



Title	建築用コンクリートの耐凍害性に対する北海道産粗骨材の影響
Author(s)	洪, 悦郎; Koh, Yoshiro; 服部, 隆 他
Citation	北海道大學工學部研究報告, 19, 167-174
Issue Date	1958-08-15
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/40632
Type	departmental bulletin paper
File Information	19_167-174.pdf



建築用コンクリートの耐凍害性に対する 北海道産粗骨材の影響

洪 悦 郎
服 部 隆

The Effect of Coarse Aggregates in Hokkaido District on the Durability of Concrete for Building

Yoshiro KOH
Takashi HATTORI

Abstract

The purpose of this investigation was to obtain some informations about the effect of coarse aggregates in Hokkaido district on the durability of concrete for building.

The freezing and thawing cycles were comprised with freezing period of 18~20 hours in brine at $-12\sim-18^{\circ}\text{C}$, and thawing period of 4~6 hours in water at $8\sim15^{\circ}\text{C}$.

24 coarse aggregates were used for the freezing and thawing test. The grading of each coarse aggregates was unified before the test. A portland cement and a fine aggregate from one source were used for the concrete, and a single proportion was applied to the concrete mix. It was composed of 93 litres of cement, 261 litres of fine aggregate and 446 litres of coarse aggregate by absolute volume, and its water cement ratio was kept as 65% by weight.

For all specimens (beam type), the freezing and thawing test was carried out after curing in water at $20\pm 30^{\circ}\text{C}$ for 14 days.

In the case of ordinary concrete for building, designed without the consideration of its durability, the durability varied with the difference of coarse aggregates. For a test of the durability of concrete, it is necessary to consider the deterioration of dynamic modulus and the scaling of its surface together.

1. 梗 概

北海道内で産出する粗骨材の品質を建築用のコンクリートの凍害面より考えて比較検討し凍害を受ける恐れのあるコンクリートに使用するための粗骨材の選択並びにコンクリートの調合設計に応用する目的で実験を行つた。北海道産骨材の品質が劣つていると云われているが、これは道内に良質な骨材がないからではなく、主要都市近郊に於て良質の骨材が少ない事にもその一因があり、建築経済上の観点にたつてのことと考えられよう。更に北海道では比較的激しい気象作用をコンクリートが受けるのである。そこで凍害を受けるコンクリートについて考

えると、凍害は調合によつて最も支配されるものであるのか、或いは骨材の影響がどの程度であるのか等を考慮するにはその資料に乏しく、個々に試みられた資料はあつてもそれらと比較する事は困難であつた。そこで道産の砂利を21種、碎石2種、本州産砂利1種について粒度を調整し、調合を一定としてコンクリート供試体を作製して、同一の条件で凍結融解試験を行い、各骨材がコンクリートの凍害に及ぼす影響を明らかにし、各種試験結果との関係についても考察した。

2. 実験計画

I) 使用材料

a) 試料として用いた粗骨材：道内主要都市に供給される骨材を試験設備の限度内で広範囲に試料とするようにした。但し採取した年度は同一年度とする事が出来得なかつた。例えば相模川産粗骨材は1952年度のものである。他のものは1956~57年度のものである。

なお、安定性損失率は凍融試験によるもので文献(10)を参照。

粗骨材の種類並びに一般的物理性状は第1表の如くである。試料は比較を容易にする為に

第 1 表

地域	産地	種類	比重	吸水率	安定性 損失率	単位容積重量		粗粒率	形態	実積率
						標準	軽装			
石狩	当別川	川砂利	2.60	2.24	5.09	1765	1630	6.43	稍扁平	68.0
	広島	山砂利	2.58	1.21	2.62	1651	1538	6.91	丸味	64.3
	豊平川	川砂利	2.50	3.40	3.59	1693	1550	6.85	粗面	67.7
	豊平	砕石	2.69	2.07	—	1665	1518	6.50	稜角	61.5
	漁川	川砂利	2.45	3.55	—	1520	1330	7.35	粗面	62.0
空知	砂川	川砂利	2.59	2.10	3.06	1701	1575	7.24	丸味	65.9
	滝川	川砂利	2.60	1.60	—	1754	1664	7.49	丸味	67.5
	富良野	川砂利	2.68	1.60	5.31	1740	1633	6.78	稍稜角	65.0
上川	石狩川	川砂利	2.59	2.00	—	1660	1505	7.27	丸味	64.2
	比布	川砂利	2.55	2.15	—	1672	1530	6.94	丸味	65.6
	辺別川	川砂利	2.53	3.09	4.42	1620	1498	7.20	稍稜角	64.0
留萌 天塩	遠別川	川砂利	2.65	0.80	—	1795	1593	6.88	丸味	64.0
	羽幌川	川砂利	2.65	1.20	2.00	1650	1590	7.42	丸味	62.3
	名寄川	川砂利	2.64	1.25	—	1648	1455	7.67	稍扁平	62.5
網走	常呂川	川砂利	2.63	2.56	—	1663	1535	7.30	稍稜角	63.4
十勝	札内川	川砂利	2.67	0.95	2.94	1752	1674	6.59	丸味	66.0
日高 胆振	静内	海砂利	2.80	0.92	2.98	1816	1746	7.81	丸味	64.9
	鶴川	川砂利	2.61	1.05	3.55	1663	1528	6.93	稍稜角	63.8
	室蘭	海砂利	2.60	3.43	—	1647	1497	7.81	丸味	65.2

