

用すると、異常な高強度が現われる。またこの No. 10 を使用すると、高気温時に No. 5 を使用した場合と同程度の強度が得られた。

(3) 普通セメントに No. 10 を使用した場合は、早強セメントを使用した場合とほぼ同様の強度が得られた。

(4) 供試体を空中寒期養生したものは、この強度の約 50% の強度が得られた。しかしこれは寒気にさらしたもので、構造物はスチーム、むしろで養生したので実情とは合致しないと思われる。

## 6. 単 価

ポゾリス No. 5 を使用する場合、コンクリート 1 m<sup>3</sup> にセメント 270 kg を使用すると、混和剤の費用は 189 円となる。しかしこれは十分他の面で補うことができると思われる。

ポゾリス No. 10 を使用すると 237 円であるから、これは早強セメントを使用した場合より割安になり経済的となるのは明らかである。

## 7. 結 語

(1) 分散剤ポゾリスの有利な影響をもたらす最大の原因は、同一コンシステンシーを得る場合の単位水量を減少させることができる点にある。

(2) 容積変化が少なく耐久性の大きいコンクリートを造るために、所要のウォーカブルなコンクリートが得られる範囲で水量を少なくすることができて、これが強度に大きな影響ももたらすところであると思われる。

(3) ポゾリスは各種の製品があるが、所要の空気量に応じた製品を使用することができる。これは工事現場で用いる場合、細骨材のわずかの粒度の変化にあまり影響せず、間違つて多量を投入しても支障はなかつた。したがつて未熟な労務者に投入させる利便があつた。

(4) 特に海水を混合水としコンクリートを打設する場合、他の AE 剤を使用するより良好なコンクリートを得ることができるのではないかと思われる。本施工はすべて混合水に海水を使用した。

以上の結果は現場での実験によるもので、したがつて求められた実験値は不十分な点があると思われる。今後、関係各位の御指導を得て一層の努力を致したいと思う。

# 11. 小樽市内におけるコンクリートの真空施工について

小樽開発建設部 斎藤 幸俊

## 1. 概 説

昭和 31 年 10 月下旬より 12 月上旬にかけて、小樽市内一級国道 5 号線長橋～色内町間道路改良工事において、近年次第に用いられつつある真空コンクリート工法を、暗渠の鉄筋コンクリート版の蓋に、本道最初の試みとして採用すると共に、寒冷期におけるコンクリートの強度の増加をはかつた。また、二、三の試験を行つたが、それらの結果をのべ今後の参考に資せんとするものである。

真空コンクリート工法とは、コンクリートの硬化に必要な水分以外の余剰水を、コンクリート打込直後、真空装置によつて引出す工法で、その利点としては、水セメント比の少ないコンクリートの高強度その他の性質が、水セメント比の高いウォーカブルなコンクリートからでも得られることである。さらに吸引の際の真空度に対応した大気圧が、コンクリート面に作用するための、締固めの効果もある。

## 2. 真空施工概要

本工事は国道中央を流れる色内川を、その位置に長さ 890 m の暗渠を造り流すもので、真空施工の対象は、その蓋となる長さ 5 m、幅 3.6 m、厚さ 32 cm を一ブロックとする鉄筋コンクリート版である。

この版に使用したコンクリートの単位セメント量は、はじめの設計では 340 kg であったが、真空処理によるコンクリートの強度の増加を期待して、320 kg に減少した。水セメント比は 50% とした結果、スランプは 4~6 cm であった。

コンクリートの打設はなんら特別な措置とはらず、トラックで現場に運んだコンクリートを、人力で型枠内に投入した。投入中は棒バイブレーターで締固め、投入後は平板バイブレーターを用いた。打込後は、タンパーおよびフロートにより、簡単な表面仕上げをした。

真空施工方法は、仕上げの終わったコンクリート面に真空マットをかぶせ、各マットの吸口と、水分離槽、真空ポンプとを吸引パイプでつなぎ、各マットの枠をバイブレーターで軽く震動させ、真空マットの周囲のゴムシールリングがコンクリート面に密着し、空気のもれないように注意してから吸引した。



