

V-202 コンクリートの強度増大に対する真空処理効果

宮崎大学工学部 正員 中沢 隆雄
 横河工事株式会社 正員 津山 繁昭
 // 谷川 和夫
 // 黒崎 達雄

1. まえがき 考案されて以来50年以上経過している真空コンクリート工法は、現在までその利用頻度は低いままである。その主な理由の1つとして、設計で考慮できる程度までに強度増大が定量化されていないことがあげられる。したがって本研究は、打設直後のコンクリートを真空処理したときの脱水量およびコンクリートの空隙変化と、圧縮および曲げ強度の増大量との関係を明らかにすることを目的としたものであり、ここに一連の実験からえられた結果の概要を報告する。

2. 実験の概要および結果

配合の相違が真空処理効果に与える影響を検討するために、表-1に示すような9種類の配合のコンクリートを用いた。10cm×10cm×38cmの寸法の直方体供試体を9本1組として作成し、1組には真空処理を施し、もう1組には真空処理をしなかった。真空処理を行うにあたり、型枠中にコンクリートを打設し、十分に締め固めを行った後、フィルターマット、サクシオンマットで表面を覆い、真空ポンプ(電動式、最大真空度95%、脱水能力170エアーム³/分)を作動させた。真空処理時間はソ連真空作業暫行規定¹⁾を参考にして15分間と設定した。また、処理時の真空度は90%であった。

表-2に真空処理による脱水量、水セメント比減少量、容積減少量、容積減少量/脱水量比および空隙増加量を示す。これらの結果から、当初の水セメント比が大きいほど脱水量、水セメント比減少量、容積減少量および容積減少量/脱水量比は大きくなるが、空隙増加量は逆に小さくなることがわかる。また、水セメント比が同一であればスランプが相違しても、水セメント比減少量や容積減少量/脱水量比にさほど差異は生じず、スランプの相違の影響は小さいといえる。供試体は材令1日で脱型後水中で標準養生し、材令7、14および28日で圧縮強度および曲げ強度を求めた。表-3にえられた各強度を示す。圧縮強度比(真空コンクリートの圧縮強度/普通コンクリートの圧縮強度)は、材令7日で1.23~1.40、材令14日で1.14~1.26、材令28日で1.09~1.21であり、若材令であるほど圧縮強度比が大

表-1 コンクリートの示方配合

配合	粗骨材 最大寸法 (mm)	スランプ の範囲 (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
						W	C	S	G
A B C	20	4±1.5	2±1	50	43.1	176	352	758	1001
	20	8±2.5	2±1	50	41.5	165	330	722	1055
	20	12±2.5	2±1	50	41.9	210	421	697	920
D E F	20	4±1.5	2±1	55	44.1	176	320	787	997
	20	8±2.5	2±1	55	44.1	201	365	743	942
	20	12±2.5	2±1	55	44.1	194	353	769	957
G H I	20	4±1.5	2±1	60	45.1	180	300	807	983
	20	8±2.5	2±1	60	45.1	192	319	787	957
	20	12±2.5	2±1	60	45.1	194	323	783	953

表-2 脱水量、水セメント比、容積、空隙の変化

配合	脱水量 (kg/m ³)	水セメント比 の減少量 (%)	容積減少量 (l/m ³)	容積減少量 / 脱水量	空隙増加量 (l/m ³)
A B C	29.61	8.4	17.77	0.60	11.84
	30.50	8.2	18.00	0.60	12.51
	37.11	8.8	22.27	0.60	14.84
D E F	30.00	9.4	24.30	0.81	5.70
	28.27	7.8	19.79	0.70	8.48
	32.84	9.3	29.56	0.90	3.28
G H I	32.06	10.7	26.61	0.83	5.45
	44.14	13.7	36.64	0.83	7.50
	45.38	14.1	39.48	0.87	5.90

表-3 曲げおよび圧縮強度の一覧

配合	曲げ強度 (kgf/cm ²)						圧縮強度 (kgf/cm ²)					
	材令7日		材令14日		材令28日		材令7日		材令14日		材令28日	
	普通	真空	普通	真空	普通	真空	普通	真空	普通	真空	普通	真空
A B C	44	51	48	53	52	56	288	355	385	438	416	471
	43	55	45	57	53	57	328	408	389	441	—	—
	45	55	51	56	52	57	305	387	389	453	427	466
D E F	39	45	43	50	45	52	253	342	347	417	399	467
	44	48	46	58	51	59	287	364	320	372	395	443
	38	41	46	50	49	56	241	330	311	386	364	441
G H I	36	45	42	46	46	53	217	306	308	379	350	402
	36	42	43	47	47	51	226	306	298	362	348	420
	31	42	42	48	48	50	208	291	309	389	368	430

