

## 平面研削에서 周波數 分析에 의한 表面 거칠기 解釋

金 敬 年\* · 鄭 載 天\*\* · 金 基 先\*

### A Study on the Surface Roughness in Grinding Process by Frequency Analysis

G. N. Kim, C. C. Cheong and K. S. Kim

**Abstract** This paper is to analyze the surface roughness in wet and dry surface grinding in which working conditions are table feed, cross feed and down feed. FFT analyzer is used to identify the surface roughness and the data of surface roughness are stored and displayed using an interfaced computer. In results, components affecting surface roughness exist within 200Hz with respect the conditions and methods of grinding operation. Also, with increase of table feed, cross feed and down feed, the value of surface roughness increases. Of them, cross feed has first influence on surface roughness. In dry, preciser surface can be obtained than one in wet.

#### 1. 序 論

表面 거칠기 測定에 있어서의 관심은 여러가지 이유들로 해서 최근 수십년 동안 계속하여 增加되어 왔다. 특히 크랙形成의 가능성, 腐蝕에 대한 安定性, 潤滑效果에 대한 영향등에 의하여 지배되는 加工表面壽命의 측면에서 표면구조는 대단히 중요한 역할을 한다.

또한 아주낮은 表面 거칠기가 요구되어 졌을때는 生産時間이 增加되는것과 같이 부분품의 생산단가는

요구되는 表面 거칠기에 밀접한 관계가 있다. 따라서 表面 거칠기에 대하여는 오래전 부터 各種 工作機械 및 材質에 따라 활발히 연구되어 왔으나<sup>1-4)</sup>, 거의 모두가 表面形狀曲線(Surface Profile)의 垂直成分에 대한 解釋이며, 이러한 해석법으로는 표면형상곡선의 形成原因에 대한 糾明은 불가능하다.

表面 거칠기의 形成原因을 糾明하기 위하여는 表面形狀曲線의 周波數 分析이 행하여 져야 하는데 이에 대한 연구는 本多良辰<sup>5)</sup>등의 드레싱 조건에 따라 표면 거칠기에 미치는 周波數 成分을 分析한것 이외

\* 인하대학교 기계공학과 대학원

\*\* 인하대학교 기계공학과 교수

접수 : 1991년 9월 14일

에는 주파수 분석에 의한 표면 거칠기 해석에 관한 연구는 찾아보기 힘들다. 본 연구에서는 平面研削 加工된 機械 構造用 炭素鋼(SM20C)의 表面을 觸針式 表面 거칠기 측정기로써 측정하여 이 變位量에 대한 표면형상곡선을 주파수 분석 하였다. 이 결과를 GP-IB Card를 통하여 Diskette에 수록 하여 자동 출력되도록 Program을 작성하였고, 表面形狀曲線의 형성인자를 규명할 수 있는 측정법의 제시와 그 결과를 工程設計 및 最適設計의 基礎資料로 利用하고자 한다.

2. 關係理論

2-1. 表面 거칠기의 變數定義

표면 거칠기 측정에 있어서의 關心을 최근 몇십년 동안 계속하여 증가 되고 있다. 표면 거칠기는 潤滑, 크랙形成의 可能性, 부식에 대한 저항등에 영향을 주기 때문에 표면 거칠기의 精確한 表現과 測定은 기계부품의 設計와 生産에 있어서 대단히 중요한 役割을 한다.<sup>6)</sup> 그러므로 이 표면 거칠기는 적절하고 精確한 方法으로 측정해야 하지만 표면 거칠기 變數들의 定義는 약간씩 다르기 때문에 本節에서는 가장 일반적으로 사용되어지는 변수들에 대하여 定義하고자 한다.  $R_a$ 는 표면형상곡선의 平均線으로 부터 Profile Departure의 算術平均을 의미하며, 보통 여러개의 연속적인 標準길이(Sampling Length) L의 평균결과로써 정의된다.

보통  $R_q$ 는  $R_a$ 와 동일하며 이것은 평균값 대신에 RMS값을 이용한다.  $R_n$ 는 정하여진 길이안에서 表面形狀曲線의 정점(Peak)과 골짜기(Valley)사이의 높이를 의미하며,  $R_{max, n}$ 은 표준길이 N개 내에서 표면형상곡선의 정점과 골짜기사이의 높이를 말한다. 그리고  $R_{lm}$ 은 5개의 연속적인  $R_{max, n}$ 값의 평균값이며,  $R_p$ 는 표준길이 내에서 平均線으로 부터 정점의 높이이다.  $R_{pm}$ 은 5개의 표준길이 내에서 決定된  $R_p$ 의 평균값이다.

이들을 도표화 하여 나타내면 Fig. 1과 같다.

2-2. 表面 거칠기의 周波數 分析

Fourier적분은 어떤 信號를 周波數 領域에서 그

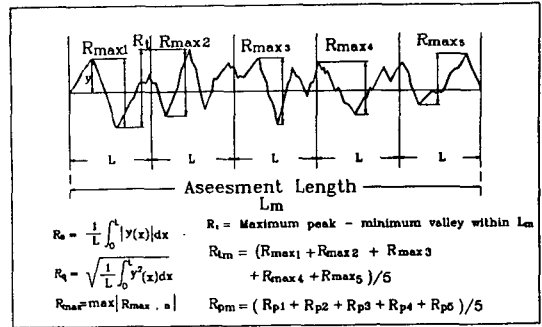


Fig. 1 Definitions of commonly use parameters

성분을 분리하는 것을 가능하게 한다. 이러한 여러 주파수에서의 信號成分에 대한 물리적 의미는 Narrow Band Filter에 의하여 Filtering된 信號의 RMS값이라고 할 수 있다.

