

火花試験標準片

機械材料と火花試験

火花試験は「簡易、迅速に鉄鋼材料の鋼種をグラインダ火花により見分ける試験」であり、昭和41年にはJIS規格が制定され、高い信頼性を得て広く活用されている。また機械材料の選択を的確にする事は機械部品の品質管理上、最も重要なポイントである。鋼材の火花試験による鋼種鑑別はこの目的のため現場での鋼種管理のみならず、関係者の材料知識の修得に最適の試験法である。（簡易発光分析標準試料としても最適）

材料管理、機械設計各種加工、熱処理、及び材料試験等各方面にわたって広く利用されている。

●火花試験標準片

本標準片はJIS G0566-1980に準拠し、実用頻度の高いJIS鋼材を中心に教育実習用、一般工場現場用として、選択されたKグループ及び各種鋼種グループ毎に専門的に選択したグループF、G、Hの3系列とに編成したもので、厳正に化学分析された標準試料である。試験に際しては(1)標準片と試料のグラインダ火花を比較し、差異の有無を確認のうえで(2)標準片の化学成分表を参照して、(3)試料の鋼種、成分を定性的、定量的に判定する。以上によって火花試験の判定はより容易、迅速、確実となり、判定結果は観察者の主観にのみ頼らず、より客観性の高いものとなる。

●火花試験の用途

(1) 異材混入の発見 (2) 脱炭、浸炭層の有無確認 (3) 含有元素の判別、含有量の推定 (4) 鋼種の推定 (5) 精密分析前の成分量推定（全数検査が可能となる）その他、高温耐酸化性、窒化、焼入れがしてあるか否かの判定等広範にわたる。

●火花試験の特徴

火花試験は化学分析、分光分析などの精密分析と比較して成分量の判定がラフではあるが、一方(1)試料の形状、粗さ、熱処理組織に判定が左右されない。(2)非破壊的に全数検査が可能である（完成品を除く）。(3)設備費、時間、労力が少ない。などを特徴とする。上記の特徴をいかし、用途を混同することなく活用することが望ましい。

●試験条件

(1) グラインダは砥石粒度36または46、結合度PまたはQ、円周速度20m/s以上。(2) 押しつける力は0.2% C鋼の火花流線の長さが300mmとなるくらい。(3) 火花流線は水平に飛ばし、見送りまたは横から観察する。(4) 原則として薄暗い室内で行う。また直射光を避け、不可能な場合は補助器具を使用する。(5) 試験は同一条件、同一器具で行うように努める。(6) たとえば「標準火花試験ブース」によればさらに好結果が得られる。

●判定要領

火花を図1のように根本、中央、先端に区分して観察し、下記の項目に留意して判定する。（詳細はJIS解説参照）(1) 流線について 角度、色、明暗、太さ、長さ、破裂の有無、砥石への巻きつき。(2) 破裂について色、形（炭素鋼破裂か、合金鋼破裂か）花粉のつき方。(3) 手ごたえ。図2に破裂の形状例を示す。

■標準片との対比

上記の各項目について判定の難しい場合には、標準片との対比が極めて有効である。

材料技術教育研究会（MS研究会）ご指導

標準 火花試験ブース



●仕様

	1 型 (教育用)
寸法	L1.2×W0.5×H1.5m
重量	約100kg (移動式)
グラインダ	100V 200W 50Hz 3,000rpm 60Hz 3,600rpm
砥石	150mmφ×16mm JIS R 6210 A,36,P,V
換気装置	100V
価格	¥528,000(税込)

本装置の特色

- ① JIS G 0566に準拠した正確な火花試験が行える。
- ② 試験は周囲の明るさに関係なく常に暗視野中で行なわれるので火花の特徴を正しく観察できる。
- ③ グラインダおよび砥石等の火花放出条件が標準化されている（砥石粒度36、結合度P、円周速度20m/s以上）。
- ④ 火花試験に対する風の影響は全くなく、適切な換気により快適な試験作業ができる。
- ⑤ 作業者の姿勢に無理がなく手元が明るく、また、視野の明るさに変化がないので疲労が少なく安全性が高い。
- ⑥ 暗室不用で、正しい火花観察が安全に行なえるので、現場用は勿論、教育実習用などに最適である。
- ⑦ 工場内の環境対策及び防火、防災対策は著しく改善される。

機械材料の特色を知るための

JIS鉄鋼素材の鋼種標準セット



火花試験標準片 Standard Piece for Spark Test

定価 ¥49,500

JIS G 0566-1980 準拠



教育実習用
総合グループ“K”

純鉄(0.01C)

SCM415(0.15C, 1Cr, 0.2Mo)

火花試験標準片の種類

教育実習用総合グループ(15種組)

