

コンクリート実構造物への非破壊検査の適用

前田敏也¹・堤 知明²・阿部久雄³・小野 定⁴

¹正会員 工修 清水建設㈱土木本部技術第1部 (〒105-07 東京都港区芝浦1-2-3 シーバンス S 館)

²正会員 工修 東京電力㈱技術研究所主任研究員 (〒182 東京都調布市西つじヶ丘2-4-1)

³正会員 清水建設㈱土木本部技術第1部課長 (〒105-07 東京都港区芝浦1-2-3 シーバンス S 館)

⁴正会員 工博 清水建設㈱土木本部技術第1部副部長 (〒105-07 東京都港区芝浦1-2-3 シーバンス S 館)

コンクリート構造物の耐久性、耐荷性を評価する際、その構成材料であるコンクリートの圧縮強度や鉄筋の位置、本数、かぶり厚を調査することが重要である。近年、これらの調査手段として、各種の非破壊試験法が広く用いられている。非破壊試験法は構造物を破壊することなく多くのデータを得ることができるという利点がある反面、測定精度、適用範囲等にいくつかの問題を残している。本研究は、現在実用化されている各種非破壊試験法のうち、反発硬度法および超音波法との複合法によるコンクリートの圧縮強度の調査、電磁誘導法、レーダー法、超音波法による鉄筋探査、超音波法によるひび割れ深さの調査および自然電位法による鉄筋の腐食状態の調査について、実構造物に対する調査結果から、その適用性について検討をしたものである。

Key Words : non-destructive testing, concrete structures, evaluation

1. はじめに

21世紀は建設の時代から維持管理の時代といわれているように、近年、コンクリート構造物の維持管理問題が重要になってきている。一方で、中性化、塩害、アルカリ骨材反応等による早期劣化の問題が着目されて以来、各種劣化現象の解明とともに、これらの劣化を受けたコンクリート構造物に対する診断技術の確立が大きな課題になっている。

コンクリート構造物に対する診断技術としては、現在までに多くの試験法、試験機器が考案、実用化されている。これらの試験法は大きく分類して、コア採取による圧縮試験等のように構造物の一部を破壊することにより行う試験法と、反発硬度法等のように構造物を破壊することなく構造物の状態を把握しようとする非破壊試験法とに分けることができる。前者に関しては、構造物の状態を直接的に把握できるという点から、その試験結果についてはほぼ信頼できるものと考えられる。これに対し、非破壊試験は、試験により得られる情報から構造物の状態を間接的に推定するという点において、試験精度、適用範囲等にいくつかの問題を残している。しかし、構造物を傷つけることなく多くのデータが得られる、時間、手間がかからない等の理由から今後その需要は益々多くなるものと考えられる。

本研究は、現在実用化されている各種非破壊試験法のうち、反発硬度法、電磁誘導法、レーダー法、超音波法および自然電位法のコンクリート実構造物への適用性に

ついて、供用後数十年を経た実構造物における調査結果を基に検討したものである。

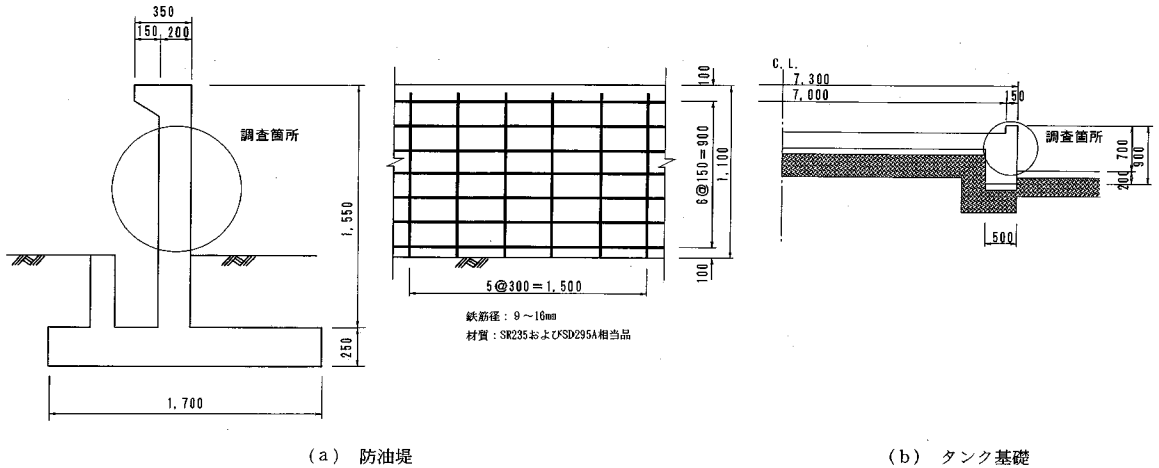
2. 調査の概要

(1) 対象構造物

調査対象構造物は、タンク基礎および防油堤であり、調査時のコンクリート材齢は15~37年である。ただし、タンク基礎に対しては後述する各種調査項目のうち、ひび割れ深さの調査のみ行った。また、目視による限りでは、目立った損傷や補修跡はなく、建設当初からほぼ健全な状態で供用されてきたものと考えられた。構造物概要および調査部位を図-1に、コンクリートの示方配合を表-1にそれぞれ示す。