다른 주파수로 조절된 많은수의 Parallel Narrow Band Filter를 사용함으로써 RMS값들을 이러한 주파수에서 결정한다. 그러나 주파수 Spectrum을 얻기 위하여 Parallel Narrow Band Filter 대신에 Fourier Transform으로써 주파수 성분의 分析이 可能하다. 이를 圖式化하여 Fourier Transform과 Parallel Filter해석과의 相關關係를 Fig. 2에 나타내었다.

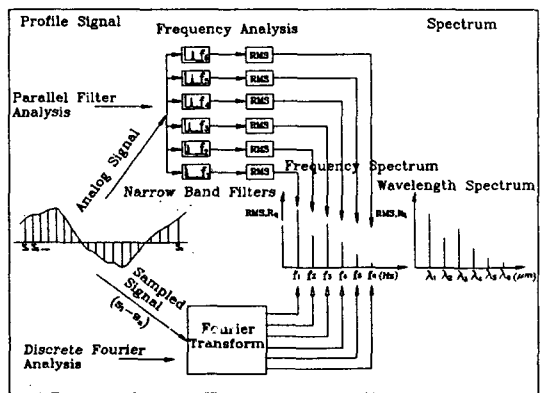


Fig. 2 Fourier analysis versus parallel filter analysis

표면 거칠기 Spectra를 취급할 때 가공물 표면의 형상을 쉽게 이해할 수 있도록 周波數軸을 波長軸으로 變換시키는 것이 편리하다.

표면파장 λ는

$$\lambda = V_{trav}/f \dots\dots\dots (1)$$

여기서, λ : 표면윤곽의 파장(mm)

$V_{trav}$  : 觸針의 횡단속도(mm/sec)

f : 주파수(Hz)

이다.

RMS값으로 표시되는 振幅軸은 표면 거칠기 해석에 있어서  $R_q$ 값으로 해석될 수 있으며, 이 진폭축을 Log Scale로 변환함으로써 훨씬 더 넓은 Dynamic Range를 線形軸(Linear Axis)과 같은 Spectrum에서 표현될 수 있다. 이러한 Log Scale이 사용될려면 基準(Reference)이 선택되어야만 한다. 따라서 표면거칠기 dB은

$$dB = 20 \text{ Log}(\text{Output/Reference}) \dots\dots\dots (2)$$

이므로 식(2)에서 표면거칠기 곡선을 주파수 분석함으로써 각 주파수별로 표면 거칠기값을 결정할 수 있다.

한편 순수 sine파로 형성된 표면형상곡선(Surface Profile)은 단지 하나의 파장을 포함하기 때문에 하나의 정점(Peak)을 가진 스펙트럼(Spectrum)으로 변경된다. 또한 일반적인 표면형상곡선은 몇개의 다른 주파수 성분을 가진 Profile의 조합으로 간주할 수 있으므로 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$X(t) = A_1 \sin wt + A_2 \sin 2wt + \dots\dots\dots (3)$$

식(3)에서  $A_1$ 이  $A_2$ 등 보다 훨씬 크다면 Profile은  $A_1 \sin wt$ 로 표현할 수 있다.

결국

$m(f_1) \geq 10m(f_2)$ 인 경우에는 식(2)에서

$$R_q = \text{reference} \times 10^{\frac{m(f_1)}{20}}$$

으로 표시되며, 그 이외의 경우는 (4)

$$R_q = \sqrt{(m(f_1))^2 + \dots\dots + (m(f_n))^2}$$

으로 표시할 수 있다.

여기서

$m(f)$  : 특정 주파수에서의 진폭(μm)

$R_q$  : 표면 거칠기(μm)

A : 진폭(dB)

식(4)의  $m(f_1) \geq 10m(f_2)$ 인 경우에는  $f_1$ 을 제외한 모든 다른 주파수에서는 "O(Zero)"이므로  $R_q$ 값은 정점의 높이와 같다. 따라서 이 경우에는 표면 거칠기의 다른 變數들과 쉽게 聯關되어질 수 있다. 즉,

$$y = A \sin wt, w = 2\pi f, t = \frac{x}{v} \text{ 로 나타낼 수 있}$$

고

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{L} \int_0^L y(x)^2 dx} = \frac{A}{\sqrt{2}} \dots\dots\dots (5)$$

$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |y(x)| dx = \frac{2A}{\pi} \dots\dots\dots (6)$$

$$R_{max} = 2A \dots\dots\dots (7)$$

이므로

$$R_a = R_q \times 2\sqrt{2} / \pi \dots\dots\dots (8)$$

$$R_{max} = R_q \times 2\sqrt{2}$$

의 상관관계가 있다.