異は生じず、スランプの相違の影響は小さいといえる。供試体は材令1日で脱型後水中で標準養生し、材令7、14および28日で圧縮強度および曲げ強度を求めた。表-3にえられた各強度を示す。圧縮強度比(真空コンクリートの圧縮強度/普通コンクリートの圧縮強度)は、材令7日で1.23~1.40、材令14日で1.14~1.26、材令28日で1.09~1.21であり、若材令であるほど圧縮強度比が大

きく、真空処理効果が高いことがわかる。曲げ強度も若材令であるほど強度増大割合は大きくなっているが、その平均的な強度増加は、材令7、14および28日でそれぞれ20%、15%および10%程度であり、圧縮強度ほどの増大効果はみられなかった。

図-1に材令7日における水セメント比減少量と圧縮強度比の関係を整理した結果を示す。この図から、ある程度以上の水セメント比減少量になってくると、圧縮強度比が低下してくる傾向が見受けられる。これは、水セメント比が大きく、しかもスランブも大きい場合には、水セメント比減少量は大きくなるが、同時に空隙が増加する結果となるためと考えられる。そこで、(水+空隙)/セメント比減少量で整理してみると、図-2に示す結果がえられた。この図から、(水+空隙)/セメント比減少量が大きくなるにしたがい、圧縮強度比も増大することがわかる。

続いて、非破壊試験による推定強度においても、真空処理の影響が認められるか否かについて検討してみた。非破壊試験法としては、シュミットハンマー法による反発度法と超音波伝搬速度法の複合法を用い、日本建築学会式²⁾ ($F_0 = 8.2R + 269V_p - 1094$ 、

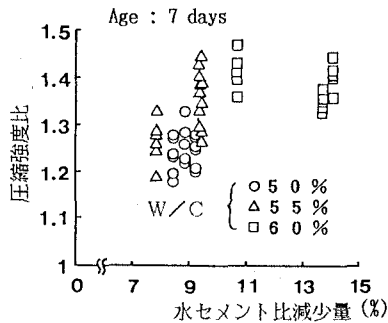


図-1 水セメント比減少量の影響

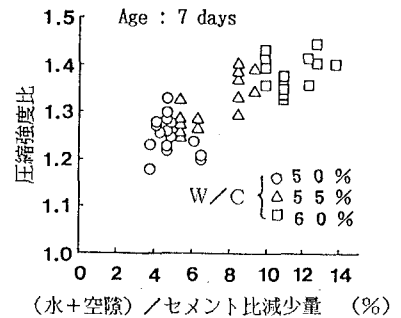


図-2 (水+空隙)/セメント比減少量の影響

F_0 : 圧縮強度(kgf/cm²)、R: 反発度、 V_p : 超音波伝搬速度(km/s))によって、7、14および28日の各材令における圧縮強度を推定した。図-3に推定強度と実測強度の関係を示すが、非破壊試験によっても、真空処理による強度増大を明確に推定しうることがわかる。しかし、実測強度に対して推定強度がかなり小さい結果となっている。そこで真空コンクリートに関する実験データを整理したところ、 $F_0 = 6R + 346V_p - 1219$ (データ数118、相関係数0.948)なる推定式がえられた。図-4に日本建築学会式と比較して推定強度と実測強度との関連を示しているが、ばらつきも少なく、良好な相関性を示している。

3. むすび 打設直後のコンクリートを真空処理すれば、水和反応に不必要な余剰水の脱水作用および大気圧の作用によってコンクリートの強度を増大させることができる。特に、若材令時においてその効果が高くなるが、反面、脱水量ほどコンクリート容積は減少せず、その結果空隙が増大し、強度の増大に対して悪影響を及ぼすことが確かめられた。したがって、真空処理と同時に締め固めを十分にを行い空隙を減少させれば、さらに強度増大を図ることができる。

参考文献 1) 高林利秋: 真空コンクリート工法、理工図書、昭和43年7月 2) 日本建築学会編: 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、昭和60年3月

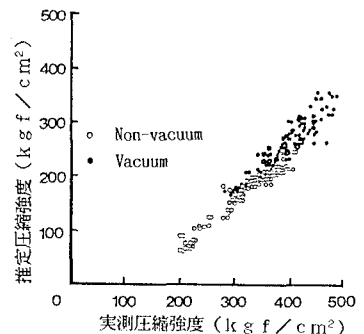


図-3 推定圧縮強度に対する真空処理の影響

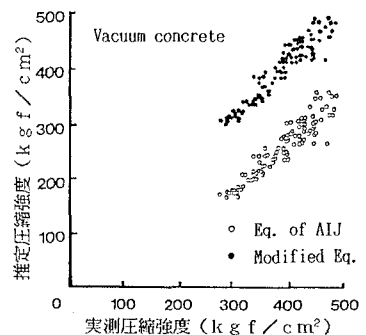


図-4 補正推定式による圧縮強度