(2) 調査概要

調査はまず、対象構造物に対して各種非破壊試験を行い、コンクリートの圧縮強度、コンクリート中の鉄筋位置、かぶり厚、ひび割れ深さおよび鉄筋の腐食状況を推定した後、試験結果を検証する目的でコア採取およびかぶりのはつりを行い、非破壊試験結果の確認を行った。ここで、ひび割れ深さの検証は、ひび割れに赤色に着色した低粘度のエポキシ樹脂を注入し、コア側面での樹脂の注入状況を目視により確認することにより行った。調査項目、試験方法および使用機器の一覧を表-2に示す。ただし、反発硬度法および複合法については機種の異なる3種類の普通コンクリート用テストハンマー(I



図一 対象構造物の概要

表一 コンクリートの示方配合

使用セメント	Gmax (mm)	スランプ ^o (cm)	空気量 (%)	水セメント 比 W/C (%)	細骨材 率 s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
						水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和 剤
普通ポルトランド	40	15	4	53	32.0	157	300	599	1,272	1.50

表一 (a) 調査項目および試験方法

調査項目	非破壊試験 ¹⁾		検証試験
	試験法	使用機器	
コンクリート圧縮強度	反発硬度法	テストハンマー	コア採取後一軸圧縮試験
	複合法	テストハンマー、超音波測定器	
鉄筋位置	電磁誘導法	鉄筋探査器(振幅方式)	かぶりはつり後測定
	レーダー法	電磁波式コンクリート内部探査器	
かぶり厚	電磁誘導法	鉄筋探査器(振幅方式)	かぶりはつり後測定
	レーダー法	電磁波式コンクリート内部探査器	
	超音波法	超音波測定器	
ひび割れ深さ	超音波法	超音波測定器	コア採取後深さ測定
鉄筋の腐食状況	自然電位法	鉄筋腐食探査装置	かぶりはつり後目視調査

表一 (b) テストハンマーの測定パターン

CASE	テストハンマーの機種	測定者
1	I-1	A
2	I-1	B
3	I-2	C
4	II	D
5	III	E

備考) CASE1, 2は同一のテストハンマーを使用
 ・I-1, 2は同じ種類のテストハンマーであるが製造番号が異なる

～III；シュミットハンマーN型相当品)を使用し、5人の測定者により試験を行った。

3. 調査結果および考察

(1) コンクリートの圧縮強度

コンクリートの圧縮強度について非破壊試験と検証試験結果の比較を図一2, 3に示す。ここで、非破壊試験による強度推定は、反発硬度法および超音波法との複合法により行い、それぞれ以下に示す日本材料学会式²⁾(1)および日本建築学会のマニュアル³⁾に示されている複合法による推定式(2)を用いた。ただし、日本材料学

会式中の材齢による補正係数は、日本建築学会のマニュアルを参考に調査時材齢より0.63とした⁴⁾。

$$f_c = (13R - 184)a_n \times 0.098 \quad (1)$$

$$f_c = (8.2R + 269V_p - 1094) \times 0.098 \quad (2)$$

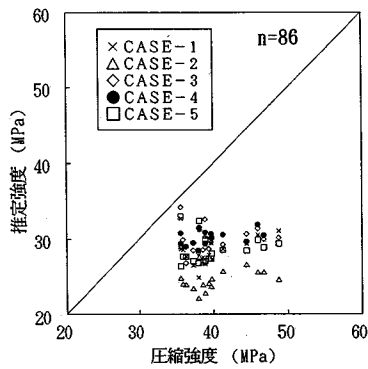
ここで、 f_c ：推定強度 (Mpa)

R ：測定反発度 (=基準反発度；以下、反発度と略)

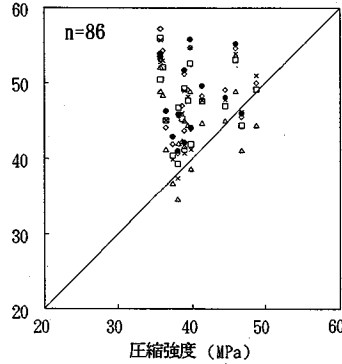
a_n ：材齢による補正係数

V_p ：弾性波速度 (km/s)