여기서

$y(x)$  : 중심선으로 부터의 이탈량(Profile Departure)

A : 진폭

### 3. 實驗方法

#### 3-1. 研削條件

平面研削加工에 의하여 형성되는 시험편 표면의 형상곡선을 주파수 영역에서 해석하여 그 現像을 淸明하기 위하여 표면 거칠기 측정을 위한 계통도를 Fig. 4에 나타내었다.

연삭가공표면에서 형성되는 형상곡선의 주파수 분석에 의한 표면 거칠기를 규명하기 위하여 試驗片은 기계 구조용 탄소강(SM20C)을 선택하여 80 × 80 × 7mm로 하였으며 上下面은 正面밀링작업을 하였다. 이때 밀링작업에 의하여 발생될 수 있는 결함을 최

소로 하기 위하여 0.5mm씩 加工하였다. 또 研削에서 縱方向 移送(Cross Feed) 0.2mm/Pass, 橫方向 移送(Table Feed) 13m/min로 고정하고, 研削깊이(Down Feed)를 5 $\mu$ m로 하여 20회 즉, 100 $\mu$ m까지 研削한 후 2.5 $\mu$ m로 하여 25 $\mu$ m까지 初期 研削하였다.

本 研究에서는 平面研削加工時 횡방향 이송을 8, 13, 18, 23m/min, 종방향 이송을 0.5, 1, 1.5, 2mm/pass, 연삭깊이를 10, 15, 20, 25 $\mu$ m로 변화<sup>6)</sup>시키면서 연삭방법에 따라 試驗片 表面의 형상곡선을 주파수 분석에 의하여 표면 거칠기를 규명하였다.

숫들의 圓周速度를 1740m/min로 一定하게 하고, Magnetic Chuck에 시험편을 裝着한 다음, 精密度 0.001mm Dial Gage를 利用하여 연삭깊이를 變化시키고, 종방향 이송 및 횡방향 이송을 自動移送 시키면서 습식 및 乾式, 두방식으로 가공하였다.

研削숫들은 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>계의 WA를 使用하였고, 粒度, 結合度, 組織, 結合濟는 60K7V를 選擇하였으며, 숫들의 치수는 209 × 19 × 50.8mm이다.<sup>7),8)</sup>

3-2. 測定方法

표면 거칠기 측정은 A/D Converter에 의하여 R<sub>max</sub> 값을 먼저 기록하였고, 또한 表面形狀曲線을 FFT Analyzer에 의하여 周波數 領域에서 분석하여 표면 거칠기에 영향을 미치는 주파수 영역을 결정하고, 이 주파수 영역에서의 표면 거칠기값을 R<sub>rms</sub> 값으로 換算하였다.

먼저 R<sub>max</sub>에 대한 測定法은 다음과 같다.

시험편을 水平으로 設置한 후, 表面 거칠기 측정기의 영점조정을 행한 다음 실시하였으며, 이때의 표면 거칠기 측정기의 作動設定條件은 Tracing 速度 1.5mm/sec, 0.8mm의 Cut Off값을 선정하였다. 이렇게 구하여진 표면형상곡선은 Stylus Tip의 變位量에 비례하는 전압으로 Computer 화면에 Display된다. 이 出力 電壓을 표준시편 1.5R<sub>max</sub> 및 11R<sub>max</sub>에 대한 相對的인 값으로 환산하여 출력전압과 표면 거칠기의 관계를 Fig. 3에 나타내었다.

주파수 분석에 의한 표면 거칠기는 우선 觸針의 變位量에 의한 표면 形상곡선을 FFT Analyzer에서 Y축을 dB, X축을 周波數 領域으로 설정하여 분석하

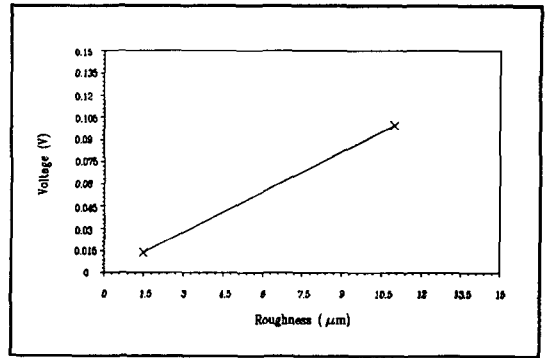


Fig. 3 The relation of output voltage and surface roughness(R<sub>max</sub>)

였다. 이때 FFT Analyzer의 주파수 범위를 0 ~ 500 Hz, 感度範圍를 0 ~ 120dB로 固定시켰다. 이와같이 周波數 領域에서의 表面 거칠기 분석은 측정식 표면 거칠기 측정기에서 측정할 수 없었던 표면 거칠기에 영향을 주는 확정인자와 불확정 인자를 분리하여 解釋할 수 있다. 표면 거칠기 측정을 위한 Block Diagram은 Fig. 4에 나타내었으며 시험편 표면의 凹凸에 대한 變位量을 Digital값으로 변환하여 최대 거칠기를 분석할 수 있도록 구성되었다. 또한 자동 평균 거칠기는 FFT Analyzer에서 주파수 분석을 하여 그 結果들을 Interfaced Computer에서 출력하여 해석되도록 하였다.

