

コンクリート強度推定のための反発度測定における乾燥・吸水状態の影響

土木研究所 正会員 ○古賀裕久

土木研究所 正会員 河野広隆

日本構造物診断技術協会 正会員 伊藤祐二

日本構造物診断技術協会 正会員 川崎克己

1. はじめに

テストハンマーを用いて硬化コンクリートの反発度を測定し、その結果からコンクリートの強度を簡易に推定する反発度法は、測定が容易で、広く用いられている非破壊検査手法の一つである。この反発度法に関しては、既往の研究結果から、測定結果がコンクリートの測定面の乾燥・吸水状態に影響されることが明らかにされている。しかし、その影響の程度については必ずしも明確ではなく、降雨等の影響を受ける現場での測定結果を適切に評価することは容易ではない。そこで、乾燥・吸水状態の影響について実験を行って検討した結果を報告する。

2. 実験方法

乾燥・吸水状態の異なるコンクリートの反発度測定結果について検討した既往の研究には、気乾状態のコンクリートに吸水させたもの¹⁾²⁾と、水中養生と気中養生の供試体を比較したものがある。ここでは、実験の目的から、前者の方法を採用した。

実験には、1500mm×1500mm×200mmの版状のコンクリート供試体3体を用いた。この供試体は、材齢7日まで湿潤養生が施された後、屋内（ただし、気温・湿度は屋外同様）に約1年間放置されていたものである。3体のうち2体(A1, A2)は粗骨材の最大寸法が25mmで1体(B3)は40mmと異なっているが、3体とも水セメント比50%のコンクリートが使用されており、円柱供試体の圧縮強度（材齢28日、版状供試体と同様の養生条件）は、A1, A2が35.1N/mm²でB3が36.8N/mm²とほとんど変わらなかった。

まず、気乾状態で反発度を測定し（一回目）、測定箇所周辺を湿布で覆いコンクリート表面から21時間吸水させた。翌日、湿布を取り除いて自然乾燥させ、3時間後に反発度を測定した（二回目）。さらに乾燥が進んだ翌々日（湿布を除いてから23時間後）に三回目の反発度測定を行った。反発度の測定と同時に、高周波容量式水分計（モルタル・コンクリート用）を用いてコンクリート表面から含水率を測定した。

3. 実験結果と考察

反発度の測定結果を表-1に示す。表面が湿潤状態の二回目の測定では、一回目の測定と比較すると2～4程度反発度が小さく

表-1 反発度および含水率の測定結果

測定ケース	反発度			含水率(%)		
	A1	A2	B3	A1	A2	B3
一回目	41.3	42.3	40.6	4.4	4.4	4.4
二回目	37.1	39.3	38.4	5.0	5.1	5.1
三回目	37.7	41.9	41.6	4.6	4.7	4.9

※反発度の測定は16点行い、その平均値を求めた。ただし、平均値からの誤差が±20%以上になる測定点は除いた。含水率の測定は、反発度測定範囲中の4箇所で行い、その平均値をとった。

※反発度の測定箇所は、コンクリートの打設時に型枠面（側面）であった1500mm×1500mmの面である。また、反発度の測定箇所は、打設時の高さがほぼ一定であった範囲から選定した。

※二回目の測定時には、コンクリート表面に水滴等はほとんど見られなかったものの、表面は吸水のため濃い灰色を呈しており、吸水箇所とそうでない箇所が明確に区別できる状態であった（いわゆる表乾状態に近い）。

※三回目の測定時には、吸水操作を行ったコンクリート表面も乾燥が進み、吸水箇所とそうでない箇所を外観から区別することは困難な状態であった。

※測定時の気温はいずれも10℃程度であった。

表-2 木村の実験結果¹⁾

測定ケース	反発度	湿度(°/wt)
気乾状態	41	1
霧吹き後30分	39	6
さらに霧吹き後30分	38	8

表-3 永島らの実験結果²⁾

測定ケース	推定強度 (気乾状態を100とした場合)	含水率(%)
気乾状態	100.0	3.6
散水直後	95.8	—
1時間後	93.7	8.0
3時間後	97.5	5.1
6時間後	101.1	4.8
24時間後	99.3	4.6

※推定強度はグラフから読みとった。

キーワード：テストハンマー、強度推定、含水率、水分計、非破壊検査

連絡先：土木研究所技術推進本部構造物マネジメント技術チーム 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 TEL 0298-79-6761