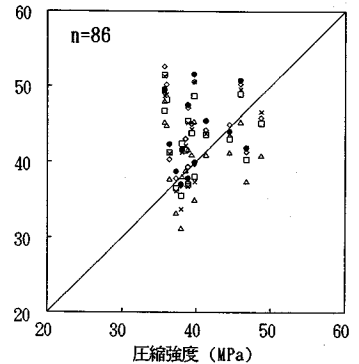
これより、反発硬度法による推定値は圧縮試験値に比べて推定誤差 (=推定強度 - 圧縮強度) は0～-25 MPa、推定精度 (=推定強度/圧縮強度) は0.5～1.0倍 (平均



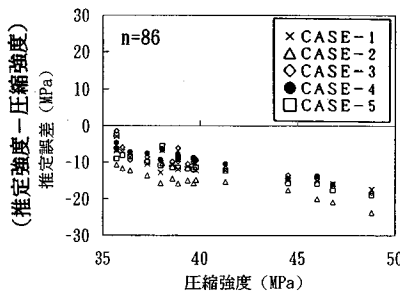
(a) 推定強度と圧縮強度



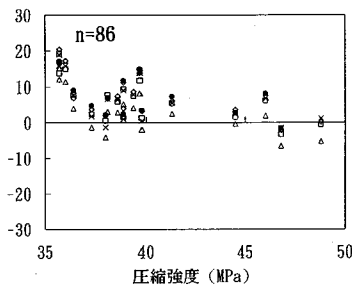
(a) 推定強度と圧縮強度



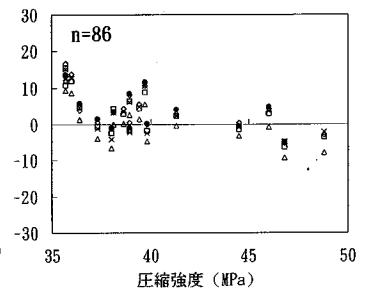
(a) 推定強度と圧縮強度



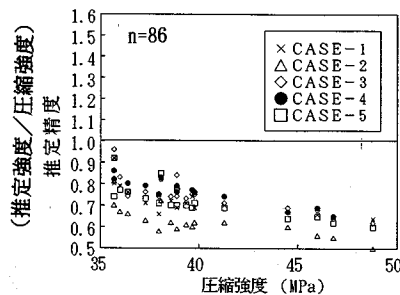
(b) 推定誤差



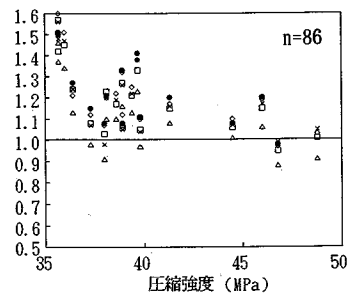
(b) 推定誤差



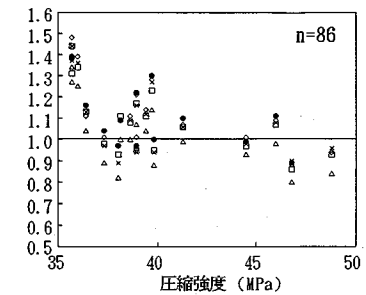
(b) 推定誤差



(c) 推定精度



(c) 推定精度



(c) 推定精度

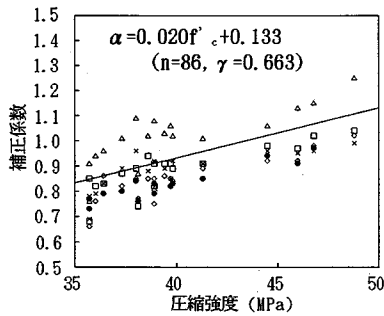
図一 2 反発硬度法

図一 3 複合法

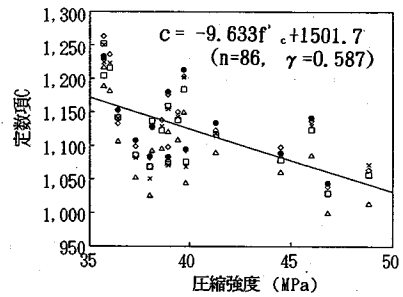
図一 4 複合法 (材齢補正)