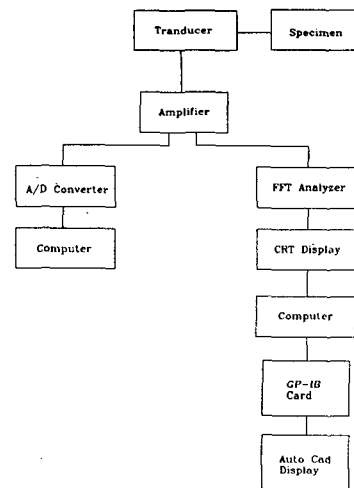


Fig. 4 Diagram of experimental setup for measurement of surface roughness

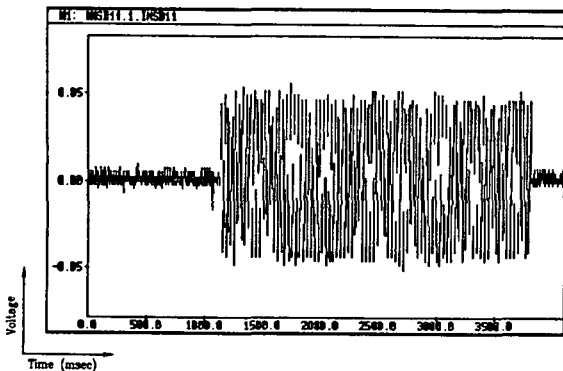
4. 實驗結果 및 考察

4-1. 橫方向 移送의 影響

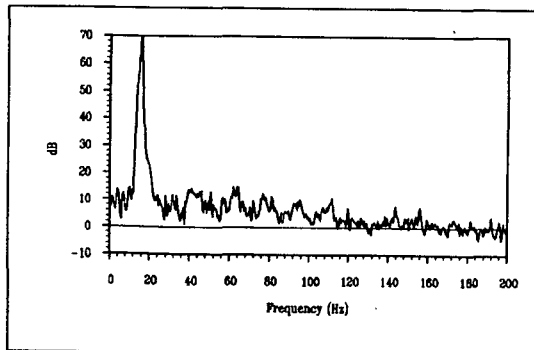
Fig. 5는 최대 거칠기  $11R_{max}$  標準試驗片에 대한 表面形狀曲線을 분석한 그림으로 (a)는 Stylus Tip의 變位 變化量을 전압으로 변환하여 출력한 것이며 (b)는 표준시험편의 表面형상곡선을 周波數 分析한 결과이다. 이 그림에서 보면 표준시험편은 순수 Sine파형만을 형성하고 있으므로 이에 대한 周波數 分析結果 역시 일정 周波數 대역에서만 그 진폭을 가지고 있으며, 이외의 주파수 영역에서는 거의 0dB를 나타내고 있다. 따라서  $11R_{max}$ 표준시험편은 약 71 dB 즉,  $3.8R_{rms}$ 의 값을 갖게된다. Fig. 6의 (a)는 연속삭이  $15\mu\text{m}$ , 종방향 이송을  $1\text{mm/pass}$ 로 일정하게

한 상태에서 橫方向 移送를  $8\text{m/min}$ 로 변화시킨 경우에 濕式研削時 시험편의 表面 거칠기를 Voltage로 출력한 것이며, (b)는 (a)와 같은 조건에서 각 표면형상곡선을 周波數 分析한 결과이다. 이와같이 200 Hz내의 全 周波數 領域에서 그 진폭에서 큰 차이없이 분포하고 있으며 불규칙적으로 切刃이 배열되어 있기 때문에 표면거칠기에 영향을 주는 다른 因子들 역시 切刃의 영향과 비슷하게 표면 거칠기에 영향을 미침을 추측할 수 있다.

결국 研削作業한 試驗片의 表面 거칠기는 어떤 특정 몇몇 因子에 의하여 형성되는 것이 아니라 무수히 많은 因子들의 相互干涉에 의한 영향으로 표면 거칠기가 形成됨을 알 수 있다.

