

磁歪式応力測定法の実構造物への適用化研究

その1（プローブ、素材）

中電技術コンサルタント(株) 正会員 池田 誠 中電技術コンサルタント(株) 正会員 黒瀬義幸
中電技術コンサルタント(株) 正会員 松岡 敬 岡山大学 理学部 安福精一

ひずみゲージ法による応力測定法が一般的であるが、維持管理面で耐荷力を確認するためには、初期応力を含めた現在の全応力を、簡易に測定することが求められている。この目的の1つに磁気異方性を検出して応力を測定する磁歪式応力測定法があり、この実用化に向けて研究を行ってきた^{*}。これまでに材質、板厚、表面処理の違いにより応力感度特性に相違があることは、基礎実験により確認を行ってきたが、今後、既設構造物などに磁歪法を適用するにあたって、利用されている鋼材そのもののキャリブレーションカーブ（出力電圧と応力の関係）を非破壊で確認することは困難であると思われる。そこで材質、板厚、表面処理等の違いに影響を受け難いプローブ開発が必要とされる。そこで従来の1KHzのものと14Hzの2種類による相違を確認した。また素材そのものの、納入時にどの程度の応力場にあるか。またメーカーにより、製造方法によりどの程度異なるものかを製造過程が明確な材料を取り揃え確認したので報告する。その2では、1KHzのプローブを用いて材質、板厚、表面処理、製造方法、メーカ等の組み合わせで特性を確認した。

1. プローブ

プローブの形状は図-1に示すように励磁極と検出極により構成されている。

実験に用いたプローブは、従来使用していた1KHzのものと、新たに岡山大学で開発された14Hzの2種類について、材質（SM400A, SM490A）、表面処理の違い（ショットブラスト、黒皮材）について確認を行った。

1KHzのものは、表面から0.3mmまでの状況を検出するので、図-2に見るように同一材質でも表面の状況により同一出力電圧における応力は黒皮材③⑥よりショットブラスト材⑦は応力感度（電圧V/100MPa）が低い。

黒皮材で材質（SM400A 9mm）③⑦と（SM490A 9mm）ではSM400Aの方が応力感度は低い。

黒皮付きで同一材質（SM400A 9mm）のA、D 2メーカーの出力感度はほぼ同一となった。

一方、14Hzのものは図-3に示すように、1KHzのものに比較すると材質、表面処理による影響をさほど受けないことがわかる。これは測定深度が0.5mmと1KHzに比べて深く表面の影響を受け難いことによるものと考えている。

現場では、鋼材メーカ、材質、表面処理（当初はショットブラストが多いが、その後再塗装でのグラインダーによるケン作業やサトブラスト作業等により表面状況の変化が発生するものと考えられ、その影響の少ない14Hzのプローブの有効性が確認された。

試験条件

試験機：200tonf 万能試験機（島津製作所製）

応力ステップ：25MPaピッチで250MPaまで

リフト：0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.6, 1.0, 1.5, 2.0

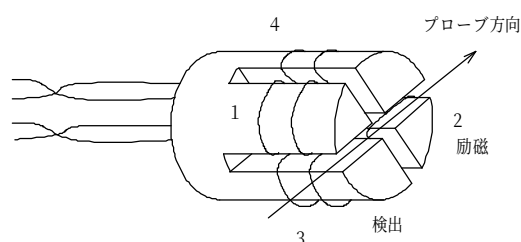
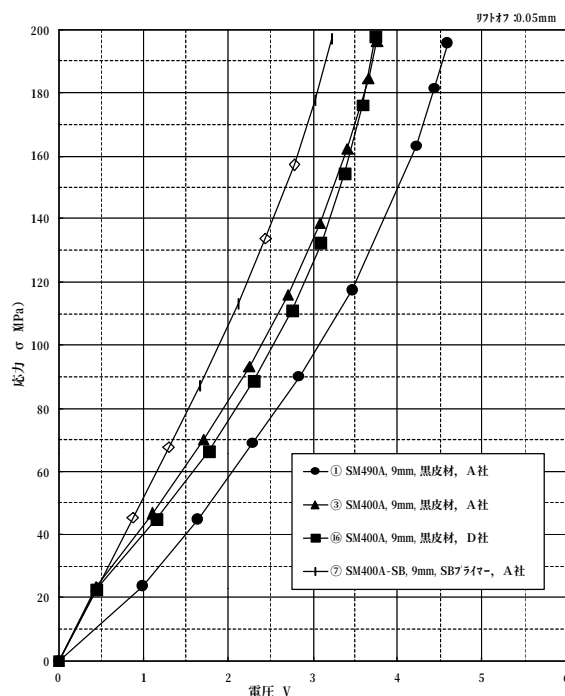


