

V-443 真空処理したコンクリートの強度特性

宮崎大学 正会員 ○中沢 隆雄  
宮崎大学 正会員 今井富士夫

1. まえがき

コンクリートを打設した直後にその表面を真空状態にし、コンクリートの硬化に不要な余剰水を脱水するいわゆる真空コンクリートの強度特性は、脱水量やコンクリートの空隙、容積変化量など種々の要因の影響を受ける<sup>1), 2)</sup>。本報告は、これらの要因がコンクリートの圧縮強度および曲げ強度に及ぼす影響を検討するために行った一連の実験結果をとりまとめたものである。

2. 実験の概要

表-1に示すような、スランプおよび水セメント比の異なる9種類の配合のコンクリートで実験供試体を作製した。曲げ型枠を用いて作製した供試体寸法は10cm×10cm×40cmである。型枠にコンクリートを打設し、締め固めを行った後に真空処理を施した。真空処理は、ポンプの真空度85~90%の状態で行った。また比較検討のため、真空処理を施さないコンクリート供試体も同時に同一寸法の型枠にて作製した。各供試体は材令1日で脱型後水中で養生し、材令7日、14日および28日で曲げ試験と圧縮試験を実施した。

表-1 コンクリートの配合

配合	G <sub>max</sub> (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位重量(kg/m <sup>3</sup> )			
						W	C	S	G
1	20	4±1.5	2±1	50	43.1	176	352	758	1001
2	20	8±2.5	2±1	50	41.5	165	330	722	1055
3	20	12±2.5	2±1	50	41.9	210	421	697	920
4	20	4±1.5	2±1	55	44.1	176	320	787	997
5	20	8±2.5	2±1	55	44.1	201	365	743	942
6	20	12±2.5	2±1	55	44.1	194	353	769	957
7	20	4±1.5	2±1	60	45.1	180	300	807	983
8	20	8±2.5	2±1	60	45.1	192	319	787	957
9	20	12±2.5	2±1	60	45.1	194	323	783	953

3. 実験結果

表-2に、真空処理による脱水量やコンクリートの容積減少量の測定結果を示す。これらの値は、4個の供試体についての平均値である。なお、この表中の水セメント比減少量Δ(W/C)および空隙増加量ΔV<sub>p</sub>は、以下の式によって求められる計算値であり、真空処理時のコンクリートの容積は、脱水量ほどは減少しないことから、結果的に空隙が増加することになる。

表-2 脱水による組成の変化

配合	ΔV <sub>w</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	Δ(W/C) (%)	ΔV <sub>o</sub> (g/m <sup>3</sup> )	ΔV <sub>p</sub> (g/m <sup>3</sup> )
1	40.6	11.6	33.8	6.8
2	54.1	14.7	40.2	13.6
3	60.8	15.4	44.7	16.1
4	56.6	20.0	31.0	25.7
5	44.2	13.8	44.1	2.6
6	56.5	16.1	52.9	3.6
7	52.0	17.3	45.7	6.3
8	52.3	17.2	46.6	5.7
9	68.9	23.0	44.4	24.5

$$\Delta(W/C) = \Delta V_w / C_0$$

$$\Delta V_p = \Delta V_w - \Delta V_o$$

ここに、ΔV<sub>w</sub>：真空処理による脱水量、

C<sub>0</sub>：真空処理前のセメント量、

ΔV<sub>o</sub>：真空処理によるコンクリートの容積減少量

表-3には、曲げ強度(4個の供試体の平均値)および圧縮強度(曲げ試験後の8個のはりの折片の平均値)を示す。真空処理による曲げ強度の増加率は各配合でそれぞれ異なるが、材令別に平均すれば材令7日で36%、材令14日では20%、

表-3 曲げ強度および圧縮強度

配合	曲げ強度(kgf/cm <sup>2</sup> )						圧縮強度(kgf/cm <sup>2</sup> )					
	材令7日		材令14日		材令28日		材令7日		材令14日		材令28日	
	真空	普通	真空	普通	真空	普通	真空	普通	真空	普通	真空	普通
1	39	47	50	56	47	50	338	370	376	428	357	361
2	34	47	50	51	47	50	287	359	377	444	410	425
3	35	47	43	51	47	52	269	311	351	424	415	440
4	31	40	43	50	45	51	215	284	333	390	353	396
5	32	43	41	45	49	56	263	311	315	381	384	395
6	32	40	39	45	49	56	252	311	321	381	360	395
7	27	36	36	44	45	54	207	268	309	379	307	352
8	25	39	39	48	45	49	202	263	321	384	374	425
9	23	39	35	46	42	48	164	206	271	347	270	317

材令28日では平均15%と、若材令であるほど真空処理の効果が大きくなっている。圧縮強度についても、若材令であるほど真空処理による強度増大効果が大きくなっているが、その平均的な強度増大率は材令7日で23%、材令14日で20%、材令28日で11%となっており、曲げ強度の増大率よりも幾分小さめの