地域	産地	種類	比重	吸水率	安定性 損失率	単位容積重量		粗粒率	形態	実積率
						標準	軽装			
後志	尻別川 古平樽	川砂利	2.56	3.10	2.16	1648	1478	7.50	多角	64.5
		海砂利	2.60	1.08	—	1715	1575	7.20	丸味	66.0
		碑石	2.75	2.74	6.70	1505	1315	6.43	偏平	54.8
宗谷	おし泊	海砂利	2.41	2.78	—	1660	1550	7.11	多角有孔	68.9
道外	相模川	川砂利	2.66	1.27	5.34	1766	1680	6.36	丸味	66.5

25 mm, 20 mm, 15 mm, 10 mm, 5 mm の各フルイで水洗しつつふるい分けた上で、第 2 表に示す粒度に再調製した。

第 2 表

粒 径 (mm)	5~10	10~15	15~20	20~25
重量百分率 (%)	20	35	35	10

b) セメント：使用したセメントは普通ポルトランドセメント 1 種で日本セメント上磯工場製アサノ普通ポルトランドセメント (昭 32. 10. 2. に実験室へ搬入し、鉄板製サイロに約 1 カ月間貯蔵したもの) を使用した。強度試験結果は第 3 表の如くである。

第 3 表

名 称	フロー	曲げ強度 (kg/cm ²)			圧縮強度 (kg/cm ²)		
		3 日	7 日	28 日	3 日	7 日	28 日
普通ポルトランドセメント市販品 (浅野) 入荷 32. 10. 2.	193	27.4	42.3	62.2	117	196	357

c) 細骨材：湧沸産海砂の 5 mm フルイ全通過分を使用した。

II) コンクリート供試体の作製

a) 調 合：コンクリートの調合は寒冷地の耐久性を目的とした限界の水セメント比 60 % を採るのが原則であるが今回は実際に建築現場で多く用いられている 65 % を採用した。スランプは 17~18 cm としてセメント使用量は約 293 kg/m³ とした。JASS 5「鉄筋コンクリート工事」の標準調合表により広島産粗骨材により試し練を行い、第 4 表の調合を得、総てのものにこれを適用しスランプを測定するのみとした。

第 4 表

W/C (%)	ステンブ (cm)	有効水量 (ℓ/m ³)	絶対容積比 (ℓ/m ³)		
			セメント	砂	砂 利
65	18	190	93	261	446

b) 型枠及び成型方法： 供試体の型枠は $75 \times 75 \times 400$ mm の鋼製型枠を用い、コンクリートはスランプ測定の後、2層に打込み突棒で各層 18 回宛突いた。供試体は 3 個づつ作製するのを標準としたが、試料の関係上本数を減じたものもあつた。

c) 脱型と養生： 供試体は打込み後 20°C 保温箱で 24 時間経過後に脱型し、 $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ の水中にて材齢 2 週まで養生した。コンクリートの打込みが型枠数の関係で 5 日間に及んだため、凍結融解を同時に開始するために初期の養生後にポリエチレンチューブに密封して $-10^{\circ}\text{C} \sim -15^{\circ}\text{C}$ 低温室中で気中凍結して 1~5 日間保存した。

