

強度評価に用いる腐食試験体の製作

工作部門 機械加工技術班

石飛 義明

1. はじめに

現在、一般の構造物の強度を支える部分として鉄鋼が多く用いられる。鉄鋼は強度が高く安価な反面、周辺環境や経年変化により、金属腐食が発生する。腐食が進行した場合、構造物の強度が低下するので腐食した部分に補強をして強度を維持する必要がある。

効果的な補強を調べるためには様々な条件で強度評価試験を行う必要があるが、同一な腐食試験体を実際の自然腐食により再現することは困難である。そこで、同一の試験体を得るために切削加工によって腐食表面を再現し、腐食試験体として使用する方法が要望された。

工学研究科土木構造工学研究室より製作依頼を受けて平成 19 年から年度ごとに条件を変えて製作している。

本稿では、年度ごとに変化する加工法と問題点、解決のための対策について報告する。

2. 基本的な仕様

(1) 使用工作機械

牧野フライス製作所製 NC フライス盤 AE-74 型。

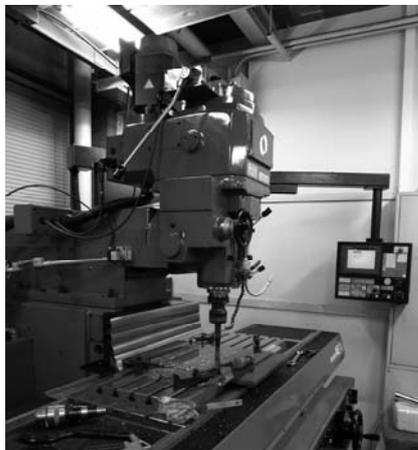


図 1. 平成 19 年度導入 NC フライス盤

(2) 穴の形状

半径 20mm の球状の窪みを彫る。

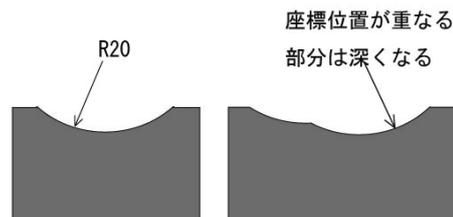


図 2. 穴の形状

(3) 穴の位置, 深さ

研究室で製作した乱数発生プログラムを使用。

3. 「試験体 2008 年」

(1) 試験体の製作条件

- 1000mm×100mm, 厚さ 10mm の鋼板
- 穴数: 片面 50 個 両面加工
- 製作枚数: 4 枚

(2) 加工方法

- NC フライス盤の任意位置決め機能を使用 (位置記憶個数最大 100 個)
- Z 軸方向は手動により加工
- 工具は R20 ボールエンドミルを使用

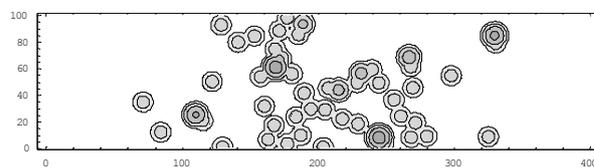


図 3. 試験体仮想図

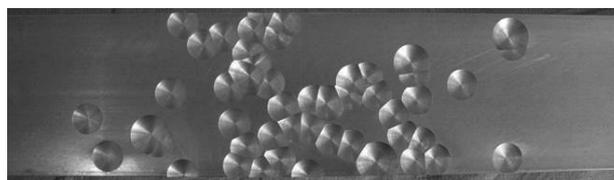


図 4. 試験体 2008 年

(3) 問題点

実際の作業においては Z 軸方向の切り込みを手作業で行うために加工時間が長くなり、ミスの可能性もあった。

また、加工した試験体は穴数が少ないために、予想したよりも腐食表面の再現性は低く、再現性の向上が求められた。そして、穴数が増えると工作機械内蔵の任意位置決め機能では対応できない等の問題が明らかになった。

4. 「試験体 2009 年」

前年度の試験体の問題をふまえ、試験体の再現性を高めるために穴数を増やすことが要望され、片面 50 個から 200 個へ穴数を増やすことになった。

前年度の加工方法を変更してプログラムによる自動加工を行った。

(1) 試験体の製作条件

- ・ 1000mm×100mm、厚さ 10mm の鋼板
- ・ 穴数：片面 200 個 両面加工
- ・ 製作枚数：4 枚

(2) 加工方法

- ・ CAD/CAM システムにより穴あけプログラムを作成し、自動加工を行った
(CAD/CAM システムとはコンピュータ上で設計・製図を行い、加工条件等を指定してコンピュータから工作機械へプログラムを転送し、自動的に切削加工するシステム。ゼネテック社製 Matstercam を使用)
- ・ Z 軸の切り込みもプログラムによって指定

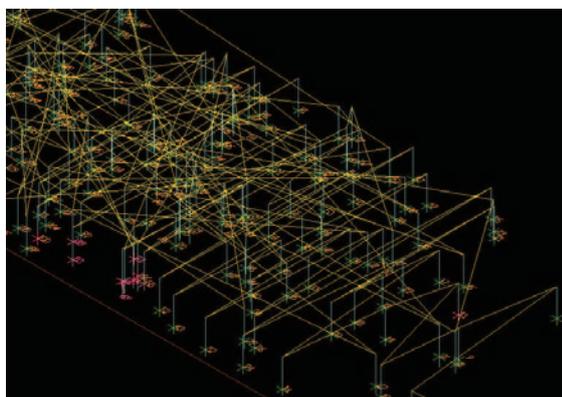


図 5. 穴あけプログラム座標指定(一部)