写真 11-1 真空マットの取付け

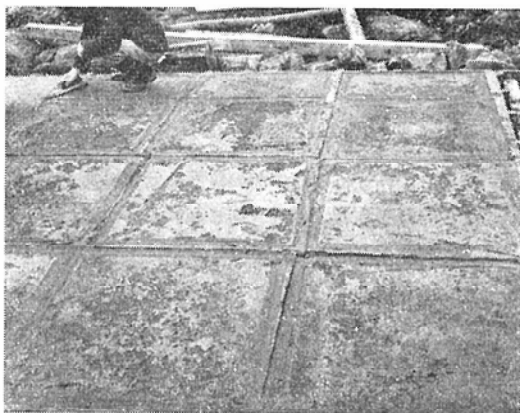


写真 11-2 マット取外し後の状況

吸引の真空度は水銀柱 500~600 mm で、約 40 分間吸引した。所定時間の吸引が終ると、マットを取外し、ほうき仕上げを行つた。

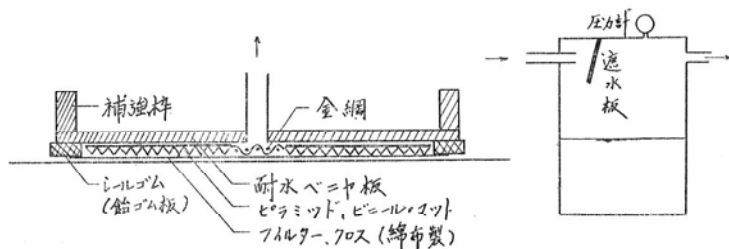


図 11-1 真空マットおよび水分離槽

水分離槽および真空マットの構造略図は図 11-1 に示すとおりである。真空マットのコンクリート面に接する部分に綿布製フィルタークロスがあり、これはコンクリート中のこまかいものが水と一緒に吸引されるのを防いでいる。その上に凹凸のあるビニール製ピラミッド、ビニールマットがあり、水の通路を構成している。その周囲はエアタイトにするため、ゴム板でシールしてある。真空マットの大きさは、1 m × 1 m および 1 m × 0.6 m

の二種を用いた。

### 3. 試験概要

真空コンクリートと普通コンクリートの強度比較のため、11月下旬強度試験用テストピースを作成、土木試験所の協力により強度試験を行った。また、現場施工と並行して、シュミットハンマーによる表面硬度の測定も実施した。

強度試験は、試験的に製造したコンクリート版 (106×106×15) から梁供試体 (15×15×53) を12本切り取り、同時に標準供試体 (15×15×53) を製造して行った。

試験方法は、コンクリートの曲げ強度試験方法 (JISA 1106)、梁の折片によるコンクリートの圧縮強度試験方法 (JISA 1114)、コンクリートから切りとつたコアおよび梁の強度試験方法 (JISA 1107) によつた。ただし、梁の折片による圧縮強度は、加圧面積 (15×梁の幅) から計算した。

梁供試体製作用コンクリート版の製作日は次のとおりである。

- 版 A 11月20日第一バッチより製作、真空処理せず
- 版 B 11月20日第一バッチより製作、真空処理
- 版 C 11月20日第二バッチより製作、真空処理

コンクリート版の養生は、コンクリート打込後むしろをかぶせ、その上をテントでおおいをし、内部を炭火で10~20°Cを約20時間保たせた後は現場温度とした。材齢6日および8日に6個ずつ梁を切り取り、その後は屋外でむしろをかけて養生し、試験の前日に+5°Cの水中に浸し、融解または湿潤した後強度試験を行った。

### 4. 試験結果

コンクリートの強度試験結果は表11-1に示すとおりである。また、コンクリート面のシュミットハンマーによる硬度測定結果は表11-2に示すとおりである。なお、各材齢における反撥係数は各20回の平均値をとつた。

表11-1 コンクリートの強度試験結果

供試体番号	材 齢 (日)	養生方法	曲げ強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	平均曲げ 強 度 (kg/cm <sup>2</sup> )	圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	平均圧縮 強 度 (kg/cm <sup>2</sup> )	備 考
ハリ	3	標 準	22.9	23.3	195 199	188	
〃 (標準)			23.7		182 175		
ハリ	7	標 準	33.9	32.0	310 341	334	
〃 (標準)			30.1		347 337		
ハリ	28	標 準	54.7	51.2	391 372	390	
〃 (標準)			47.7		392 403		
A <sub>1</sub>	9	現 場	29.3	29.9	198 198	211	
A <sub>2</sub>			29.0		239 210		
A <sub>3</sub>			31.4		205 214		
A <sub>7</sub>	14	現 場	30.6	36.2	299 249	233	
A <sub>9</sub>			44.0		224 228		
A <sub>11</sub>			34.0		186 213		
A <sub>8</sub>	28	現 場	40.3	39.7	306 304	271	
A <sub>10</sub>			40.2		320 257		
A <sub>12</sub>			35.5		217 238		