III) 凍結融解試験とその判定

a) 供試体の凍結融解方法： ゴム袋への附着を防ぐために供試体に麻縄を十文字に巻きつけて $80 \times 80 \times 600$ mm で厚さ 2 mm のゴム製の袋中に供試体を納め、その周囲に $0.3 \sim 0.4$ ℓ 水を注入 (薄い部分で 2 mm, 厚い部分で約 15 mm 水におおわれる) した上で $-12^{\circ}\text{C} \sim -18^{\circ}\text{C}$ の CaCl_2 溶液中に約 18~20 時間つけて凍結を行い、融解は $8^{\circ}\text{C} \sim 15^{\circ}\text{C}$ の水槽中にて 4~6 時間として、これを併せて 1 日 1 サイクルとした。

b) 動弾性係数の測定： 動弾性係数の低下を凍融 5 回毎に撓み振動法によつて測定、計算によつて求めた。

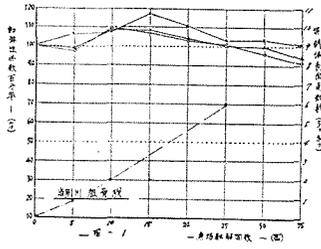
c) 供試体表面の観察： 表面の観察は動弾性係数の測定と同時に行う写真撮影に依つて記録した。第 1 回の気中凍結水中融解後に全供試体の撮影を行い、5 回後に表面破損の生じた供試体のみにつき行い、その他に 5, 10, 25 回後に全供試体について長手 4 面の撮影による記録をした。

d) 粗骨材に起因する点蝕： 供試体表面で明らかに粗骨材によつて生じたと見られる点蝕の数を計測し、単位面積当りの点蝕数で表わす代りに、供試体数について表わすこととした。供試体 1 本長手 4 面の面積は約 1200 cm^2 である。但し、隅角部等で動弾性係数測定等の衝撃による外的な原因で生じたと認められるものは除くようにした。

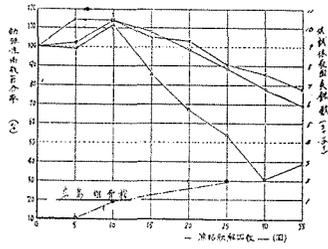
3. 実験の結果

実験の結果は動弾性係数の低下状況を第 1—24 図に示した。

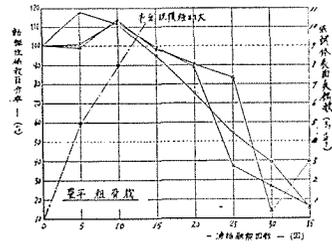
表面の凍結融解 5, 10, 25 回毎に於ける観察によつて点蝕数を調べたわけであるが、その結果を併せてこれらの図に記入して参考に供した。



