

### 使用済みビットの損傷分析と超硬チップ健全性評価

株式会社丸和技研 正会員 ○緒方 勤 非会員 嘉屋 文康  
大成建設株式会社 フェロー会員 森田 泰司 正会員 高倉 克彦

#### 1. はじめに

シールド工法に用いられるシールドマシンには、地盤等を掘削するためにビットが装着されており、ビットにはレアメタルであるタングステンを主成分とした超硬合金が使用されている。このようなレアメタルを使用したビットを、工事完了後再利用するために、ビットの健全性評価方法の開発<sup>(1)</sup>を行ってきた。本稿では、工事に使用したシールドマシン用のビットのうち、先行ビットおよび最外周ビットについて、超硬チップ（以後、チップという）の損傷状態を、目視による外観検査に加え、超音波探傷による検査も行って、チップの健全性を確認し、目視による外観検査と超音波探傷による検査の差異を確認した。

#### 2. 外観検査について

検査対象のビットの種類は、写真-1 に示す先行ビット 25 個と、最外周ビット 6 個とした。外観検査は目視によって行い、チップの損傷状態を検査した。検査の手順は、①溶断によってスポークからビットを切断、②ショットブラスト処理を行い錆等の除去、③目視によるチップの損傷状態のチェックとした。チップの損傷状態は、①脱落、②欠損、③クラック、④損傷なしの 4 分類とした。これらのビットのチップは写真-1 に示すように、上下 2 段にチップが分割されているので、上下に分けて検査を行い、上段のチップについては、正面部についても検査を行った。

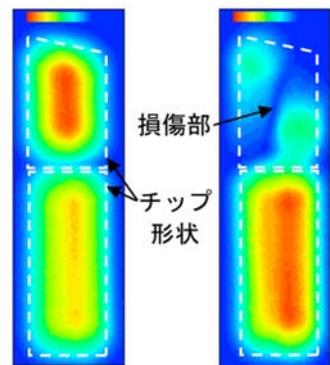
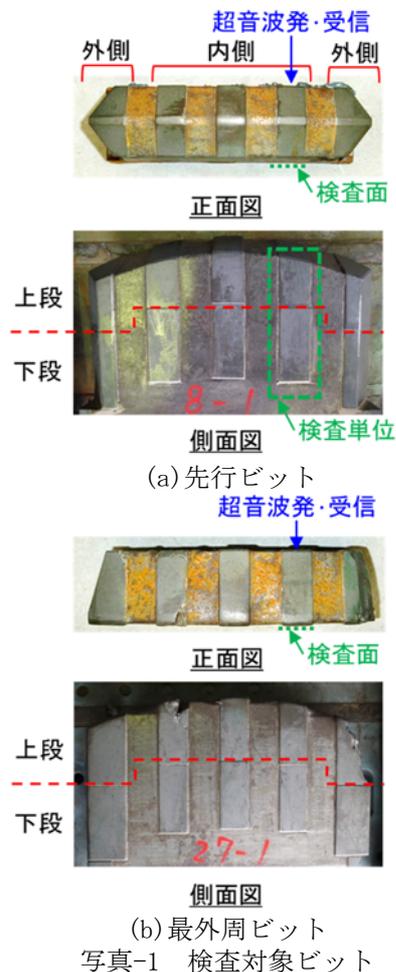
#### 3. 超音波探傷による検査について

超音波探傷による検査は、水浸法によって行った。検査単位は写真-1 に示すように、列ごと上下のチップを同時に行い、検査面はチップ下面とした。探傷画像の参考図を図-1 に示す。これらの図は反射強度のコンター図を示しており、赤色部分が最大値、青色部分が最小値となっている。健全性の判断基準は、チップ形状内に青色部分があり、明らかにチップ形状とは異なる探傷画像が得られた場合を損傷ありと判断した<sup>(2)</sup>。

#### 4. 検査結果

##### (1) 目視による外観検査

検査結果を表-1 に示す。検査結果は、チップの設置箇所の違いにより、外側と内側にも分類した。上段側のチップは、正面と側面を別々に観察しており、欠損とクラックが混在している場合は欠損に分類した。損傷がなかったチップに着目すると、先行ビットでは、外側の上段で 29 個(58%)、下段で 49 個(98%)、内側の上段で 45 個(60%)、下段で 75 個(100%)であった。合計ではチップ数 250 個中 198 個が損傷なく、79%のチップは再利用可能と判断した。また、最外周ビットでは、外側の上段で 3 個(25%)、下段で 7 個(58%)、内側の上段で 6 個(33%)、下段で 17 個(94%)であった。合計ではチップ数 60 個中 33 個が損傷なく、55%のチップは再利用可能と判断した。先行ビットと最外周ビットを合わせると、310 個中 231 個のチップに損傷がなく、75%のチップは再利用可能と判断した。



(a) 損傷なし (b) 損傷あり  
図-1 探傷画像 (参考)