値 0.69, 標準偏差 0.17) と全体的に小さいのに対し, 複合法による推定誤差は $-5 \sim 20$ MPa, 推定精度は $0.9 \sim 1.6$ 倍 (平均値 1.13, 標準偏差 0.30) と大きくなっている。複合法による推定値が大きい原因の一つとして, 推定式中の反発度に対して材齢補正を行っていないことが考えられる。そこで, 材齢による補正係数として谷川・山田・小阪式⁹⁾における値 ($k=0.9$) を用いた場合の結果を図一 4 に示す。これより, 推定誤差は $-10 \sim 15$ MPa, 推定精度は $0.8 \sim 1.5$ 倍 (平均値 1.09, 標準偏差 0.16) となり, 複合法においても反発度に対して材齢補正を行う方が推定精度が良くなると考えられる。また, いずれの推定結果についても圧縮強度が大きい程推定誤差 (=

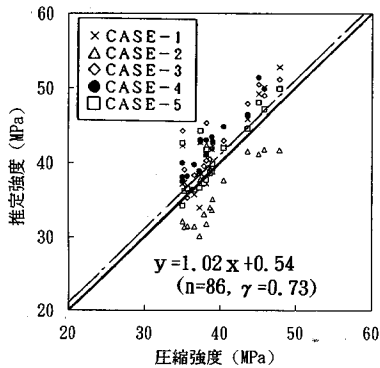
推定強度 - 圧縮強度) および推定精度 (= 推定強度 / 圧縮強度) が小さくなっており, 強度が相対的に低く推定されている。この理由の一つとして, テストハンマーの反発度に対する材齢補正が, 中性化の進行による表面硬度の増大を考慮したものであり⁹⁾, 実際には, 強度が大きい程表面が密実となるため中性化の進行が遅く, 表面硬度も予想される程大きくならないため, このような傾向が現れたと考えられる (中性化深さはいずれも 1.0 cm 以下であった)。したがって, このような傾向をなくすためには, 材齢による補正係数を一定値とせず, 強度に応じた値とする必要があると考えられる。図一 5 に補正係数と圧縮強度の関係を示す。これより補正係数は



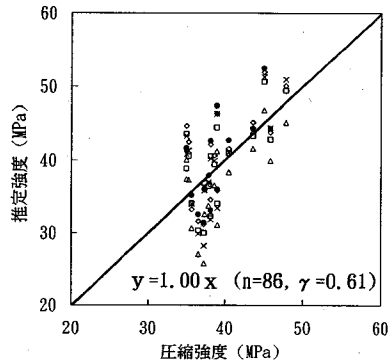
図一五 補正係数の変化



図一六 定数項の変化



図一七 補正後の推定強度 (反発硬度法)



図一八 補正後の推定強度 (複合法)

表一三 測定者の違いによる反発度への影響

測定者	A	B	C	D	E	F
μ	82.2	82.9	83.1	79.6	83.8	80.7
σ	0.63	1.45	1.20	1.96	0.63	1.34
A		×	×	○	○	○
B	×		×	○	×	○
C	×	×		○	×	○
D	○	○	○		○	×
E	○	×	×	○		○
F	○	○	○	×	○	

備考) : μ : 平均値、 σ : 標準偏差
○ : 有意な差有り、× : 有意な差無し

0.6~1.3 (平均値 0.89, 標準偏差 0.11) の範囲で分布しており、圧縮強度により以下の式で近似できる。

$$\alpha = 0.020f_c + 0.133 \quad (r=0.663) \quad (3)$$

ここで、 α : 補正係数

f_c : 圧縮強度 (MPa)

一方、複合法については、建築学会によれば、材齢が1年を超えるコンクリートの実験データが不足しているため、強度推定式の修正を定数項の値を変化させることにより行うとしている⁴⁾。図一六に定数項と圧縮強度の関係を示す。ただし、強度推定式中の反発度に対して材齢による補正 ($k=0.9$) を行った。これより、定数項は

1,000~1,270 (平均値 1,124.5, 標準偏差 61.1) の範囲で分布しており、圧縮強度により以下の式で近似できる。

$$C = -9.633f_c + 1501.7 \quad (r=0.587) \quad (4)$$

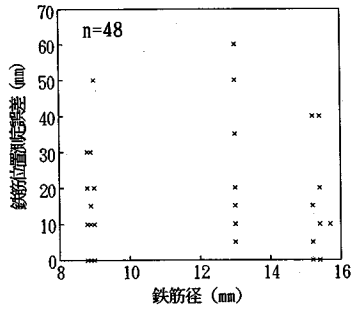
ここで、 C : 式(2)における定数項

f_c : 圧縮強度 (MPa)