グループ“K”		
分類	JIS記号	化学成分%
純鉄	SUY	0.02C
機械構造用炭素鋼	S10C	0.1C
“	S20C	0.2C
“	S45C	0.45C
炭素工具鋼	SK105	1.05C
合金工具鋼	SKS 2	1.05C, 0.8Cr, 1W
“	SKD11	1.5C, 12Cr, 1Mo, 0.4V
“	SKD61	0.37C, 1Si, 5Cr, 1Mo, 1V
高速度工具鋼	SKH55	0.9C, 6W, 5Mo, 4Cr, 2V, 5Co
高炭素クロム軸受鋼	SUJ 2	1 C, 1.5Cr
機械構造用合金鋼	SCM440	0.4C, 1Cr, 0.2Mo
“	SCM415	0.15C, 1Cr, 0.2Mo
ステンレス鋼	SUS420J2	0.35C, 13Cr
“	SUS304	0.06C, 19Cr, 10Ni
ばね鋼	SUP 6	0.6C, 1.7Si, 0.9Mn

用途別専用グループ(各15種組)

炭素鋼グループ“F”	工具鋼グループ“G”	構造用・特殊用途鋼グループ“H”
純鉄 SUY	合金工具鋼	機械構造用合金鋼 SNC631
機械構造用炭素鋼 S10C	“ 切削工具 SKS 2	“ SNC415
“ S15C	“ 冷間金型 SKS 3	“ SNCM447
“ S20C	“ 耐衝撃工具 SKS 4	“ SNCM420
“ S30C	“ 冷間金型 SKS93	“ SCr440
“ S35C	“ “ SKD11	“ SCr420
“ S40C	“ 熱間金型 SKD 4	“ SCM440
“ S45C	“ “ SKD61	“ SCM415
“ S50C	“ “ SKT 4	ステンレス鋼
“ S55C	高速度工具鋼	マルテンサイト系 SUS410
炭素工具鋼 SK85	一般切削 SKH 2	“ SUS420J2
“ SK105	難削材切削 SKH 4	フェライト系 SUS430
浸炭(のまま) S10C	韧性一般切削 SKH51	オーステナイト系 SUS304
リムド鋼 SWRCH10R	韧性高速重切削 SKH55	“ SUS316
ねずみ鉄 FC30	“ SKH57	
	高炭素クロム軸受鋼 SUJ 2	耐熱鋼 SUH 3
	焼入れ SKS 3	ばね鋼 SUP 6

火花試験標準片 K グループの 4K・1/2 倍速スローモーション動画

(株) 山本科学工具研究社 山本 卓 ○山本 正之 渡辺 瑞輝 松橋 雄一

1 はじめに

鉄鋼材料の火花試験は^{1), 2)}、興味深い物理的な現象でありながら³⁾、工学的に鋼材を客観的かつ定量的に鑑別する手法とはなり得ていない。また、官能検査であるために、教育訓練による学習が必要であり、デジタル化の進む昨今においては、本試験方法の技能習得、伝承は必ずしも容易ではない。

このような状況下にあるものの、火花試験法は、特に普通鋼や低合金鋼の炭素量の推定を、瞬時にかつ安価に実施できる鑑別法として有益であることは、今日においても変わりはない。ここでは、火花試験の学習に有効な教材の改良と充実のために、その 4K 動画のスローモーション撮影を試みたので、その結果を報告する。なお本報では、解像度 3840×2160 画素の動画を 4K、1920×1080 画素の動画を 2K (FHD)と称する。

2 火花試験4K・スローモーション動画の撮影と教材化

ビデオ画像技術については、高価な機材と専門的スキルが要求される上に、それらの陳腐化も激しいため、ここでは現状におけるコンシューマーレベルのカメラと技術で実施可能な範囲により試作を行うこととした。

撮影カメラは、フルフレームセンサー搭載で 4K のスローモーション動画撮影が可能な LUMIX S1R である。本機を用いて、フレームレート約 60 fps で 4K 動画を撮影し、これをフレームレート約 30 fps で保存し、1/2 倍速のスローモーション動画とした。撮影に供した機材と条件の詳細を表1に示す。

レンズ交換式デジタル一眼カメラ	Panasonic LUMIX S1R		
撮影レンズ	LUMIX S PRO 50 mm F/1.4		
撮像素子 (CMOSセンサー)	35 mmフルサイズ (36.0 mm × 24.0 mm) 総画素数 5044万画素 有効画素数 4730万画素		
シャッター速度	1/60 s		
絞り	f/8.0		
ISO	1600		
ホワイトバランス	晴天		
フレームレート	撮影時	約 60 fps	60/30p 4K/ハイスピード撮影 (1/2倍速)
	保存時	約 30 fps	
火花 撮影範囲	幅 約 80 × 高さ 約 45 cm (図2参照)		
撮影距離 (火花とセンサー間の距離)			