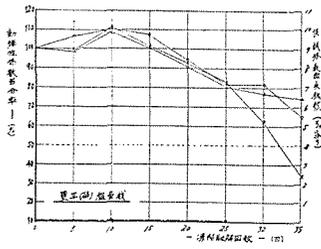
第 1 図



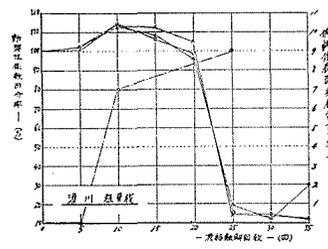
第 2 図



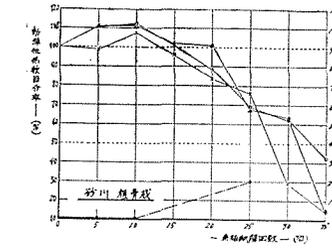
第 3 図



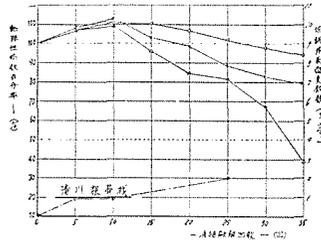
第 4 図



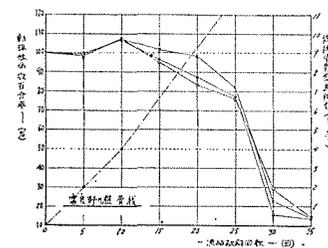
第 5 図



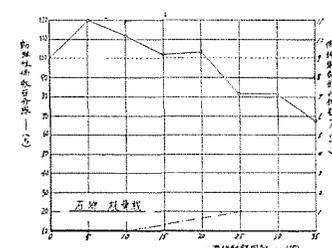
第 6 図



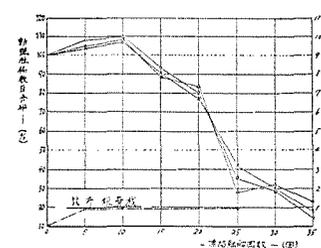
第 7 図



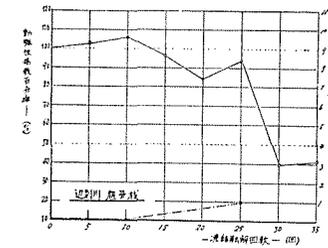
第 8 図



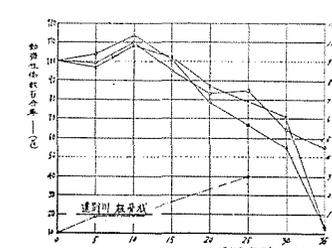
第 9 図



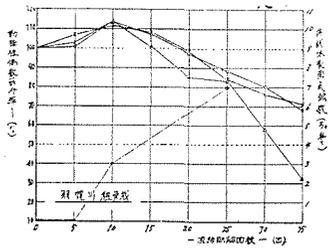
第 10 図



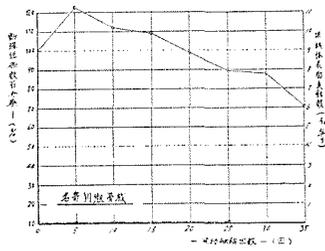
第 11 図



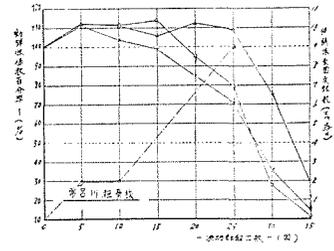
第 12 図



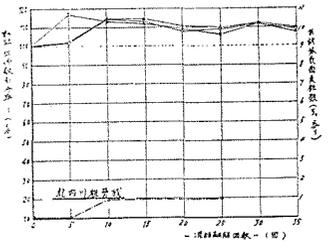
第 13 圖



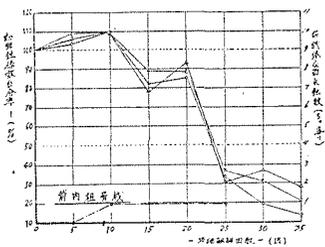
第 14 圖



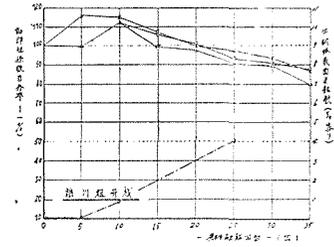
第 15 圖



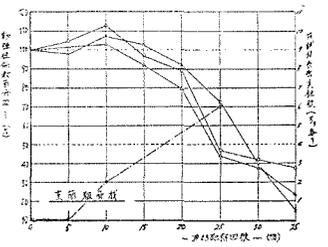
第 16 圖



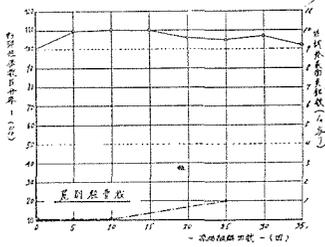
第 17 圖



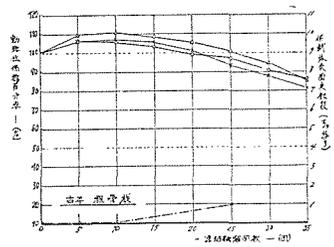
第 18 圖



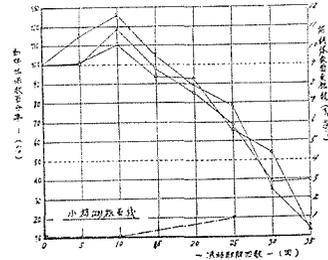
第 19 圖



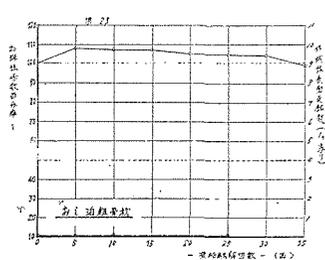
第 20 圖



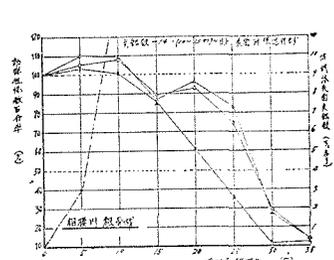
第 21 圖



第 22 圖



第 23 圖



第 24 圖

4. 考 察

a) コンクリートの凍害に粗骨材は影響をあたえる：実験結果により水セメント比 65%，セメント使用量 293 kg/m^3 程度のプレインコンクリートでは明らかに耐凍害性に及ぼす粗骨材の影響による差があらわれた。例えば札内川，当別川，鶴川等に対して漁川，豊平川がその差を示した如くである。然し今回の報告は各骨材についてその耐凍害性の比較資料を得る事が主眼点であつたため，コンクリートの調合と粗骨材との関係については今後に譲る事とする。