結果となっている。

真空処理によって強度が増大する理由としては、まず真空処理による脱水が水セメント比を低下させることが考えられる。

そこで、水セメント比の減少量が強度比（=真空処理コンクリートの強度/無処理コンクリートの強度）に及ぼす影響について検討した結果を、材令7日の場合を例にして図-1に示す。水セメント比が減少するにもなって、曲げ強度比および圧縮強度比が増大する傾向となっていることがわかる。また、脱水によるコンクリートの容積の減少も強度比を増大させる要因の1つであると考えられるが、図-2にこの特性が現れている。すなわち、脱水によって容積が減少するにつれて曲げ強度比、圧縮強度比が大きくなっている。ところで、表-2に示した結果からわかるように、脱水量ほどはコンクリートの容積は減少しておらず、その結果コンクリート中には空隙が増大することになり、そのため強度比の増加率は小さくなると考えられる。このことを示したのが図-3である。この図から、空隙量が大いほど強度比の値は小さくなっていく傾向がみとれる。したがって、真空処理に際し、脱水による水セメント比の減少は強度比の増加をもたらすが、逆に空隙も増大させることから強度比は低下することになるため、これらの2つの要因を考慮した（水+空隙）/セメント比の減少量に対する強度比を検討するのが妥当であると考えられる。その結果を図-4に示すが、強度比と（水+空隙）/セメント比の減少量にはかなり高い相関があると判断される。

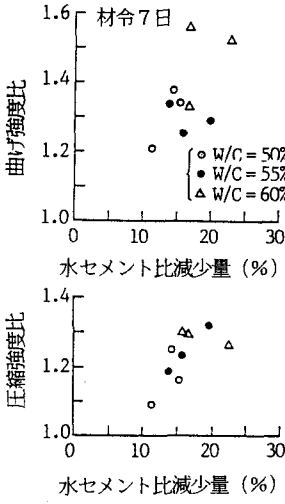


図-1 Δ(W/C) の効果

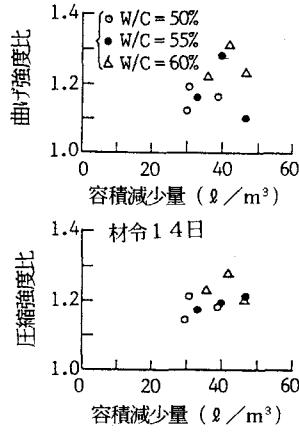


図-2 ΔV<sub>v</sub> の効果

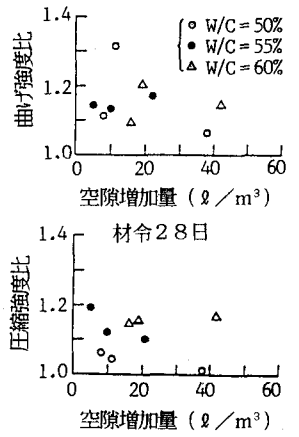


図-3 ΔV<sub>p</sub> の効果

て検討した結果を、材令7日の場合を例にして図-1に示す。水セメント比が減少するにもなって、曲げ強度比および圧縮強度比が増大する傾向となっていることがわかる。また、脱水によるコンクリートの容積の減少も強度比を増大させる要因の1つであると考えられるが、図-2にこの特性が現れている。すなわち、脱水によって容積が減少するにつれて曲げ強度比、圧縮強度比が大きくなっている。ところで、表-2に示した結果からわかるように、脱水量ほどはコンクリートの容積は減少しておらず、その結果コンクリート中には空隙が増大することになり、そのため強度比の増加率は小さくなると考えられる。このことを示したのが図-3である。この図から、空隙量が大いほど強度比の値は小さくなっていく傾向がみとれる。したがって、真空処理に際し、脱水による水セメント比の減少は強度比の増加をもたらすが、逆に空隙も増大させることから強度比は低下することになるため、これらの2つの要因を考慮した（水+空隙）/セメント比の減少量に対する強度比を検討するのが妥当であると考えられる。その結果を図-4に示すが、強度比と（水+空隙）/セメント比の減少量にはかなり高い相関があると判断される。

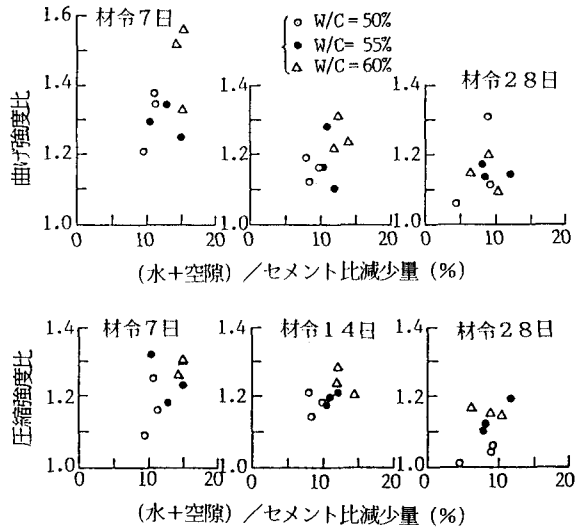


図-4 Δ(W+V<sub>p</sub>)/C の効果

による水セメント比の減少は強度比の増加をもたらすが、逆に空隙も増大させることから強度比は低下することになるため、これらの2つの要因を考慮した（水+空隙）/セメント比の減少量に対する強度比を検討するのが妥当であると考えられる。その結果を図-4に示すが、強度比と（水+空隙）/セメント比の減少量にはかなり高い相関があると判断される。

4. まとめ

- (1) 真空処理を施せば強度が増大するが、特に若材令において強度の増大割合が大きい。
- (2) 真空処理時の脱水作用はコンクリートの空隙を増加させるため、単なる水セメント比減少量ではなく、（水+空隙）/セメント比の減少量で強度の増加を評価するのが妥当である。

参考文献 1) Billner, K.P.: Applications of Vacuum-Concrete, Jour. of ACI (1952)  
 2) Malonowski, R. and Wenander, H.: Factors Determining Characteristics and Composition of Vacuum Dewatered Concrete, Jour. of ACI, Vol. 72, No. 3, pp. 98~101 (1975)