また、鋼材のグラインダー火花の発生には、試料として、図1と表 2 に示す火花試験標準片:教育実習用総合グループ“K” (15 種組)を用い、図 2 に示す標準火花試験ブース 1 型を使用し、傍見式で撮影を行った。

画像の高分解能化によりデータ量が膨大になるため、4K 動画を教材として記録・提供する手段としては、テープやディスク等の媒体の適用は、現実的ではないと判断した。このため本試作においては、画像の提供手段として、今日急速に普及・浸透しつつある YouTube を試した。YouTube の使用には制約条件を伴うものの、視聴者側の環境さえ整っていれば、高精細かつ滑らかな動画の再生が可能であり、



図1 火花試験標準片グループ K15 鋼種の外観

その改善や進歩のスピードは、大変目覚ましい。

3 火花試験4K・スローモーション動画の試作結果

紙面上で動画そのものを示すことはできないため、2K 及び 4K 動画から切り出した静止画像を比較して図 3 に示す(実際の 4K 動画は、右の QR コードを参照⁴⁾)。



試作結果の概要を示せば次の通りである。

- (1)スローモーション動画の画質については、2K 画質と 4K 画質に大きな差があることを確認した。
- (2)また再生速度としては、火花試験の現象を細かく観察するためには、1/2 倍速より遅いスローモーションの適用も考えられるが、再生速度があまりにも遅いと(もっとハイスピードの撮影になると)、肉眼観察によるイメージとの落差が大きくなり、現実離れた印象の動画になるため、火花試験の学習の場合には、単純に撮影時のフレームレートを上げることが好ましいとは思われなかった。

4 まとめ

現実には、使用し得る機材についてコストと技術レベル両面の制約があることは否めないものの、4K 1/2 倍速スローモーション動画は、従来にはない、教育訓練ツールになり得ると思われる。

今後は、環境が許せば、さらに高画質での撮影を行う予定である。本手法による動画教材を、火花試験標準片 F、G、H グループの全 45 鋼種に適用拡大し、さらなる高画質化にも取り組みたい。なお、実際に筆者がこのスローモーション動画を用いてブラインドテスト(動画を見て鋼種を判定するテスト)を実施したところ、多少の時間を要したものの、グループ“K”15 鋼種全問を正解したことを申し添える。

【参考文献】

- 1) JIS G 0566 鋼の火花試験方法
- 2) 鉄鋼材料のグラインダー火花写真集, 株式会社山本科学工具研究社 (2011)
- 3) 寺田寅彦:線香花火, 寺田寅彦随筆集 第二巻, 岩波文庫 (1947)
- 4) https://www.youtube.com/playlist?list=PLnmsrKF7A_58Z1cPRnAlJYxoxZmMOw3Bu

表 2 火花試験標準片グループ“K”の構成

教育実習用総合グループ(15種組)			
グループ“K”			
分類	JIS記号	化学成分%	
純鉄	SUY	0.02C	
機械構造用炭素鋼	S10C	0.1C	
"	S20C	0.2C	
"	S45C	0.45C	
炭素工具鋼	SK105	1.05C	
合金工具鋼	SKS 2	1.05C, 0.8Cr, 1W	
"	SKD11	1.5C, 12Cr, 1Mo, 0.4V	
"	SKD61	0.37C, 1Si, 5Cr, 1Mo, 1V	
高速度工具鋼	SKH55	0.9C, 6W, 5Mo, 4Cr, 2V, 5Co	
高炭素クロム軸受鋼	SUJ 2	1C, 1.5Cr	
機械構造用合金鋼	SCM440	0.4C, 1Cr, 0.2Mo	
"	SCM415	0.15C, 1Cr, 0.2Mo	
ステンレス鋼	SUS420J2	0.35C, 13Cr	
"	SUS304	0.06C, 19Cr, 10Ni	
ばね鋼	SUP 6	0.6C, 1.7Si, 0.9Mn	



図2 火花発生装置の外観 (標準火花試験ブース 1 型)

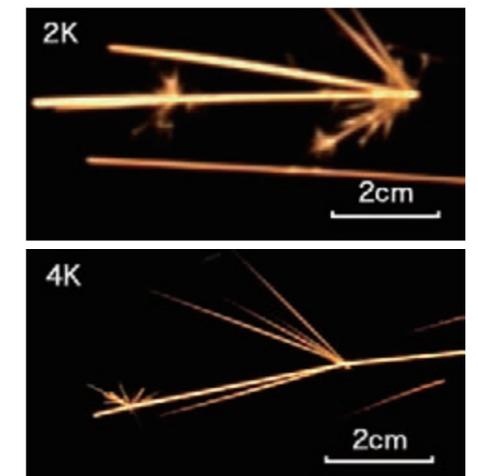


図3 2K と 4K 動画のスチル写真による画質の比較 (S20C 鋼の火花, 1/60 s)