装置末端以外的供水部件浸出液 (或称水管道浸出液) 浓度应符合以下标准:

・ 镉	0.01mg/L 以下
・ 铅	0.01mg/L 以下
・ 锌	1.0 mg/L 以下
・ 铜	1.0 mg/L 以下
・ 铋	未设标准值
・ 镍 (Ni)	未设标准值

11. 镍浸出试验结果

由日本厚生劳动省认证的检查部门采用 20mm 水表状样品 (含 Ni0.29%) 进行水管道用品一浸出性能试验, 结果如下所示。

分析方法; JIS S3200-7 水管道用品一浸出性能试验方法

分析项目	分析结果(校正值)	单位: mg/L
・ Ni	0.001	

备注

(1) 无 conditioning.

(2) 由于没有与镍相对应的浸出实验方法、暂且按照 ICP/MS 法进行定量。

(3) 分析结果(校正值)为, 流经输水管道中设置的供水部件的浸出液浓度除以 25 得到的数值。