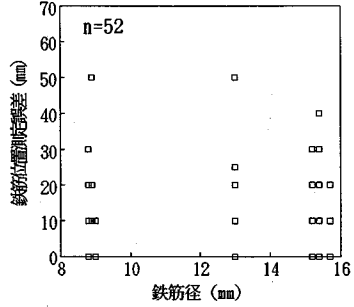
すなわち、圧縮強度が大きい程定数項が小さくなる傾向にあり、定数項を一定値とした場合、反発硬度法と同様、圧縮強度が大きいもの程強度が相対的に低く推定される可能性がある。

式(3)および式(4)を用いて圧縮強度による補正を行った場合の推定結果を図一七、八に示す。これより、推定結果は式(1)および式(2)による強度推定にみられたような圧縮強度による推定誤差の変化はなく、推定精度は向上していると考えられる。

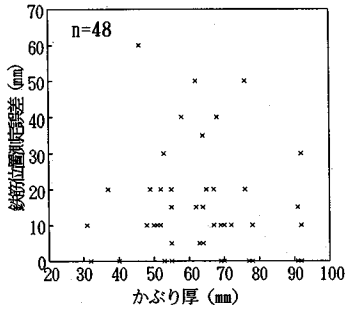
一方、測定者の違いによる反発度への影響について有意性検定 (有意水準 5%) を行った結果を表一三に示す。ここでは同一のテストアンビル ($R_0=80$) を同一のテストハンマーを用いて数人の測定者が試験を行った。これらの結果から、使用するテストハンマーの種類により反発度が異なることについては既に指摘されているが⁸⁾、同一のテストハンマーを用いた場合でも測定者によって反発度にばらつきが生じるものと考えられる。すなわち、



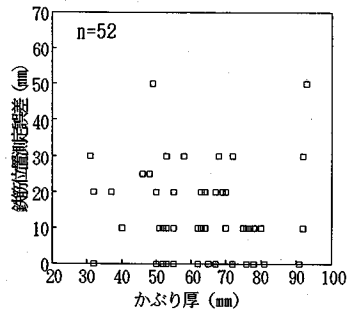
(a) 電磁誘導法 (鉄筋径との関係)



(c) レーダー法 (鉄筋径との関係)

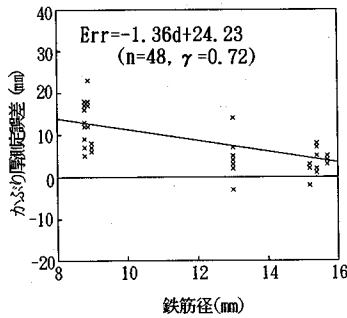


(b) 電磁誘導法 (かぶり厚との関係)

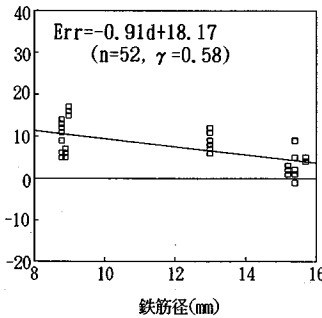


(d) レーダー法 (かぶり厚との関係)

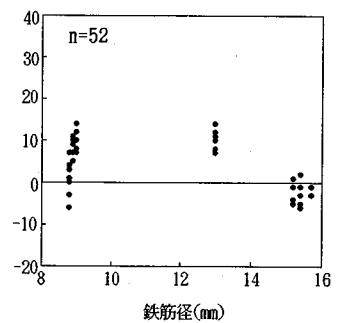
図-10 鉄筋位置推定誤差への影響



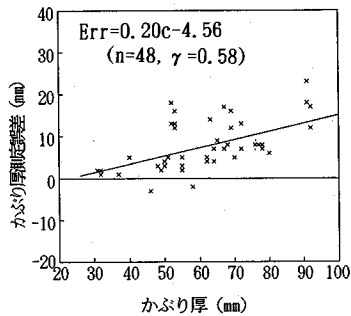
(a) 電磁誘導法 (鉄筋径との関係)



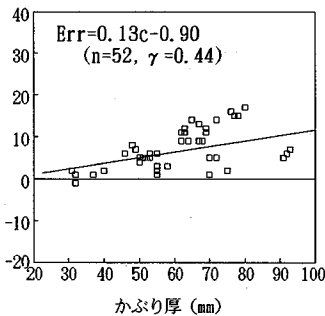
(c) レーダー法 (鉄筋径との関係)



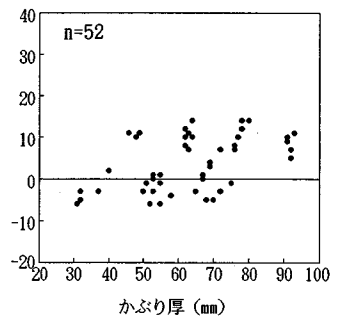
(e) 超音波法 (鉄筋径との関係)