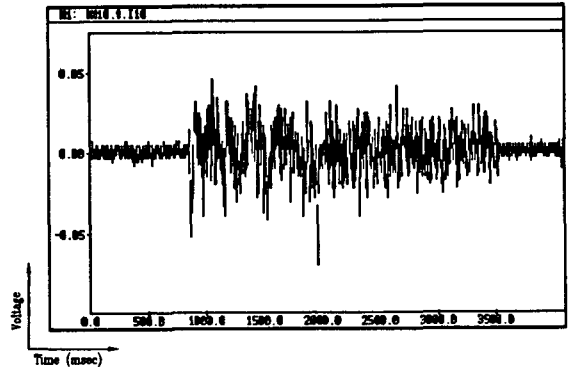


(a) Surface roughness in time domain

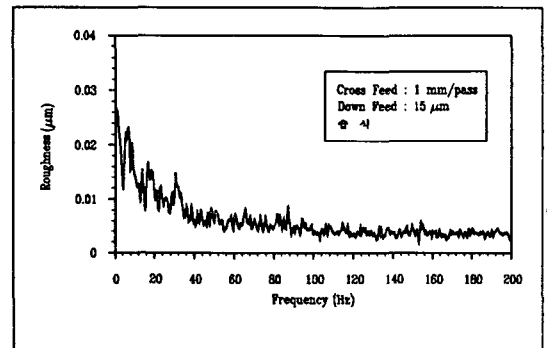


(b) Surface roughness in frequency domain

Fig. 5 Characteristics of surface roughness of  $11R_{max}$  standard specimen



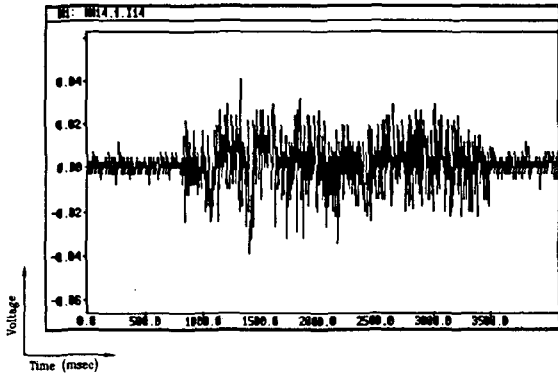
(a) Surface roughness in time domain



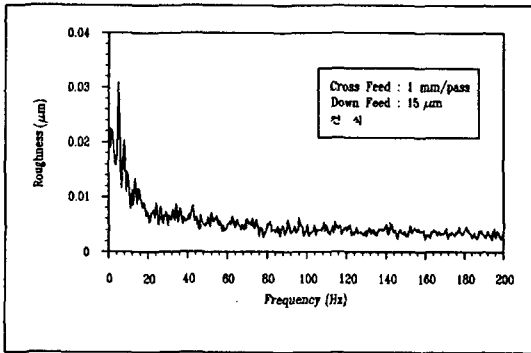
(b) Surface roughness in frequency domain

Fig. 6 Characteristics of surface roughness at table feed of  $8\text{ m/min}$

Fig. 7은 위와 같은 조건에서 乾式 研削한 경우에 대한 표면 거칠기 및 주파수 분석결과를 圖示한 그림으로 습식의 경우에서와 마찬가지로 많은 因子들의 상호간섭에 의하여 표면 거칠기가 形成됨을 볼 수 있다.



(a) Surface roughness in time domain



(b) Surface roughness in frequency domain

Fig. 7 Characteristics of surface roughness at table feed of 8 m/min

Fig. 8은 연삭깊이 15 $\mu$ m, 종방향 이송을 1mm/pass로 일정하게 한 상태에서 횡방향 이송을 8, 13, 18, 23m/min로 변화시킨 경우에 건식 및 습식 연삭시 최대 거칠기( $R_{max}$ ) 및 FFT Analyzer에 의하여 해석된 自乘 平均 거칠기( $R_{rms}$ )를 圖示한 것이다.

자승 평균 거칠기는 건식, 습식 두 방법 共히 횡방향 이송이 증가함에 따라 최대 거칠기와 마찬가지로

로 약간 증가하는 경향을 보이고 있으나 그 增加率에 있어서 최대 거칠기보다 적다.

이는 최대 거칠기는 거칠기 曲線의 최상부와 최하부 사이의 거리로 표시되는 物理的인 의미의 거칠기 값이고, 자승 평균 거칠기는 곡선 중앙부의 編位の 자승을 평방근으로 표시한 統計的 意味이기 때문이다.

최초에는 공작물의 어떤 부분에 전혀 날끝이 接觸하지 않을때도 있으며 몇회씩 연삭을 계속함에 따라 점차로 공작을 전체에 대하여 날끝이 끌고루 미치게 되는 결과 절삭깊이량과 상등한 양만큼 공작물이 연삭되므로 여기서 비로소 切削나머지는 없어지게 된다.

이와 같은 이유로 해서 횡방향 이송이 증가하게 되면 연삭간량은 더욱 크게 되고 또한 횡방향 이송이 증가함에 따라 研削抵抗이 커지게 되고 따라서 표면을 플로잉(Ploughing)하는 작용이 생기게 되기 때문에 횡방향 이송증가에 따라 表面 거칠기는 커지게 된다.

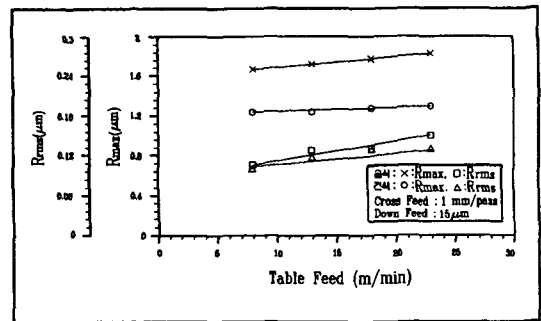
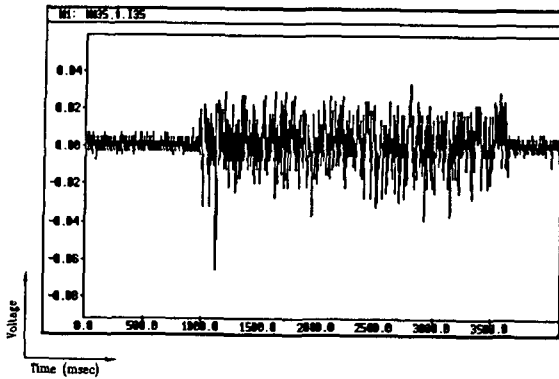


