

## 論文 Article

## 微破壊試験に及ぼすコンクリートの高さ方向による測定箇所の影響

原稿受付 2010年4月21日

ものづくり大学紀要 第1号 (2010) 45~49

後藤正明<sup>\*1</sup>, 澤本武博<sup>\*2</sup>, 因幡芳樹<sup>\*3</sup>, 守屋健一<sup>\*3</sup><sup>\*1</sup>ものづくり大学大学院 ものづくり学研究科 大学院生<sup>\*2</sup>ものづくり大学 技能工芸学部 建設技能工芸学科<sup>\*3</sup>株式会社フローリック 東日本技術センター**Effect of Measurement Part by Height of Concrete Member on Compressive Strength and Semi-Destructive Testing.**Masaaki GOTO<sup>\*1</sup>, Takehiro SAWAMOTO<sup>\*2</sup>, Yoshiki INABA<sup>\*3</sup> and Kenichi MORIYA<sup>\*3</sup><sup>\*1</sup> Graduate student. Graduate school of Technologists, Institute of Technologists<sup>\*2</sup> Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists<sup>\*3</sup> FLOWRIC Eastern Japan Technical Center**Abstract**

The properties of concrete such as compressive strength and durability are affected by height of the member and they are widely known. However, correlation between measurement point of the member and result of semi-destructive testing is not obvious. In this study, the effects of measurement point by height of 800mm concrete member on semi-destructive testing such as rebound number and scratch width were investigated. The main conclusion are as follows. (1) In case height of concrete member was 800mm, the lower the measurement point of the concrete member, the heavier the bulk density of concrete. However, the compressive strength became smaller. (2) The height of the measurement point could hardly affected the rebound number. (3) The higher the measurement point, the more wide the scratch became. (4) The rebound number and depth of chloride penetration shown durability of concrete were mutually correlated.

**Key Words** : Concrete, Semi-destructive testing, Rebound number, Scratch width**1. はじめに**

コンクリートの圧縮強度は、打込み高さの影響を受け、上部と下部とでは異なった強度になることが知られている。それは、ブリーディングや圧密によって上部と下部とで水セメント比や骨材分布が異なることが原因とされている。一方、圧縮強度を簡易に測定する微破壊試験方法として、反発度を用いる方法や、引っかけ傷幅を用いる方法などがあるが、部材の高さ方向による圧縮強度とこれらの測定値との関係は明らかにされていない。また、耐久性評価に関する検討も行われていない。

本研究では、コンクリートの高さ方向の変化や締固め方法の違いによって生じる性質の変化が、リバウンドハンマや引っかけ試験器を用いた際の測定結果に及ぼす影響について検討した。

**2. 実験概要****2.1 使用材料およびコンクリート配合**

セメントは普通ポルトランドセメント（密度：3.16g/cm<sup>3</sup>）を、細骨材には千葉県君津市産山砂（密度：2.63g/cm<sup>3</sup>，粗粒率：2.63，吸水率：1.63%）および埼玉県上里町産陸砂（密度：2.60g/cm<sup>3</sup>，粗粒

率：2.89，吸水率：1.86%)を，粗骨材には東京都青梅市産碎石（密度：2.70g/cm<sup>3</sup>，実積率：59.6%，吸水率：0.40%）を用いた．また，混和剤にはAE減水剤を用いた．コンクリートの配合は，水セメント比を変化させた4種類とした．フレッシュコンクリートの試験結果も併せて表1に示す．なお，コンクリートの練混ぜは，公称容量55リットルの強制二軸ミキサで行い，1バッチ50リットルの練混ぜ量で2バッチ作製し，混合して試料とした．

2.2 供試体の作製

実験に用いた型枠は，φ100×800mmの円柱であり，直径100mmの開口部から2層に分けてコンクリートを打ち込んだ．なお，各層内部振動機を使用する場合はそれぞれ15秒ずつ，突棒を使用する場合はそれぞれ20回ずつの締固めを行った．その後，材齢7日で脱型，図1に示したようにφ100×200mmの寸法に切断し，材齢28日まで20℃・相対湿度60%の環境下で気中養生を行った．