測定された。この結果は、同程度のコンクリートを用いて行われた木村の実験結果(表-2)とほぼ同様であった。一方、推定強度に換算するとその変化量は10%程度で、永島らの実験結果(表-3)よりやや大きかった。永島らの実験におけるコンクリートの材齢については詳細な記述が無いが、今回の実験(材齢1年)や木村の実験(材齢47年)と比較すると、実験前の乾燥時間が短かく、気乾状態と湿潤状態の差が比較的小さかったことも考えられる。

表面が再度乾燥してきた三回目の測定では、3体の供試体のうち2体では一回目とほぼ同程度の反発度が測定されたが、1体では湿潤状態である二回目の測定結果に近い反発度が得られた。反発度測定時における含水率の測定結果を比較すると、三回目の測定時の含水率はいずれの供試体でも一回目と二回目の測定時に測定された含水率の中間程度である。しかし、含水率と反発度の測定結果には、明確な関係は見られず、供試体による差異が生じた原因は明確にはできなかった。

今回の湿潤状態での測定では、コンクリート表面に水滴がほとんどみられない状態であったにもかかわらず反発度の低下は比較的大きかったこと、永島らの実験結果でも吸水直後より吸水後1時間程度経過した後の方が推定強度の低下が大きかったことから、測定される反発度の変化にはコンクリート表層の含水状態だけでなく吸水時間や吸水したコンクリート部分の深さ等の影響が大きいものと考えられる。

4. 水分計について

今回使用した水分計で屋外に暴露したコンクリートの含水率変化を測定した結果を、図-1に示す(供試体の仕様等については文献3)、測定は一日一回16時頃、2001年9月1日～10月12日のデータ)。雨天時には、コンクリート表面に付着した水の影響で含水率が非常に大きく測定されるが、コンクリートの表面はその後1日の晴天で一定の含水率まで乾燥している場合が多かった。

一方、含水率の測定値はコンクリートの水セメント比によって大きく異なり、水セメント比が小さいほど、気乾状態での含水率が大きく測定されていた。したがって、今回の反発度測定のようにほぼ同じ配合のコンクリートの状態を比較する場合には問題ないが、実構造物の測定などで配合が不明の場合には、この水分計で含水状態を適切に評価することは難しく、含水率の測定結果を元に反発度の測定結果を補正することは困難であると考えられる。

5. まとめ

降雨の影響を模擬して表面から吸水させたコンクリート供試体で反発度の測定を行った結果、湿潤状態では、気乾状態と比較して反発度が3程度低下した。一方、測定された含水率と反発度の関係は必ずしも明確ではなかった。今回使用した水分計ではコンクリートの配合によって測定結果が異なる可能性があるため、反発度の測定結果を補正するのに用いるのは難しい。実構造物の含水状態やその反発度測定結果への影響については、さらにデータを蓄積する必要がある。

なお、この実験は、土木研究所と日本構造物診断技術協会が共同研究の一部として実施したものである。

【参考文献】

- 1) 木村敬三：「RC建築物のコンクリート強度と耐久性」，鹿島出版会，pp.76-77，1981.12
- 2) 永島明夫，山際浩二，小野敏明：「シュミット・ハンマー法による圧縮強度の推定法に関する研究(その2) 表面の湿潤状態，表面粗度，個人差の影響」，土木学会第43回年次学術講演会，第5部門-236，pp.520-521，1988.10
- 3) 古賀裕久，河野広隆，田中良樹：「硬化コンクリートの含水率に関する暴露試験結果」，土木学会第56回年次学術講演会，第5部門-424，pp.848-849，2001.10

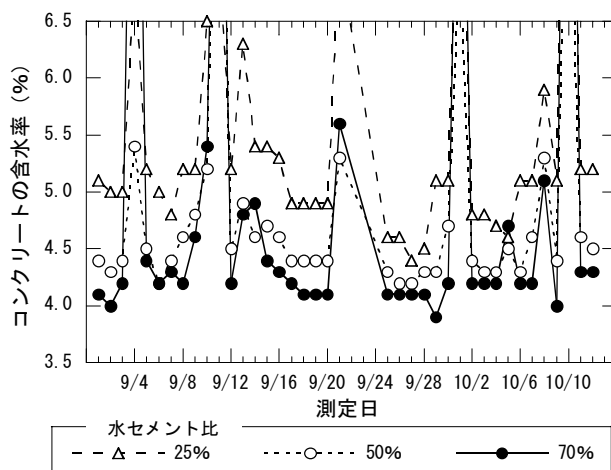


図-1 屋外に暴露したコンクリートの含水率変化

※9月22～24日は、測定せず。

※測定中または測定前に降雨：9/4，9，10，11，13，14，15，17，20，21，28，10/1，5，8，10