b) 凍結融解による動弾性係数の低下と表面の点蝕との関係：点蝕は観察によれば粗骨材中の吸水率の大きい軟石類，きれつを持つ石等による事は明らかであるが，表面に点蝕を生じて動弾性係数は必ずしも低下はしない。又一方点蝕が全く認められなくとも動弾性係数の低下する粗骨材もある。当別川，鶴川等は亀裂を含む石が多く，おし泊は吸水率の多い多孔質の砂利であるにもかかわらず，動弾性係数による結果は良好である。ところが静内産の海砂利は吸水率も少なく，破砕試験¹⁰⁾にも札内川産のものに近い良い結果を得ていたが，動弾性係数による耐凍害性は余りよくない。此の事は粗骨材とモルタルとの附着力が凍結融解により害される事が要因になつているものと考えられる。又この他にアルカリ骨材反応による影響については疑念のこのころがこれは今後の研究に俟たねばならない。

c) 凍結融解試験方法についての提案：今回の実験では建築物の凍害を再現する事を目的とした為に比較的弱い凍結融解を行つたのであるが動弾性係数が低下しない場合にも粗骨材による点蝕が進む場合もある。建築物の耐凍害性について考えるならば動弾性係数の低下はコンクリート構造物の強度の低下となり，最も重要な事項であるが，建築物の外観を損い更に被害を拡大させる点蝕も考慮する必要がある。点蝕が進むならば表面より凍害が進行してコンクリートの強度低下をも促進する事が考えられる。重量損失による耐久性損失の表現法も点蝕による凍害を示し得るわけだが，表面の凍害が相当に進まねば表わし難いからあまり適当ではない。そこで建築物に使用するコンクリートの耐凍害性については動弾性係数の低下と単位表面積あたりの点蝕の数を関連させて判定を行つていく事を提案したい。点蝕は初期に於て顕著に表われるから凍結融解の初期に於ける点蝕の数によつて，動弾性係数の低下速度で表現される耐凍害性を或る程度割引いて考える事がその一方法と考えられる。具体的な方法については今後の研究に譲ることとする。

5. 結 び

此の研究で道産粗骨材の耐凍害性を比較する資料が得られた。調査設計に際して耐凍害性を考慮しないで決定された建築用の普通コンクリートでは粗骨材の差による凍害の差が大である事も明らかにされ，点蝕と動弾性係数の低下を常に併用して検する事の重要性を認めた。

附記 本研究は昭和 31 年度文部省科学研究助成補助金及び昭和 32 年度文部省科学試験研究費によつて行つたものである。

文 献

- 1) F. C. Lang and C. A. Hughes: Accelerated freezing and thawing as a quality test for concrete aggregates, Proc. A.S.T.M. 1931.
- 2) C. E. Wuerper and H. K. Cook: Automatic accelerated freezing and thawing apparatus for concrete. Proc. A.S.T.M. 1945.
- 3) A.S.T.M. Standard: C 292-52 T: Resistance of concrete specimens to slow freezing and thawing in water or brine, Tentative method of test for.
- 4) P. T. F. Wright & J. M. Gregory: An investigation into method of carrying out accelerated freezing and thawing test on concrete. Mag. of Concrete Research, Vol. 6, No. 19, Mar. 1955, p. 39-47.
- 5) 大坪喜久太郎・前田直方: 北海道産骨材の品質について. 北海道大学工学部研究報告, 第9号.
- 6) 木下栄三: コンクリート用骨材の耐久性に就て. 北海道大学工学部建築工学科卒業論文, 昭和29年度.
- 7) 洪悦郎・服部隆・木下栄三: 北海道に於けるコンクリート用骨材の耐久性. セメント技術年報 IX, 1955, p. 222-226.
- 8) 高野宏示: 北海道に於けるコンクリート用骨材の調査研究. 北海道大学工学部建築工学科卒業論文, 昭和30年度.
- 9) 服部隆: 骨材の岩種がコンクリートの耐凍害性に及ぼす影響. セメント技術年報 XI, 1957, p. 316-321.
- 10) 服部隆: 骨材の試験と粗骨材の破砕試験法 (コンクリートの耐久性に及ぼす骨材の影響について第1報). 日本建築学会論文報告集, 第57号, 昭和32年度.
- 11) 大塚康二・鈴木雅夫: 北海道産コンクリート用骨材に関する研究. 北海大学工学部建築工学科卒業論文, 昭和32年度.