2.3 各種試験および測定方法

2.3.1 反発度試験 耐圧試験機で供試体を2.5N/mm<sup>2</sup>の力で拘束し<sup>1)</sup>，NR型リバウンドハンマを用いて図2の箇所9点より，反発度を測定した．

2.3.2 引っかき傷試験 図2に示すように，引っかき試験器を供試体に押し当てて，3点の引っかき傷幅を測定した．なお，引っかき傷幅はクラックスケールおよびフラッシュルーペを用いて測定した<sup>2, 3)</sup>．

2.3.3 圧縮強度試験 試験機はJIS B 7721：2002の規定を満たす試験機を使用し，圧縮強度試験はJIS A 1108：2006に準じて行った．なお，試験時供試体の端面処理は研磨により行った．

2.3.4 塩分浸透深さ試験 実験では，材齢7日で脱型した供試体を，NaCl濃度10%の塩水中に28日間浸漬した．その後，φ100×200mmの円柱供試体を，コンクリートの引張試験と同様の方法で割裂し，その割裂面(100×200mm)に，JIS K 8550：2006に規定する硝酸銀17gを純水に溶かして1リットルとした0.1mol/lの硝酸銀溶液を適量噴霧し，一定時間暗室に静置した後，発色傾向を観察，その幅を測定した<sup>4)</sup>．

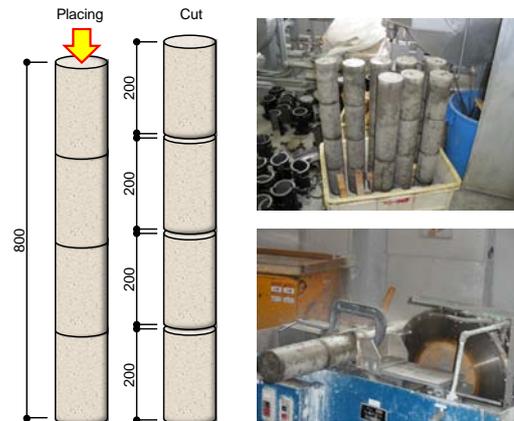


Fig. 1 Height of specimen

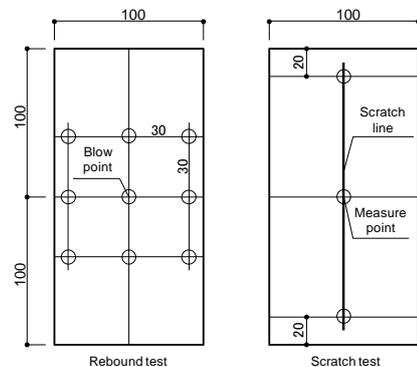


Fig. 2 Measurement point

Table 1 Mix proportions and test results

W/C (%)	s/a (%)	Air content (%)	Unit content (kg/m <sup>3</sup> )						Test result			Compressive strength 28 days (N/mm <sup>2</sup> )
			W	C	S1*	S2*	G	Ad	Slump (cm)	Air content (%)	Bleeding in percent (%)	
45.0	44.2	4.5 ±1.5	166	369	392	385	1013	C×1.0%	12.0	4.0	3.45	54.4
55.0	46.0		166	302	421	416	1013	C×1.0%	13.0	4.8	4.38	42.9
61.9	50.0		187	302	443	438	910	C×1.0%	21.0	4.5	6.04	31.6
71.0	52.0		187	263	468	463	888	C×1.0%	20.5	4.5	10.16	20.8