(b) 電磁誘導法 (かぶり厚との関係)



(d) レーダー法 (かぶり厚との関係)



(f) 超音波法 (かぶり厚との関係)

図-11 かぶり厚推定誤差への影響

表-4 推定誤差一覧

試験法		電磁誘導法	レーダー法	超音波法
区分		(測点数48)	(測点数52)	(測点数52)
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)

鉄筋位置測定誤差

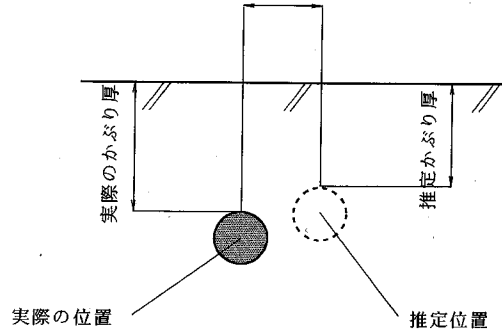


図-9 鉄筋の推定誤差

表-5 検定結果

試験法		電磁誘導法	レーダー法	超音波法
区分				
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

使用するテストハンマーごとに強度推定式を設定しても測定者により推定強度が異なることになる。さらに、実構造物の場合は、種々の条件の違いにより既存の強度推定式があてはまりにくく、圧縮強度と反発度および弾性波速度との関係式をいくつかのデータから推定することが必要となるが、実際の非破壊試験では限られた数のデータから関係式を得ることは困難である。したがって、反発硬度法、複合法いずれの方法を用いる場合でも、あらかじめ対象構造物の一部から必要最小限のコアを採取し、圧縮強度に応じた補正係数および定数項を算出し、これらを既存の強度推定式に適用する方が現実的であると考えられる。

(2) 鉄筋位置およびかぶり厚

鉄筋位置およびかぶり厚について試験法別の推定誤差を表-4に、推定誤差に対する有意性検定(有意水準5%)結果を表-5にそれぞれ示す。ここで、鉄筋位置の推定誤差とは、非破壊試験による鉄筋の推定位置と検証試験により確認した実際の鉄筋位置との平面的な距離であり、かぶり厚の推定誤差とは、推定鉄筋位置における非破壊試験によるかぶり厚の推定値と検証試験により確認された実際の鉄筋位置でのかぶり厚との比である(図-9参照)。検証試験の結果、鉄筋間隔は縦筋が200~340mm、横筋が120~230mm、また、鉄筋径は9~16mmであった。一方、かぶり厚は縦筋で30~76

mm、横筋で47~96mmであることが確認された。ここで、測定に用いた各非破壊試験機器の特性として、電磁誘導法の場合、鉄筋のかぶり厚に対して鉄筋間隔が密な場合には鉄筋位置の判定が不可能になることが指摘されているが⁷⁾、配筋状態は最大かぶり厚が96mm、最小間隔が120mmであることからこの影響は小さいと考えられる。また、レーダー法および超音波法については、コンクリートの含水率による誘電率の変化が推定精度に影響をおよぼす恐れがあるが、対象としたコンクリートの含水状態は特に厳しい乾燥・湿潤状態になかったことから、この点についても影響は小さいと考えられる。

これらの結果から、鉄筋位置についてみると、推定誤差は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、有意性検定から電磁誘導法とレーダー法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およびレーダー法に比べて高いことがわかる。

次に、鉄筋径およびかぶり厚の推定誤差への影響について図-10, 11にそれぞれ示す。ここで、かぶり厚の推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およ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、かぶり厚の推定誤差については、超音波法を除き、鉄筋径およ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。なお、近似式の相関係数に対して有意性検定(有意水準5%)を行った結果、有意な相関係数であることを確認した。

・電磁誘導法;

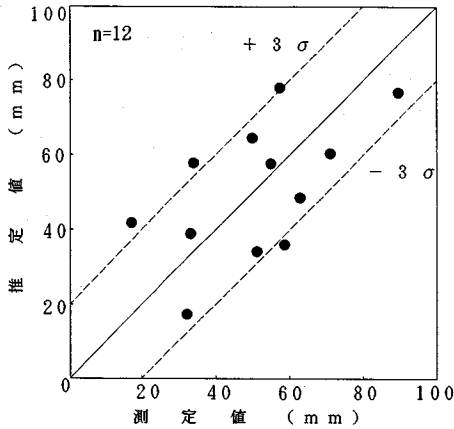


図-12 ひび割れ深さの推定結果

$$Err = -1.36d + 24.23 \quad (r=0.72) \quad (5)$$

$$Err = 0.20c - 4.56 \quad (r=0.58) \quad (6)$$

・レーダー法；

$$Err = -0.91d + 18.17 \quad (r=0.58) \quad (7)$$

$$Err = 0.13c - 0.90 \quad (r=0.44) \quad (8)$$

ここで、*Err*：かぶり厚の推定誤差 (mm)

d：鉄筋径 (mm)

c：かぶり厚 (mm)