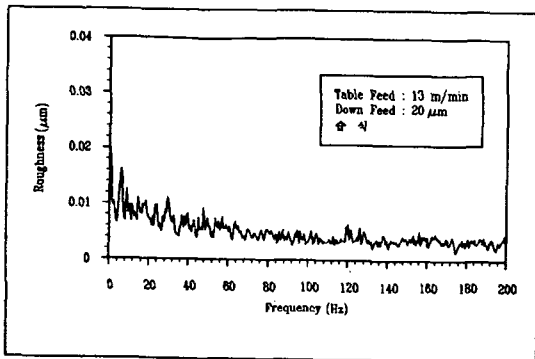
Fig. 8  $R_{rms}$  and  $R_{max}$  for table feed variation

#### 4-2. 縱方向 移送의 影響

Fig. 9의 (a)는 횡방향 이송 13m/min, 연삭깊이 20 $\mu$ m로 일정하게 하고, 종방향 이송을 0.5mm/pass로 자동이송 시키면서 濕式研削한 경우에 Stylus Tip의 變位量을 電壓으로 出力한 것이며, (b)는 이들 표면형상곡선을 FFT Analyzer에 의하여 주파수



(a) Surface roughness in time domain



(b) Surface roughness in frequency domain

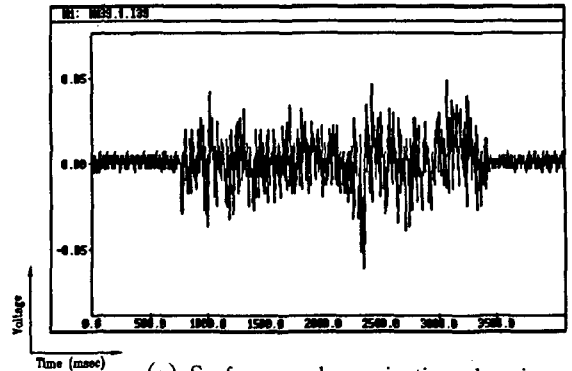
Fig. 9 Characteristics of surface roughness at cross feed of 0.5 mm/pass

분석한 결과이다.

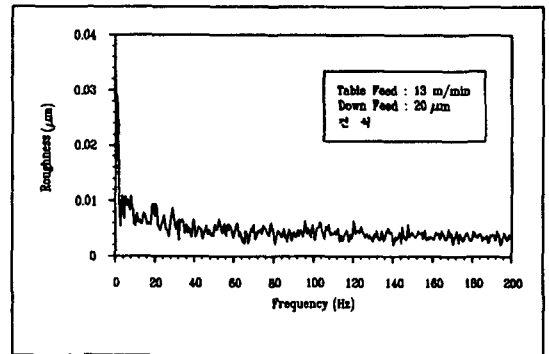
같은 조건에서 건식연삭한 경우의 표면형상곡선 및 주파수 분석 결과를 Fig. 10의 (a) 및 (b)에 나타내었다.

이들 그림에서 보면 表面形狀에 影響을 미치는 인자의 주파수 영역은 횡방향 이송 변화에서 처럼 200 Hz내에서 存在하며, 어떤 특정주파수의 지배적 영향은 볼 수 없다. 또한 시험면에 대하여 Stylus Tip이 횡단하면서 발생하는 剛體운동(Rigid Body Motion)이기 때문에 0Hz에서의 진폭은 표면거칠기에 영향을 미치는 주파수 영역이라 볼 수 없다. 따라서 본 연구에서는 0Hz에서의 진폭은 표면 거칠기 계산에서 除外시켰다.

Fig. 11은 종방향 이송을 0.5, 1, 1.5, 2mm/pass로



(a) Surface roughness in time domain



(b) Surface roughness in frequency domain

Fig. 10 Characteristics of surface roughness at cross feed of 0.5 mm/pass

변화시킨 경우의 최대거칠기( $R_{max}$ ) 및 주파수 분석에 의하여 얻어진 自乘 平均 거칠기( $R_{rms}$ )가 종방향 이송 변화에 대한 영향을 나타낸 것이다. 자송 평균 거칠기는 건식, 습식 두방향 共히 종방향 이송 증가에 따라 최대 거칠기와 같이 증가하고 있다.

횡방향 이송, 종방향 이송 변화에 대한 표면 거칠기를 비교하여 보면 그 값이나 증가율에 있어서 종방향 이송 변화의 경우가 훨씬 더 큰 것으로 보아 종방향 이송이 횡방향 이송 보다 더 많은 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 위와 같이 종방향 이송이 증가할수록 표면 거칠기가 증가하는 것은 종방향 이송이 클수록 接觸面積이 크게 되고 이에 따라 수많은 연삭입자가 동시에 연삭작용을 하기 때문에 연삭 저항이 크게 되고, 발열량이 크게 되어 칩(Chip)의