\* S1: Product of Kimitsu S2: Product of Kamisato

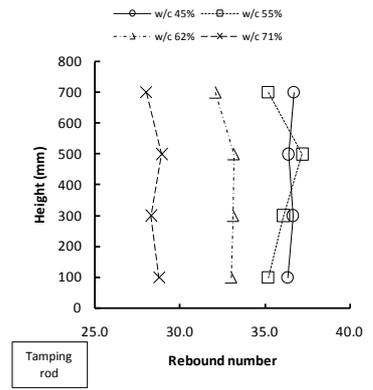
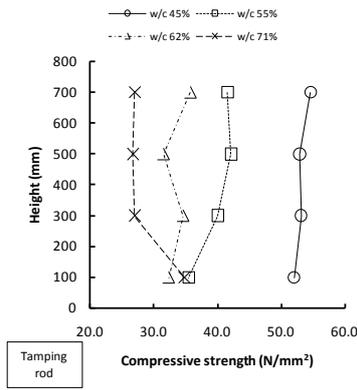
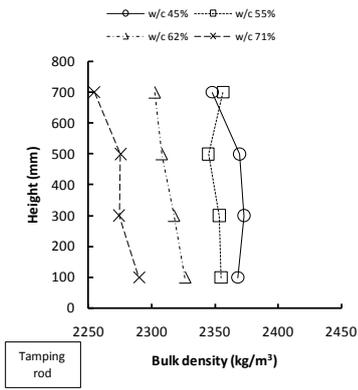
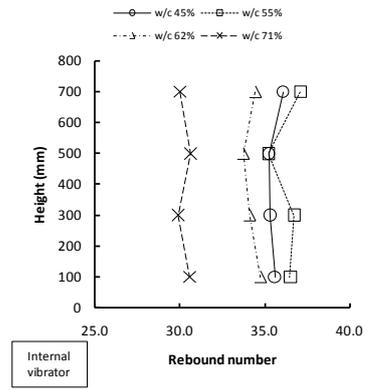
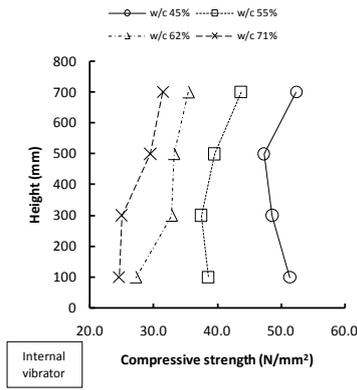
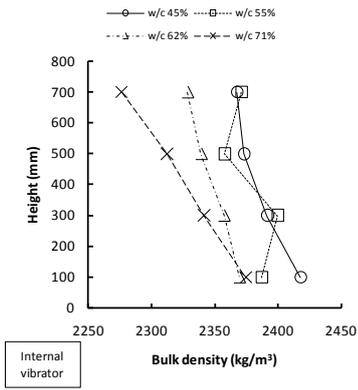


Fig. 3 Relation between height and bulk density

Fig. 4 Relation between height and compressive strength

Fig. 5 Relation between height and rebound number

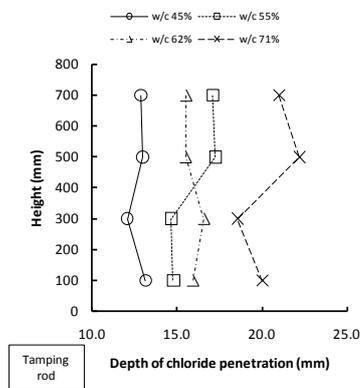
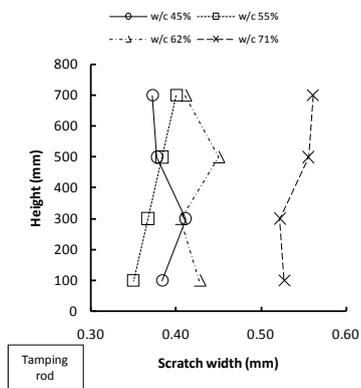
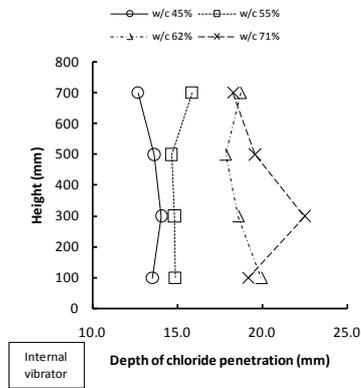
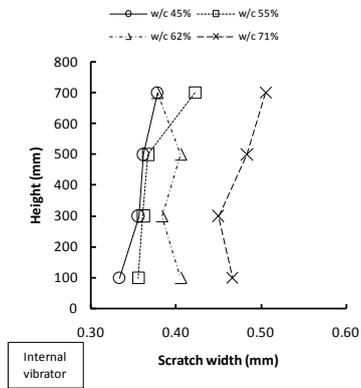