- ・ 工具は R20 ボールエンドミルを使用



図 6. 試験体 2009 年(表)



図 7. 試験体 2009 年(裏)

前年度に比べ、試験体腐食面の再現性が向上し、依頼者の意向に添うことができた。

(3) 問題点

ボールエンドミルによる加工の際、エンドミル中心軸の振れが発生した。原因は刃先の中心の回転数はゼロであり、切削できないため軸振れを起こしたと考えられる。軸の振れは加工精度が低下する原因となり、工作機械への精度的悪影響も考えられるため、振れを押さえる対策が必要となった。

対策として小径の下穴加工を行い軸振れの対策としたが完全には除去できなかった。

また、穴数の増大とともにボールエンドミルの刃先の摩耗が問題となり、再研削も含めコスト的に高価となった。

5. 「試験体 2010 年」

中心軸の振れによる問題点を解決するために加工方法を検討し、CAD/CAM システムでソリッドモデルを作成し、小径のボールエンドミルで切削加工を行う方法を採用した。

(1) 試験体の製作条件

- ・ 1000mm×100mm、厚さ 10mm の鋼板
- ・ 穴の数
 - 局所的表面：片側 100 個 両面加工
 - 一様の表面：片側 250 個 両面加工
- ・ 製作枚数：4 枚

(2) 加工方法

- ・ ソリッドモデルを作成して切削加工
(ソリッドモデルとは、粘土細工を製作するような感覚で立体的に形状を製作する方法)
- ・ 工具は R10 ボールエンドミルを使用



図 8. 右が R20 エンドミル, 左が R10 エンドミル, 左端が交換チップ

ボールエンドミルは小径にし、刃先を交換チップ型にした。そのため再研削が不要となり、大径のエンドミルを購入するよりも大幅にコストを下げることができた。

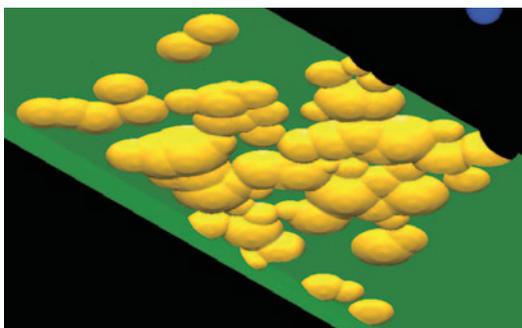


図 9. ソリッドモデルにより作成したモデル

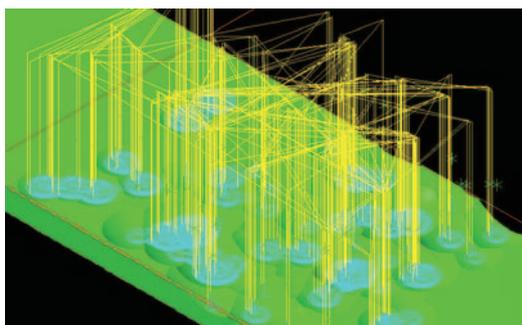


図 10. ソリッドモデル加工の軌跡

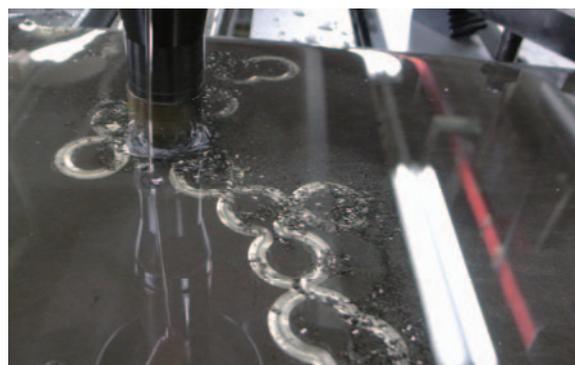


図 11. 加工の様子



図 12. 試験体 2010 年(局所的表面)



図 13. 試験体 2010 年(一様の表面)

6. 「試験体 2011 年」

2011 年では新たに塗装の試験を行うことになり、試験体の外形も変更になった。そして腐食面の再現性をより向上する目的で穴数も増やして加工することになった。

(1) 試験体の製作条件

- ・ 500mm×350mm, 厚さ 16mm の鋼板
- ・ 穴の数
浅穴表面: 片側 400 個 両面加工
深穴表面: 片側 400 個 両面加工
- ・ 製作枚数: 15 枚

(2) 加工方法

- ・ ソリッドモデルを作成して切削加工
- ・ 工具は R10 ボールエンドミルを使用



図 14. 試験体 2011 年(深穴表面)

(3) 2010 年・2011 年の問題点

ソリッドモデルは加工に時間がかかる。複雑な形状を切削するために切削の工程が長くなり加工が長時間になる。

また、複雑なソリッドモデルの作成はコンピュータに大きく負荷がかかり、現在のシステムでは全部の穴

について一括して処理ができないことが判明した。対策としてプログラムを 4 つに分割して加工を行ったがプログラムを分けたことにより加工効率が低下して更に時間がかかる結果になった。

研究室ではより小径で穴の数を増やし、自然な腐食面に近づける試験体を目指している。現在のシステムでは処理能力に限界があるために、システムの増強か加工方法の変更をしなければ対処が困難になると考えられる。

7. おわりに

腐食試験体の製作は NC フライス盤の導入の時期と重り、新たな機能・加工方法の習得に大変役に立った。

今後も試験体の製作は継続する予定である。研究室の要望である自然な腐食表面の再現に向けて加工方法を考えたい。