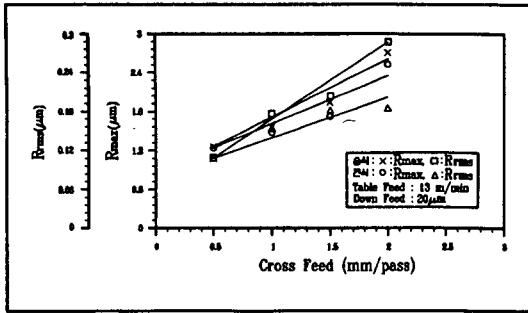
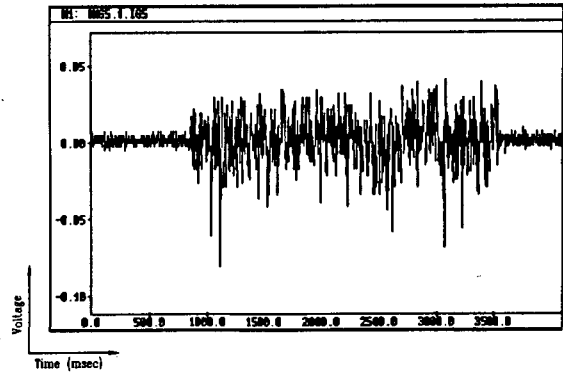


Fig. 11  $R_{rms}$  and  $R_{max}$  for cross feed variation



(a) Surface roughness in time domain

排出이 곤란해져 연삭숫들에 눈메꿈 현상을 誘發하게 된다.

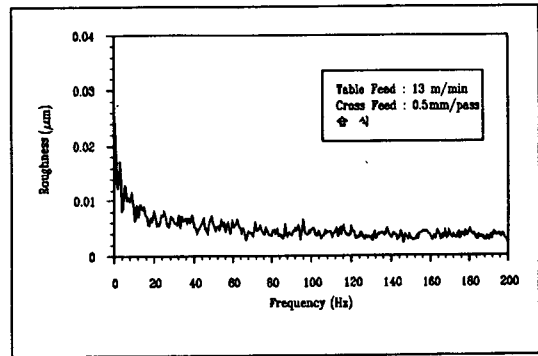
#### 4-3. 研削깊이의 影響

Fig. 12의 (a)는 횡방향 이송 18m/min, 종방향 이송을 0.5mm/pass로 一定하게 하고 연삭깊이를 10 μm로 고정시킨 상태에서 濕式研削한 시험편의 표면형상곡선이며 (b)는 이들 곡선에 대한 주파수 분석 결과이다.

같은 조건에서 건식연삭한 경우의 표면형상곡선 및 주파수 분석 결과를 Fig. 13의 (a), (b)에 圖示하였다.

이들 그림에서 보면 연삭작업시 表面形狀에 영향을 미치는 주파수 영역은 4-1 및 4-2결과 같이 대략 200Hz이내에서 존재함을 볼 수 있으며, 표면 거칠기에 대한 特定 周波數의 支配的 影響은 볼 수 없다.

이 역시 연삭숫들은 수많은 입자의 結合體이고 따라서 숫들면에 포함된 동일 원주상에 배열된 것처럼 보이는 수많은 연삭입자들이 실제로는 반드시 동일 원주상에 줄지어 배치된 것이 아니다. 결국 1개의 粒子가 연삭한 후에 정확하게 그 뒤를 연삭하는 입자는 수개 또는 수십개 떨어진 거리에 있는 입자가 될 것이다. 따라서 밀링커터와 같은 多刃工具와는 다르게 그 입자가 불균일하다. 그러므로 다듬질면의 상태는 아주 복잡하기 때문에 공작기계의 振動, 移送 등에 의하여 形成되는 주파수 영역과 혼합되어



(b) Surface roughness in frequency domain

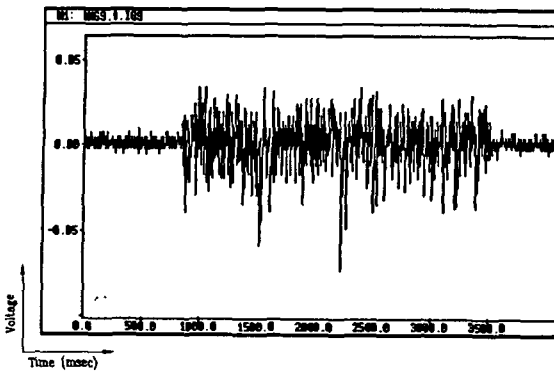
Fig. 12 Characteristics of surface roughness at down feed of 10μm

넓은 주파수 영역에서 비슷한 형상으로 分布하게 된다.

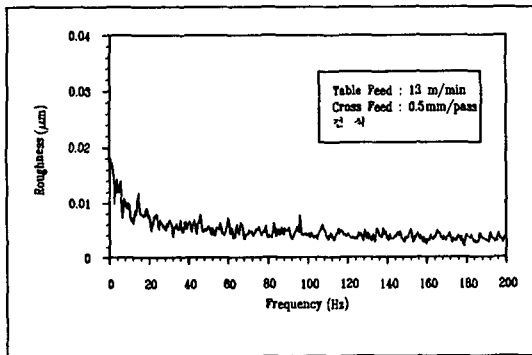
Fig. 14는 횡방향 이송 18m/min, 종방향 이송을 0.5mm/pass로 일정하게 하고 연삭깊이를 10, 15, 20, 25μm로 변화시킨 경우에 최대 거칠기( $R_{max}$ ) 및 주파수 분석에 의하여 해석된 자승 평균 거칠기( $R_{rms}$ )의 거동을 나타낸 그림이다. 이 그림에서 보면 自乘 平均 거칠기는 최대 거칠기와 같이 연삭깊이 증가에 따라 乾式, 濕式 共に 증가하는 경향이 보이고 있으며 그 증가율은 최대 거칠기보다 적다.