これらの結果から、超音波法については推定誤差に対する鉄筋径およびかぶり厚の影響が小さいのに対し、電磁誘導法およびレーダー法については鉄筋径が小さく、かぶり厚が大きいく推定誤差が大きくなる傾向にあると考えられる。この傾向は、電磁誘導法の場合にやや強く現れている。

したがって、コンクリート中の鉄筋探査については、まず電磁誘導法もしくはレーダー法により鉄筋位置を推定し、その後超音波法によってかぶり厚を推定する方法が適していると考えられる。

(3) ひび割れ深さ

ひび割れ深さについて超音波法による推定値とコア採取による検証結果の比較を図-12に、ひび割れに対する低粘度エポキシ樹脂の注入状況を写真-1にそれぞれ示す。ここで、ひび割れ深さは、ひび割れをはさむように送受信探触子を配置し(探触子中心間距離は任意)、ひび割れの先端で回折する超音波を利用して測定し⁸⁾、以下の式によりひび割れ深さの推定を行った。また、表面のひび割れ幅は0.2~0.8 mm程度であった。

$$h = \sqrt{W^2 - (Y/2)^2} \quad (9)$$

ここで、*h*：ひび割れ深さ (mm)

W：伝播距離 (mm)

Y：接触子間距離 (mm)

これより、推定誤差は3~25 mm (平均値 15.3 mm,

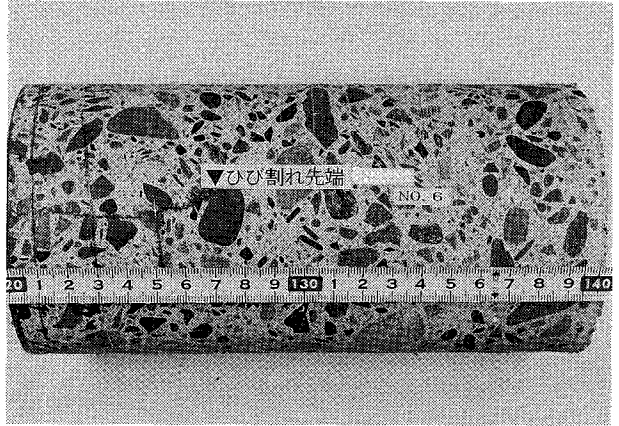


写真-1 樹脂の注入状況

表-6 測定電位と腐食確率 (%)

測定箇所	測定電位		最大単電位(mV)
	-200mV以下	-200~-350mV	
A	—	31.3	-350
B	25.3	21.7	-220
C	9.5	20.1	-220
D	4.8	23.5	-250
E	3.7	—	-170
平均	10.8	24.2	-260(E除く)

備考)・対象構造物は防油堤
 ・A:コンクリート材齢17年、B~E:コンクリート材齢15年
 ・照合電極は飽和塩化銀電極を使用し、電位は飽和硫酸銅電極基準に換算した。

標準偏差 6.58 mm)で、これはひび割れ深さに関わらず同程度(約20 mm)と推察される。このことから、推定誤差へのひび割れ深さの影響は小さいと考えられる。ひび割れ深さ測定の誤差要因としては、内部におけるひび割れの枝分かれやひび割れ先端のエフロレンス、水分、ゴミ等の存在が影響するとされている⁸⁾。コア採取による検証試験の結果、測定対象としたひび割れには、大きな枝分かれや、先端における目立った異物等の存在は認められなかった。しかし、実験室において人工的に発生させた曲げひび割れに対する測定誤差が12 mm程度であったという結果⁸⁾を考慮すれば、測定条件の異なる実構造物に対する誤差としては妥当な値ではないかと考えられる。

(4) 鉄筋腐食

鉄筋腐食について自然電位の測定結果と検証試験により確認された腐食確率との対応を表-6にまとめて示す。ただし、腐食確率は検証試験において確認された腐食部分の表面積を、調査した鉄筋の総表面積で除した値(以下、腐食面積率と称する)とした。ここで、各測定箇