キーワード シールドマシン, 先行ビット, 再利用, 損傷分析, 外観検査, 超音波探傷

連絡先 〒822-0003 福岡県直方市大字上頓野 4965-1 株式会社丸和技研 技術営業グループ TEL0949-26-6733

(2) 超音波探傷による検査

超音波探傷によって損傷ありと判断したチップは、損傷状態をクラックに分類したので、表-1の損傷なしとクラックについては、目視の結果と超音波探傷による結果を示し、超音波探傷による増減数とその結果の数量を示した。これより、超音波探傷によって、新たに損傷ありと判断したチップは、先行ビットでは外側の下段で3個、内側の下段で3個、最外周ビットでは、内側の上段で1個となり合計7個となった。

5. 考察

検査対象ビットの一例を写真-2に示す。損傷ありのチップは、先行ビットで58個あり、そのうちの51個(88%)が、写真に示すような上段チップの欠損であった。No.1, No.2共に中央の上段チップの正面が大きく欠損しているが、これらの探傷画像は大きく異なっていることが分かる。No.2は正面部分が欠損して、そこからチップ内部にクラックが進展したと考えられるが、No.1はチップ内部へのクラックの進展がなかったと考えられる。

このように、外観上は同じような損傷であっても、内部の損傷状態は大きく異なることもあり、超音波探傷による診断は有効的であると考えられる。また、下段のチップは、No.1, No.2共に目視では分からなかった損傷が、超音波探傷を行ったことで、新たに損傷と判断したチップである。下段チップの損傷は、先行ビットで最終的に7個であったが、そのうち6個は超音波探傷によって損傷ありと判断することができた。

6. まとめ

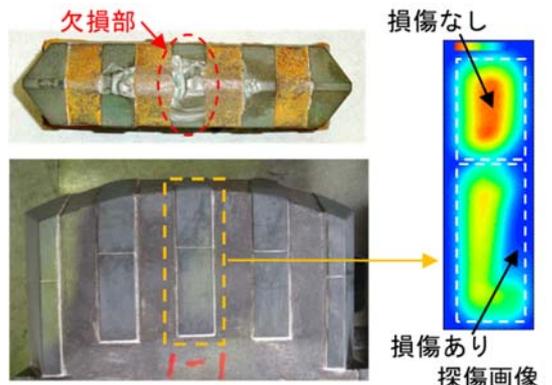
使用済みビットを再利用するために、ろう付面の検査技術の開発を行ってきたが、チップの健全性についても、目視のみではなく超音波探傷を行うことで、より正確な検査が可能となり、有効的な検査方法であると考えられる。

参考文献

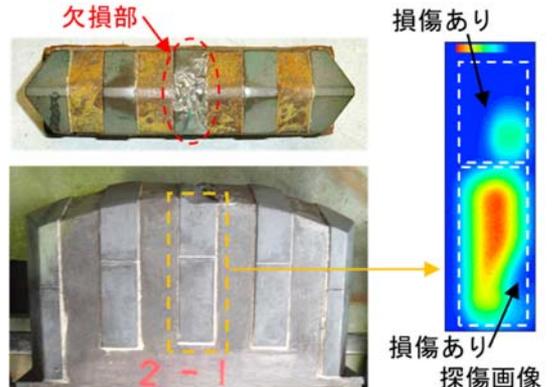
- (1) 岩本達也, 嘉屋文隆, 佐々木誠, 高倉克彦, 森田泰司: シールドマシンにおけるカッタービットの再利用技術の開発~非破壊検査~, 土木学会第67回年次学術講演会, VI-144, 2012. 9
- (2) 佐々木誠, 嘉屋文康, 森田泰司, 竹中計行, 岩本達也: 使用済みビットの再利用を目的とした超硬チップの健全性評価方法, 土木学会第72回年次学術講演会, 2017. 9

表-1 検査結果 (個)

ビットタイプ	チップ設置個所		損傷なし			クラック			欠損	脱落	合計
			目視	超音波探傷		目視	超音波探傷				
				増減	結果		増減	結果			
先行ビット	外側	上段	29	0	29	3	0	3	18	0	50
			58%	—	58%	6%	—	6%	36%	0%	—
		下段	49	-3	46	1	3	4	0	0	50
			98%	—	92%	2%	—	8%	0%	0%	—
	内側	上段	45	0	45	2	0	2	28	0	75
			60%	—	60%	3%	—	3%	37%	0%	—
		下段	75	-3	72	0	3	3	0	0	75
		100%	—	96%	0%	—	4%	0%	0%	—	
合計		198	-6	192	6	6	12	46	0	250	
		79%	—	77%	2%	—	5%	18%	0%	—	
最外周ビット	外側	上段	3	0	3	0	0	0	6	3	12
			25%	—	25%	0%	—	0%	50%	25%	—
		下段	7	0	7	0	0	0	4	1	12
			58%	—	58%	0%	—	0%	33%	8%	—
	内側	上段	6	-1	5	1	1	2	10	1	18
			33%	—	28%	6%	—	11%	56%	6%	—
		下段	17	0	17	0	0	0	0	1	18
		94%	—	94%	0%	—	0%	0%	6%	—	
合計		33	-1	32	1	1	2	20	6	60	
		55%	—	53%	2%	—	3%	33%	10%	—	



(a) ビット No. 1



(b) ビット No. 2

写真-2 検査対象ビット