Fig. 6 Relation between height and scratch width

Fig. 7 Relation between height and depth of chloride penetration

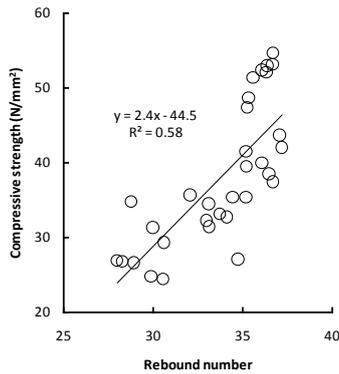


Fig. 8 Relation between compressive strength and rebound number

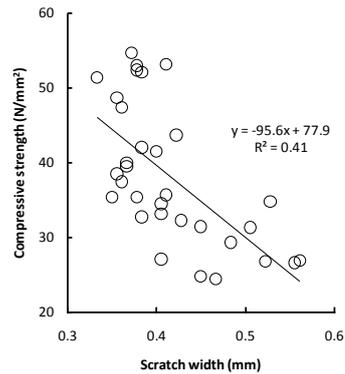


Fig. 9 Relation between compressive strength and scratch width

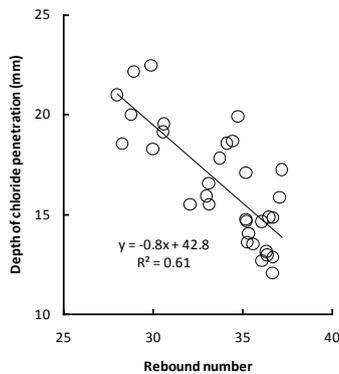


Fig. 10 Relation between depth of chloride penetration and rebound number

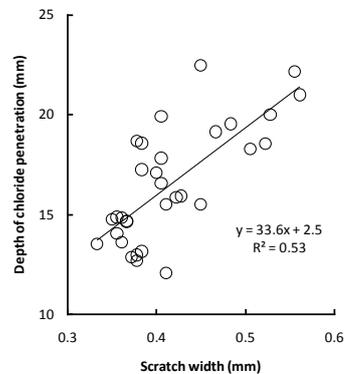


Fig. 11 Relation between depth of chloride penetration and scratch width

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 密度および圧縮試験結果

図3および図4に、それぞれ密度および圧縮強度の試験結果を示す。内部振動機で締固めを行った場合、下部ほど密度は大きくなるが、逆に圧縮強度は小さくなる傾向にあり、水セメント比が大きい配合ほどその傾向は顕著であった。これは、水セメント比が大きいほど、内部振動機の締固めによって粗骨材が沈下し、上部がモルタルに近づくためと考えられる。一般的に上部ほどブリーディングの影響により強度低下し、下部ほど圧密により強度増加することが知られているが、今回の実験のように、部材高さが800mmの場合は、下部ほど粗骨材量が増加し、付着ひび割れによる強度低下の方が卓越したようである。一方、突棒で締固めた場合は、内部振動機に比べて締固めの能力が低下するためか、高さ方向の影響は小さくなった。

