

東京電力(株) 清住 保人 ○清水建設(株) 正員 杉野 文明
清水建設(株) 正員 阿部 久雄 清水建設(株) 正員 前田 敏也

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の耐荷性・耐久性を評価する際、コンクリート内部の鉄筋の位置、本数を明らかにしておくことが重要である。コンクリート中の鉄筋位置は施工上のばらつきにより必ずしも設計図面通りの位置に存在しているとは限らず、また、竣工後数十年を経て設計図面等が存在しない構造物については、鉄筋位置、本数が全くわからないのが現状である。このようなことから、近年、非破壊試験によるコンクリート構造物内部の鉄筋探査手法が提案・実用化されている。しかし、測定精度、適用範囲については、試験方法により異なり、測定結果に対する評価が困難であるのが実状である。

本研究は、このような現状をふまえ、現在実用化されている各種非破壊試験法によるコンクリート内部の鉄筋探査法に関して、実構造物を対象にして比較検討したものである。

2. 試験概要

試験対象構造物は、重油及び軽油タンクの防油堤であり、調査時材令はそれぞれ15年及び37年である。非破壊試験による鉄筋探査は、電磁誘導法、レーダー法及び超音波法により同一箇所で行った。測定項目は、鉄筋位置探査及びかぶり厚である。ただし、超音波法については、レーダー法により鉄筋位置を探査した後、かぶり厚のみを測定した。非破壊試験後、かぶりを鉄筋が露出する位置まではり、鉄筋位置及びかぶり厚を調査した。

3. 試験結果および考察

コンクリートを取り除いて鉄筋位置等を調査した結果、鉄筋のピッチは縦筋が200～340mm、横筋が120～230mm、また、鉄筋径は縦筋がD13、横筋がD10であった。一方、かぶり厚は縦筋で30～76mm、横筋で47～96mmであった。

非破壊試験法別の測定誤差を表-1に、測定誤差に関する有意性検定(有意水準5%)結果を表-2にそれぞれ示す。鉄筋位置についてみると、測定誤差は0～60mmの範囲で、平均値は14mm程度となっている。また、有意性検定から鉄筋位置の推定に関しては電磁誘導法、レーダー法の推定精度に有意な差はないと考えられる。一方、かぶり厚については実測値に対する推定値の比が0.65～1.19の範囲で、平均値は0.88～0.96となっている。また、有意性検定からは、電磁誘導法とレーダー法との間には有意な差がみられず、超音波法に関してのみ他の2法との間に有意な差がみられることから、超音波法の測定精度が電磁誘導法及びレーダー法に比べて高いことがわかる。

次に、鉄筋径及びかぶり厚の測定誤差への影響について図-1, 2にそれぞれ示す。ここで、かぶり厚の測定誤差が正の場合は非破壊試験による推定値が実際のかぶり厚よりも小さかったことを示し、負の場合は実際よりも大きかったことを示す。これらの図から、鉄筋位置の推定誤差については鉄筋径及びかぶり厚によって誤差の分布状況に変化がないことから、これらの影響をほとんど受けないものと考えられる。これに対し、かぶり厚の測定誤差については、超音波法を除き、鉄筋径及びかぶり厚との関係がそれぞれ以下に示す式で近似できる。

- ・電磁誘導法: $\text{Err} = -1.36d + 24.23$ ($r = 0.72$) (1), $\text{Err} = 0.20c - 4.56$ ($r = 0.58$) (2)
- ・レーダー法: $\text{Err} = -0.91d + 18.17$ ($r = 0.58$) (3), $\text{Err} = 0.13c - 0.90$ ($r = 0.44$) (4)

ここに、Err: かぶり厚の測定誤差(mm), d: 鉄筋径(mm), c: かぶり厚(mm)

表-1 測定誤差一覧

	電磁誘導法	レーダー法	超音波法
鉄筋位置	平均 14.2	14.0	—
	標準偏差 14.8	12.3	—
	変動係数 1.04	0.88	—
	MAX MIN 60.0	50.0	—
かぶり厚	平均 0.88	0.89	0.96
	標準偏差 0.08	0.06	0.11
	変動係数 0.09	0.07	0.11
	MAX MIN 1.07 0.65	1.03 0.78	1.19 0.75

備考) 鉄筋位置の単位: mm, かぶり厚は(推定値/実測値)

表-2 検定結果

	電磁誘導法	レーダー法	超音波法
鉄筋位置	電磁誘導法	×	—
	レーダー法	×	—
	超音波法	—	—
かぶり厚	電磁誘導法	×	○
	レーダー法	×	○
	超音波法	○	○