供試体番号	材 齢 (日)	養生方法	曲げ強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	平均曲げ 強 度 (kg/cm <sup>2</sup> )	圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	平均圧縮 強 度 (kg/cm <sup>2</sup> )	備 考
B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	9	現 場	32.2 42.1 34.0	36.1	180 274 262 254 192 219	230	
B <sub>8</sub> B <sub>10</sub> B <sub>12</sub>	14	現 場	40.0 41.1 39.9	40.0	311 216 264 298 247 275	270	真空処理
B <sub>7</sub> B <sub>9</sub> B <sub>11</sub>	28	現 場	45.4 46.1 54.9	48.8	335 336 310 293 296 335	318	
C <sub>1</sub> C <sub>3</sub> C <sub>5</sub>	14	現 場	56.5 57.7 45.2	53.1	301 258 153 268 167 249	233 4ヶの平均 (269)	版製作時上下面を逆 にして曲げ強度試験 を行った
C <sub>7</sub> C <sub>9</sub> C <sub>11</sub>	28	現 場	57.8 51.8 49.6	54.7	380 332 406 241 339 314	335	
C <sub>2</sub> C <sub>4</sub> C <sub>6</sub>	14	現 場	41.5 41.8 42.3	41.9	260 271 289 237 269 273	267	版製作時上下面をそ のままにして曲げ強 度試験を行った
C <sub>8</sub> C <sub>10</sub> C <sub>12</sub>	28	現 場	46.8 37.3 52.1	45.4	343 298 292 315 332 388	327	

表11-2 シュミットハンマーによるコンクリート面の反撓係数測定結果

供 試 体 番 号	コンクリート 打設日	材 令 (日)				
		2	3	4	7	21
1	11.10	20.5	25.7	27.6	32.0	31.1
2	〃	20.1	24.4	26.6	32.1	32.2
3	〃	19.8	22.5	25.6	31.0	30.9
4	〃	19.5	23.6	26.8	31.3	30.9
平 均		20.0	24.1	26.7	31.6	31.3
5	11.19	17.9	22.2	24.1	27.4	
6	〃	16.8	22.1	24.6	28.6	
7	〃	16.0	19.4	24.1	28.1	
8	〃	15.5	19.2	24.3	27.4	
平 均		16.6	20.7	24.3	27.9	

### 5. 実験結果に対する考察

A, C版の強度試験結果について、真空処理した場合としない場合の強度比を求めれば表11-3のようになる。また、B版の曲げ強度試験結果より、真空吸引面を下にした場合と、そのままにした場合の強度比を求めると表11-4のとおりである。

表 11-3 真空コンクリートと  
普通コンクリートの強度比

材 齢 (日)	曲げ強度比	圧縮強度比	平均外気温
9	1.21	1.09	- 0.3
14	1.11	1.16	- 0.9
28	1.26	1.17	- 2.2

表 11-4 真空吸引面を逆に  
した場合の強度比

材 齢 (日)	曲げ強度比	圧縮強度比
14	1.27	1.01
28	1.20	1.02

以上の結果から、真空処理したコンクリートは、曲げ・圧縮強度とも真空処理しないコンクリートの10~20%増加している。この試験に用いたコンクリートは幾分硬練りであつたので、水量の多いコンクリートの場合であつたならば強度比はより大きく表われたと思われる。

真空吸引面を上下にした時の強度比では、圧縮強度比は変わらないが、曲げ強度比は、吸引面を下にした方が20%以上大きく表われている。これは、真空処理の効果が、上面ほど大で水セメント比は小さくなつており、強度も大きくなつていたので、真空吸引面を下にして、曲げ試験をすれば、曲げ強度が大きくなるものと思われる。圧縮強度の場合は、上下面のコンクリートの品質が異なつても、上下対称に応力が伝うから、差異が生じないものと考えられる。

表面硬度測定結果は、他に比較すべきものがないため参考に止めておいた。

## 6. 実際施工にあつて

水セメント比を50%としたので、十分ウォークアブルなコンクリートが得られ作業は容易であつた。締固めには、棒、平板バイブレーターを用い、その後をタンパーで仕上げたので、締固めは十分で、平板バイブレーターを用いなくとも十分なくらいであつた。

真空処理後、水分離槽にたまつた水量の測定を行つたところ、1ブロック(5.76 m<sup>3</sup>) 当り約145ℓであつた。すなわち、1m<sup>3</sup> 当り約25ℓ、これを水セメント比にして約8%、初めの水量の約16%が減少している。また、吸水の度合はコンクリートの深度で異なることは容易に推定でき、上層部では水セメント比はより減少していると思われる。

初期強度が高いと考えられるため(10月下旬反撥係数を測定した結果では、材齢3日で30~35に達した)養生期間を短縮し、コンクリート表面のむしろによるおおいおよび散水を4~5日とした。

11月中旬以降の寒冷期には、コンクリートの練りまぜに温水を使用し、打込時コンクリート温度約8°C、真空処理後電熱線により約12°Cを約20時間給熱後、コンクリート面をたわらでおおいをしたのみであつたが、その後の表面における温度は約10°Cを保つていた。これは真空処理により水分が減少し、うわ水が皆無のため硬化が早く起るためと考えられる。また、簡単な保温にかかわらず、コンクリート凍結の例は皆無であつた。

結論としては、まず強度の増加および作業の容易さがあげられる。また、温暖期には、セメント量の減少、養生期間の短縮、型枠のくり返し使用速度の増進、寒冷期には保温装置の簡素化が可能であると思われる。