図-1 磁気プローブの一例

図-2 磁歪式応力測定器の周波数特性（1KHz）の確認



キーワード：磁歪式応力測定法、応力測定、非破壊、残留応力、鋼構造物

連絡先：中電技術コンサルタント(株) 〒734-8510 広島市南区出汐2-3-30 TEL 082-256-3355

2. 素材での応力

磁歪式応力測定法を用いて、供試材受入れ状態での応力状態を計測した。

供試材の種類及び形状寸法を表－1に示す。

表1 試験体一覧表

メーカー	種類	材質	板厚	表面状態	備考
A 社	①	SM490A	9	黒皮材	
	②	SM490A	32	黒皮材	
	③	SM400A	9	黒皮材	
	④	SN490B	32	黒皮材	建築構造用圧延鋼材
	⑤	K32ACLC	28	* SB7プライマー	制御圧延鋼材
	⑥	SM490YA	9	* SB7プライマー	
	⑦	SM400A	9	* SB7プライマー	
	⑧	SM400A	30	* SB7プライマー	
	⑨	SM490YB	31	* SB7プライマー	
B 社	⑩	SM400	9	黒皮材	
	⑪	SM400	32	黒皮材	
	⑫	SM490	9	黒皮材	
	⑬	SM490	32	黒皮材	
C 社	⑭	SM400A	9	黒皮材	電炉材
	⑮	SM490A	9	黒皮材	電炉材
D 社	⑯	SM400A	9	黒皮材	
	⑰	SM490A	32	黒皮材	

*SB：ショットブラスト

鋼材メーカー：4社（A，B，C，D）

材料種類：6種

(SM490A, SM400A, SN490B, K32ACLC, SM490YA, SM490YB)

表面処理状況：2種（黒皮材、ショットブラスト&プライマー処理材）

測定方向：圧延方向、圧延直角方向

供試材の切り出し：ガス切断

プローブ種類：1kHz

応力測定結果の特徴的3例を図－4，5，6に示す。

応力状態は、周辺のガス切断近辺はかなり高い部分も見られるが、ほぼ0から100 MPaの範囲にある。図－4

B社の供試体は、全般的に応力レベルが高く⑫は降伏点を超える応力が発生しているものもあった。図－5

最も応力レベルの小さいものは、制御圧延材のK32ACLC鋼でほぼ0に近い応力状態にある。図－6

3. まとめ

- 1) 応力測定の目的により、プローブを選択する必要があるが、現地で材料、表面処理状況の不明な測定には、14Hzのプローブが有効である。
- 2) 素材にも、残留応力が存在し、鋼材メーカー、製造法によりその大きさが異なる。

参考資料

※1「磁歪法による応力測定の実用化のための基礎研究」

第49回平成9年度土木学会中国支部研究発表会

池田誠，松岡敬，岩上明，安福精一

※2「磁氣的応力測定に与えるショットブラストの影響」

(社)日本非破壊検査協会 平成9年度秋季大会 安福精一，

松永圭樹，殷春浩，田中英次，田辺博起，池田誠，松岡敬

※3「磁歪式応力測定法の鋼橋への適用に関する研究」

(第1報 製作据付各段階における応力変化の測定)

