

V-170

濁沸石によるコンクリートのポップアウト

建設技術研究所 正会員 正木英和
熊谷組 野坂 徹
建設省土木研究所 正会員 脇坂安彦
間組 正会員 佐々木肇
大成建設 正会員 藤原 靖

1、まえがき

濁沸石はコンクリートにとって有害であるといわれているが、コンクリートにどのような現象が生じるかを詳細に記載した事例は国内では認められない。筆者らは濁沸石によると思われるコンクリートのポップアウトを見だし、形態の計測を行ったので、その結果について報告する。

2、調査コンクリートの概要

A（築後23年）、B（築後16年）両コンクリート構造物（以後A、Bと称す）において、コンクリート壁面に多数のポップアウトが認められる。A、B両構造物とも凍結融解の少ない比較的温暖な地方にあり、両地点間は3.5km程度と近い距離にある。また、両構造物の骨材は、同じ碎石場から採取されており、泥質の結晶片岩を細骨材、粗骨材としている。碎石場での観察によると、濁沸石は骨材中に脈状に含まれていた。

Aのコンクリート壁面は南に面した所と北に面した所があり、両者とも降雨にさらされる環境にあるが、北に面した所は常時日陰となる。Bのコンクリート壁面も降雨にさらされる環境にあり南西に面している。日照条件はAの南北2箇所の中間的な条件を有している。

3、調査の結果と考察

ポップアウトの発生頻度は数10cm間隔で分布しており、直径は15mm前後、内部の深さは4mm程度の局所的なコンクリートの劣化である。ポップアウトを起こした孔の底には、白色、粉状の濁沸石が認められることから、ポップアウトの原因は粗骨材中の濁沸石であると判断される。おそらくコンクリートの表面付近に脈状に濁沸石を含む骨材があり、この濁沸石がコンクリート表面からの乾湿の繰返しにより膨張し、濁沸石脈とコンクリートの表面が接近したものについて、ポップアウトが発生したと考えられる。

ポップアウト孔の計測（図-1）は、無作為に決定した60×60cmの範囲を1地点とし、2構造物（3面）の計62地点で実施した。

ポップアウトの平均的な性状は、計測面ごとに比べると、密度がAの北面で3.5個/0.36㎡、Aの南面で4.6個/0.36㎡、Bで5.3個/0.36㎡でAの北面が最も小さい。Aの南面は表面最大径(a)、底部長さ(b)、深さ(c)とも北面に比べて平均値が大きく、BはAの南北両面の中間的な値を示している。この傾向は特に表面最大径(a)と深さ(c)で顕著に現れている。

密度がAの北面で最も小さいことは、日照条件（乾湿の程度）が大きく関係していると考えられるが材齢

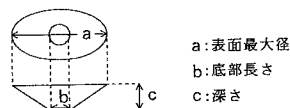


図-1 ポップアウト孔の計測

表-1 ポップアウトの現地計測結果のまとめ

	A北面	A南面	A全体	B南西面
計測箇所の数	19	18	37	25
ポップアウト孔総数	66	83	149	133
ポップアウト孔密度 (個/0.36㎡) (σ_n)	3.5 (2.2)	4.6 (3.2)	4.0 (2.8)	5.3 (2.6)
$\bar{x}$ (mm) (min-max) (σ_n)	13.5 (6.2~32.3) (5.8)	17.8 (5.4~37.6) (7.1)	15.9 (5.4~37.6) (6.9)	14.4 (4.3~37.3) (6.4)
$\bar{y}$ (mm) (min-max) (σ_n)	7.0 (1.0~18.5) (3.5)	8.0 (2.7~21.7) (4.2)	7.5 (1.0~21.7) (3.9)	7.8 (2.4~22.5) (3.8)
$\bar{z}$ (mm) (min-max) (σ_n)	3.3 (1.3~7.8) (1.5)	4.8 (1.0~15.4) (2.7)	4.1 (1.0~15.4) (2.3)	3.5 (0.8~9.0) (1.7)

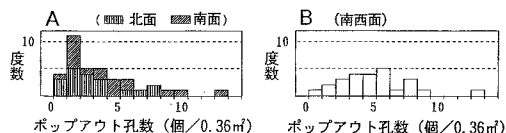


図-2 1地点当たりポップアウト孔数の分布

との関係も無視できないであろう。

ポップアウト孔の各寸法間の相関性をみると、 $a-c$ 、 $b-c$ はBよりAの相関係数が大きい傾向があり、また回歸線の傾きもBよりAが大きい（図-4、5）。 $b-a$ は逆にAよりもBの相関係数が大きく、傾きはほぼおなじである（図-6）。

