

# 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<sup>1), 2)</sup>、興味深い物理的な現象でありながら<sup>3)</sup>、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。

表1 火花試験標準片の動画撮影条件

レンズ交換式デジタル一眼カメラ 撮影レンズ	Panasonic LUMIX S1R 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)	約128 cm	

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 を試用した。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<sup>4)</sup>)。



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(もっとハイレームレートの撮影になると)、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) 鉄鋼材料のブ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](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	

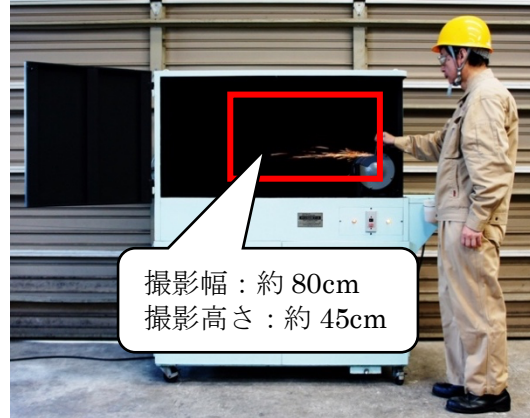


図 2 火花発生装置の外観 (標準火花試験ブース 1 型)

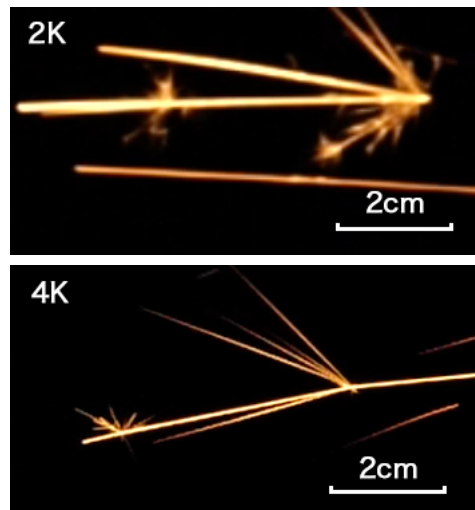


図 3 2K と 4K 動画のstill写真による画質の比較(S20C 鋼の火花, 1/60 s)