土木学会第54回年次学術講演会講演概要集

村井亮介，池田誠，勝野壽男，田島啓司，安福精一

※4「磁歪式応力測定法の鋼橋への適用に関する研究」

(第2報 測定値と設計計算値の対応)

土木学会第54回年次学術講演会講演概要集

田島啓司，池田誠，勝野壽男，村井亮介，安福精一

※5「磁歪式応力測定法の実構造物への適用化研究」(下フランジを想定した平板での計測)

土木学会第54回年次学術講演会講演概要集 織田卓哉，池田誠，松岡敬，岩上明，安福精一

※6「磁歪式応力測定法の実構造物への適用化研究」(H型鋼での計測)

土木学会第54回年次学術講演会講演概要集 岩上明，池田誠，松岡敬，織田卓哉，安福精一

図-3 磁歪式応力測定器の周波数特性 (14Hz) の確認

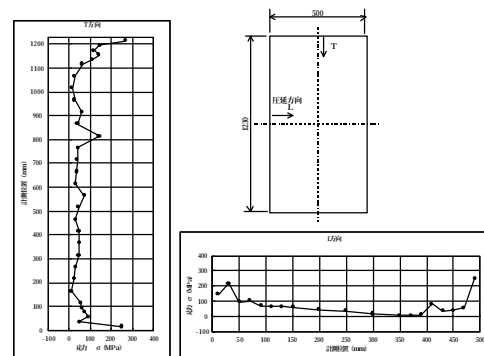
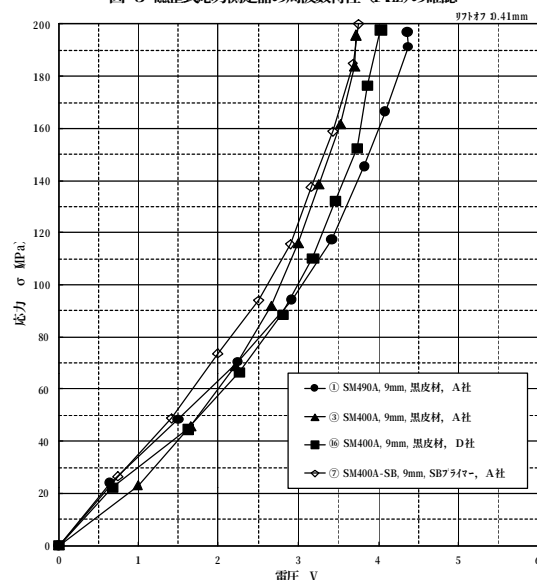


図-4 磁歪計測結果 (No.3)

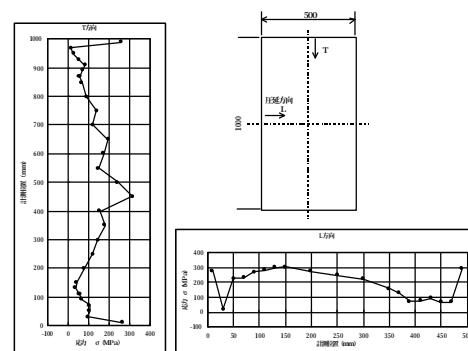


図-5 磁歪計測結果 (No.12)

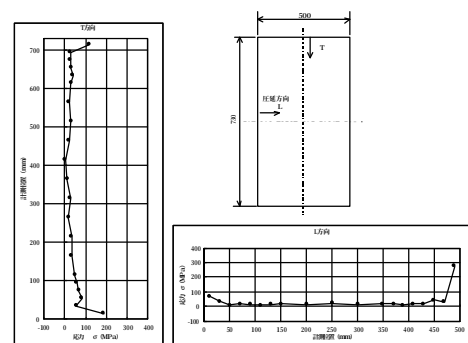


図-6 磁歪計測結果 (No.5)