所における最大卑電位はA点で -350 mV を示している以外は $-200\sim-250\text{ mV}$ であった。また、検証結果からも、JCI 指針⁹⁾による腐食程度はいずれも腐食度区分A(点錆程度の表面的な腐食)となっており、目立った腐食はみられなかった。これより、測定電位と腐食面積率との対応は、ASTM 規格¹⁰⁾に示されている -200 mV 未満の電位に対しては10.8%(規格による評価:90%以上の確率で腐食が生じていない)、 $-200\sim-350\text{ mV}$ の電位に対しては24.2%(規格による評価:不確定)となっている。これは、今回E点を除く測定箇所における最大卑電位の平均が -260 mV であり、規格値である -350 mV に比べて貴であったことを考慮すれば、ASTM 規格による推定がほぼ妥当であると考えられる。したがって、点錆程度の腐食に対しても測定された自然電位にASTM 規格を適用することにより、腐食の有無を腐食面積率として推定することが可能であると考えられる。

4. 結 論

本研究では、現在実用化されている各種非破壊試験法のコンクリート実構造物への適用性について、供用後数十年を経た実構造物における調査結果を基に検討を行った。本研究で得られた主な成果を列挙すると次のとおりである。

(1) 同一のテストハンマーを用いた場合でも測定者によって反発度にばらつきが生じる。

(2) 圧縮強度の推定に反発硬度法、複合法いずれの方法を用いる場合でも、圧縮強度が大きい程強度が相対的に低く推定される可能性があるが、あらかじめ調査箇所から必要最小限のコアを採取し、圧縮強度に応じて既存の強度推定式中の補正係数および定数項を算出することにより推定精度は向上する。

(3) 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みられない。

(4) かぶり厚の推定に関しては超音波法の推定精度が電磁誘導法およびレーダー法に比べて高く、電磁誘導法およびレーダー法は鉄筋径が小さくかぶり厚が大きい程推定誤差が大きくなる傾向がある。

(5) コンクリート中の鉄筋探査については、まず電磁誘導法もしくはレーダー法により鉄筋位置を推定し、その後超音波法によってかぶり厚を推定する方法が適している。

(6) 超音波法によるひび割れ深さの推定誤差はひび割れ深さに関わらず20 mm程度である。

(7) 点錆程度の腐食に対しても測定された自然電位にASTM 規格を適用することにより、腐食の有無を腐食面積率として推定することが可能である。

謝辞:最後に、本研究を行うにあたり、東京電力(株)清住保人氏、清水建設(株)杉野文明氏に多大な御協力を得たことに感謝いたします。

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学協会:コンクリートの非破壊検査方法—原理と手法—,コンクリート工学,Vol. 27, No. 3, pp.31-83, 1989.3.
- 2) 日本材料試験協会:シュミットハンマーによる実施コンクリートの圧縮強度判定方法指針(案), 材料試験, Vol. 7, No. 59, pp.426-430, 1958.8.
- 3) 日本建築学会:コンクリート強度推定のための非破壊試験方法マニュアル, pp.41-55, 1983年2月.
- 4) 日本建築学会:コンクリート強度推定のための非破壊試験方法マニュアル, pp.22-27, 1983年2月.
- 5) 柏 忠二:コンクリートの非破壊試験法, 技報堂, pp. 24-25, 1981年3月.
- 6) 尼崎省二:反発硬度法によるコンクリートの強度推定に関する2, 3の考察, セメント・コンクリート論文集 No. 45, pp.346-351, 1991.
- 7) 日本コンクリート工学協会:コンクリートの非破壊試験法研究委員会報告書, pp.133-134, 1992.3.
- 8) 倉持 貢, 今井 実, 矢部喜堂:超音波によるコンクリート実構造物の品質測定事例, コンクリートの非破壊試験法に関するシンポジウム論文集, pp.43-50, 1991.4.
- 9) 日本コンクリート工学協会:コンクリートのひび割れ調査, 補修・補強指針, pp.29-32, 1991.
- 10) ASTM C876-77: Half Cell Potentials of Reinforcing Steel in Concrete, 1985.

(1994.7.28 受付)

NON-DESTRUCTIVE TESTINGS AND THEIR FEASIBILITY STUDY IN CONCRETE STRUCTURES

Toshiya MAEDA, Tomoaki TSUTSUMI, Hisao ABE and Sadamu ONO

In the case of the deterioration evaluation of concrete structures, it is essential to investigate concrete strengths and reinforcing bars in concrete.

Recently, several non-destructive testings have been generally employed for the investigation of concrete structures. These methods have such merits as that structures are not destroyed and many samples can be collected, although there exist some problems in respect to measuring accuracy.

This paper describes the feasibility study on concrete strength by the rebound hammer method and the combined method, reinforcing bars in concrete by the electromagnetic method, the radar method and the ultrasonic pulse method, crack depth by the ultrasonic pulse method and corrosion of reinforcing bars by the half-cell potential method.