以上の関係から次のようなことが推定される。各関係のうち最も相関がよいのは、底部長さ(b)と表面最大径(a)である。このことは表面最大径(a)すなわちポップアウトの径は、底部長さ(b)に規制されていることを示している。底部長さ(b)は骨材（濁沸石の脈）の大きさに関係していると考えられるので、結局、ポップアウトの径は含まれている骨材（濁沸石の脈）によって決まっていることになる。 $b-c$ の関係からは、AではBに比べると底部長さ(b)が小さいと、深部からポップアウトすることができないものと考えられる。A、Bの底部長さ(b)と深さ(c)との関係の違いは、コンクリートの強度の違いなどに起因しているものと考えられるが、詳細は不明である。

4、まとめ

比較的近距离に存在する築後23～16年のA、B両構造物に発生した濁沸石に起因するとみられるポップアウトの計測結果は以下のようにまとめられる。

- 1) ポップアウトの密度は3.5～5.3個/0.36㎡、表面最大径は平均15mm、底部長さは平均8mm、深さは平均4mm程度である。
- 2) ポップアウト孔の発生密度は、コンクリート表面の日照条件に左右されている。
- 3) ポップアウトの各形状の相関をとると、底部長さとは表面最大径との相関が最もよく、ポップアウトの径は濁沸石を含んだ骨材の径に関係していると考えられる。

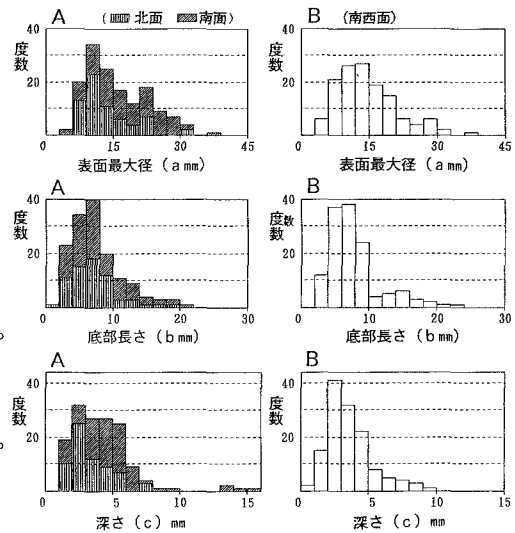


図-3 ポップアウト孔各寸法の度数分布

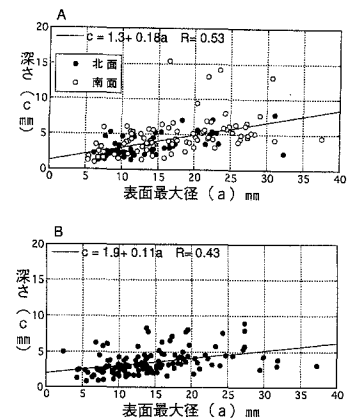


図-4 ポップアウト孔表面最大径 (a) と深さ (c) の関係

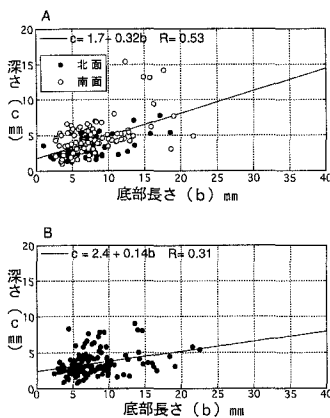


図-5 ポップアウト孔底部長さ (b) と深さ (c) の関係

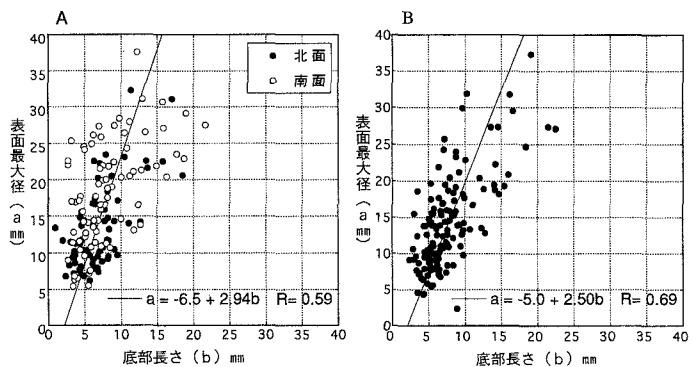


図-6 ポップアウト孔表面最大径 (a) と底部長さ (b) の関係