#### 3.2 反発度および引っかけ傷幅試験結果

図5に、NR型による反発度の結果を示す。反発度は高さ方向の影響をほとんど受けず、水セメント比の影響のみを受けるといった結果となった。これは、粗骨材の付着ひび割れを伴う破壊試験とは異なり、表層の硬さを錘の跳ね返りの高さで測定するため、骨材量の影響をあまり受けないためと考えられる。しかし、水セメント比が大きい場合には、圧縮強度よりも締固めの影響を受け、突棒を用いた時には、反発度が小さくなる傾向にあった。一方、図6に示すように、引っかけ試験の場合は、上部ほど引っかけ傷幅が大きくなる傾向にあり、ブリーディング率の大きい配合ほど顕著であった。これは、コンクリートのごく表層部を測定しているため、ブリーディング水の影響を顕著に受けたためと考えられる。また、反発度の時と同様に、突棒で締固めた場合には、内部振動機で締固めた場合に比べ、コンクリートの表層部が弱くなる傾向にあった。

### 3.3 塩分浸透深さ試験結果

図7に、塩分浸透深さの結果を示す。塩分浸透深さは、水セメント比が大きくなるにつれて、浸透の深さも大きくなるが、高さ方向による影響は、あまり見受けられなかった。一般には、上部に進むにつれてブリーディングの影響により塩分浸透深さは大きくなる傾向にあるとされているが、今回の実験では、上部ほどモルタルに近づき、遷移帯の影響が小さくなることで塩分の浸透が抑制されたためと考えられる。

### 3.4 反発度・引っかけ傷幅と圧縮強度・塩分浸透深さとの関係

図8～図11に、反発度・引っかけ傷幅と圧縮強度・塩分浸透深さの関係を示す。なお、ここでは、図4～図7の全ての高さ方向のデータをプロットした。今回の実験の範囲では、耐久性を示す塩分浸透深さと反発度との相関性の方が、従来の推定に用いる圧縮強度との相関性より若干高くなった。また、引っかけ傷幅の場合でも、同様の傾向が見受けられた。これは、いずれの試験方法も、耐久性に大きく影響を及ぼすかぶり部分のコンクリートを測定しているためと考えられる。

## 4. まとめ

φ100×800mmの供試体を作製し、それぞれ高さ位置の異なる部分を用いて実験を行った結果、以下のことが明らかとなった。

(1) 部材の高さが800mm程度の場合、下部ほど密度は大きくなるが、逆に圧縮強度は小さくな

る傾向にあり、水セメント比が大きい配合ほど、また十分に締め固めるほど、その傾向は顕著であった。

- (2) NR型による反発度は、部材の高さ方向の影響をほとんど受けず、いずれの箇所を打撃しても、部材の平均的な強度の推定に利用できると考えられる。
- (3) 引っかけ試験による引っかけ傷幅は、上部ほど大きくなる傾向にあり、表層付近のブリーディングの移動の影響を受けると考えられる。
- (4) 反発度および引っかけ傷幅は、圧縮強度よりも耐久性を示す塩分浸透性との相関性の方が若干上回った。

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、フローリック東日本技術センターの技術職員の方々、澤本研究室の西謙一氏、土田祥彬氏、萱沼了氏、織茂剛氏、上村佑介氏、荒井優志氏ならびに飛内研究室の梶原信嗣郎氏より多大な協力を賜りました。ここに記して深謝いたします。

## 文 献

- 1) 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.16-17.
- 2) 浅見勉：床下地表面硬さの簡易測定方法に関する研究，日本建築仕上学会，FINEX 1997.10，pp.22-26.
- 3) 湯浅昇，笠井芳夫，松井勇：引っかけ傷によるコンクリートの表面強度推定方法，日本建築学会大会学術講演梗概集（中国），1990，pp.677-678.
- 4) 大即信明：硝酸銀噴霧法によるセメント硬化体の塩化物イオンの意味，東京工業大学土木工学科研究報告，No.42，1990.12，pp.11-18.