備考) ○: 有意な差有り, ×: 有意な差無し

これらの結果から、超音波法については測定誤差と鉄筋径及びかぶり厚との間にあまり相関が認められず、測定誤差に対する鉄筋径及びかぶり厚の影響が小さいことがわかる。これに対し、電磁誘導法及びレーダー法については測定誤差と鉄筋径及びかぶり厚との間に相関が認められ、鉄筋径が小さく、また、かぶり厚が大きいほど測定誤差が大きくなる傾向にあるものと考えられる。この傾向は、電磁誘導法の場合にやや強く現れている。

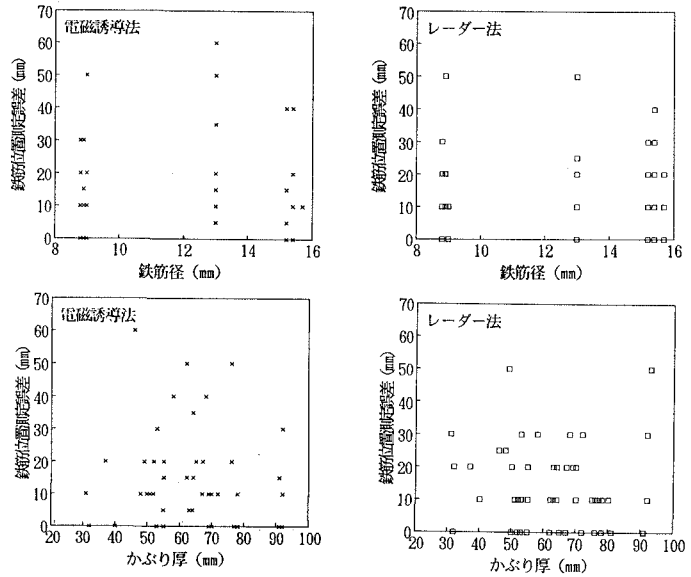


図-1 鉄筋位置測定誤差への影響

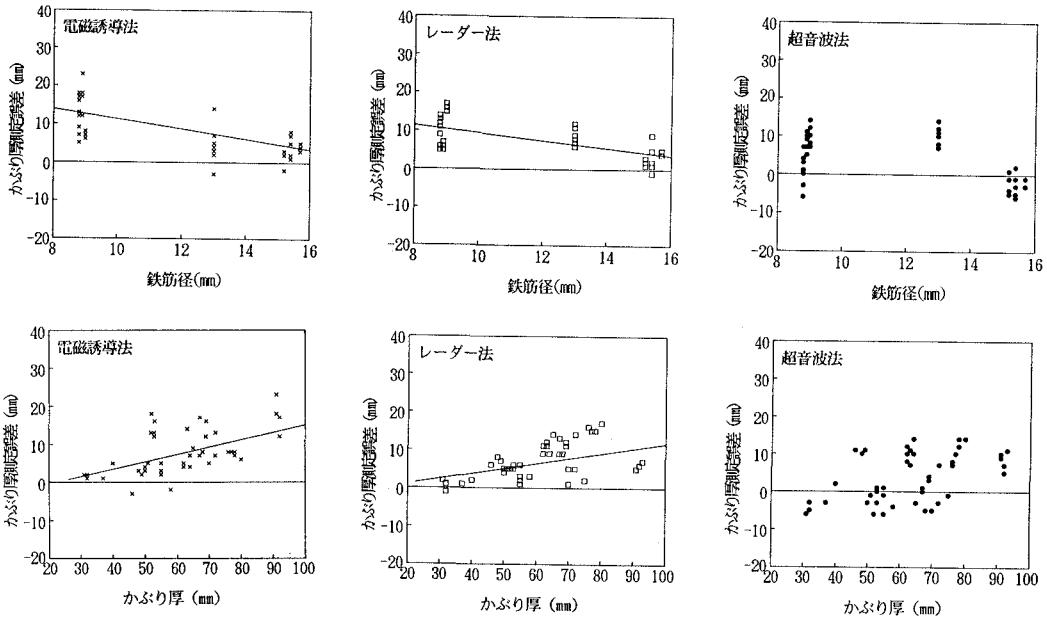


図-2 かぶり厚測定誤差への影響

4. まとめ

本研究により得られた主な知見を以下にまとめる；①鉄筋位置の推定精度に関しては電磁誘導法，レーダー法との間に有意な差はみられない。②かぶり厚の推定精度に関しては電磁誘導法，レーダー法との間に有意な差はみられない。しかし，超音波法によるかぶり厚の推定精度は，電磁誘導法及びレーダー法に比べて高い。③超音波法については測定誤差に対する鉄筋径及びかぶり厚の影響が小さいが，電磁誘導法及びレーダー法については鉄筋径が小さく，また，かぶり厚が大きいほど測定誤差が大きくなる傾向がみられ，電磁誘導法の場合にこの傾向がやや強く現れる。