횡방향 이송, 종방향 이송 및 연삭깊이 변화를 동시에 分析하여 보면 그 값이나 증가율에 있어서 종방향 이송 변화의 경우가 가장 큰 것으로 보아 본 실험에 적용된 연삭조건중 가장 많은 영향을 미치고





(a) Surface roughness in time domain



(b) Surface roughness in frequency domain

Fig. 13 Characteristics of surface roughness at down feed of 10 $\mu$ m

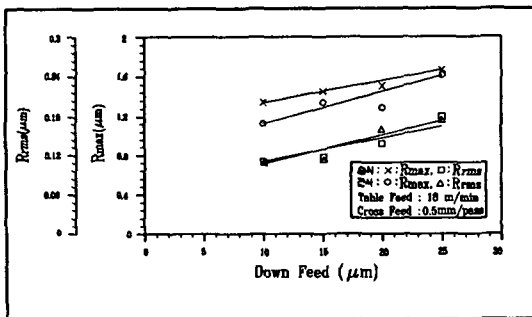


Fig. 14  $R_{rms}$  and  $R_{max}$  for down feed variation

있음을 알 수 있다. 위의 분석결과처럼 연삭깊이가 증가할수록 표면 거칠기가 증가하는 것은 최소연삭

깊이가 10 $\mu$ m이므로 單位幅에 대한 研削抵抗이 적을 때 가공물 표면에 발생하는 라빙(Rubbing)작용에 대한 영향은 아니며, 연삭저항이 증가함에 따라 발생하는 플로잉(Ploughing)작용 및 가공물과 연삭입자 사이에 마모가 발생하여 연삭숫돌의 摩耗量이 증가함에 따라 표면 거칠기가 거칠게 된다. 또한 절삭깊이의 증가에 따라서 연삭입자 각각에 걸리는 힘이 증가하게 되고, 이와 동시에 기계의 振動도 증가하여 표면 거칠기는 거칠게 된다.

5. 結論

本 研究는 機械 構造用 炭素鋼(SM20C)에 대하여 研削條件 및 方法의 變化에 따른 시험편의 表面形狀 曲線을 糾明하기 위하여 FFT Analyzer에 의하여 周波數 分析하였으며 그 結果를 要約하면 아래와 같다.

1. 橫方向 移送가 증가함에 따라 乾式, 濕式 모두 表面 거칠기는 增加하고, 自乘 平均 거칠기에 영향을 주는 周波數 領域은 200Hz 이내이며 切刃이 不規則的으로 配列되어 있기 때문에 특정 주파수의 支配的 影響은 나타나지 않는다.

2. 表面 거칠기의 增加率을 비교해 볼때 縱方向 移送에서 그 率이 가장 큰 것으로 보아 本 實驗에 적용한 研削條件中 縱方向 移送가 가장 많은 영향을 미치고 있으며 自乘 平均 거칠기에 영향을 주는 周波數 領域은 역시 200Hz이내이며 特定 周波數의 支配的 影響은 볼 수 없다.

3. 研削깊이가 增加할수록 최대 거칠기는 乾式, 濕式 모두 1.1~1.6 $\mu$ m 範圍 內에서 增加하고 있으며, 200Hz 이내의 周波數 領域에서만 표면 거칠기에 영향을 미치고 있다.

4. 橫方向 移送, 縱方向 移送, 研削깊이를 同時에 考慮해 볼때 本 實驗에 適用된 研削條件 範圍 內에서 縱方向 移送, 研削깊이, 橫方向 移送의 順으로 表面 거칠기에 影響을 미침을 알 수 있다. 또한 乾式이 濕式보다 더 精密한 表面을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

References

1. 稻崎一郎, 米津 榮, といし作業面のうねりに關する研究, 日本機械學會論文集, 34券 257號, 1967, pp. 183~190.
2. Motoyoshi Hasegawa, Statical Analysis for the Generating Mechanism of Grinding Surface Roughness, Wear, Vol. 29, 1974, pp. 31~39.
3. Pande, S. J., Lal, G. K., Effect of Dressing on Grinding Wheel Performance, Machine Tool Design and Research, Vol. 19, 1979, pp. 171~179.
4. 中山 一雄, Shaw, M. C., 研削仕上面のあらさ, 日本機械學會論文集, 37券 293號, 1970, pp. 178~186.
5. 本多 良辰, 杉田 忠彰, 松井 正己, 研削仕上面粗さの週期性に及ぼすトレツク條件の影響, 精密機械, 50券 2號, 1984, pp. 31~36.
6. Brock, M., Technical Review, New York, 1983, pp. 3~6.
7. 臼井 英治, 切削・研削加工學(下), 公立出版, 東京, 1986, p. 18, p. 136.
8. 金星研磨工業, Grinding Wheel, 1991, pp. 6~8.