

コンクリート構造物に対する凍害・塩害・アルカリ骨材反応の影響について

JH東北支社 正員 早坂 進
正員 能正 幸夫
正員〇 野間口法男

1. まえがき

一般的に、コンクリート構造物は、長い年月過ぎるにつれて種々な原因により、使用骨材や構造体に大小なり変質・劣化が生じ損傷が進行して行くものの、コンクリート構造物の耐久性は極めて大きく、ほぼ半永久的に使用に耐えられると考えられていました。しかし、半永久的なものと考えられていたコンクリート構造物が意外にも早期に劣化することが、最近社会的に問題となっている。

東北地方の高速道路においては、積雪寒冷地であることもあり、凍害や凍結防止剤による塩害の影響によりポップアウトやクラック等が発生し劣化している。また、コンクリート用骨材からのアルカリ骨材反応によりクラックが発生し劣化している。この様な現象は、特に供用20年を過ぎた区間に多く見受けられる。

本調査のは、東北自動車道 白河IC～村田IC間の構造物を対象（21橋、9BOX）とし、コンクリート構造物に対する凍害・塩害・アルカリ骨材反応の及ぼす影響について調査した。

2. 調査概要

調査内容としては、コンクリートの劣化が凍害、凍結防止剤による塩害、アルカリ骨材反応に着目して表-1に示す調査項目を実施した。

その他、現況調査（ひびわれ調査）及び強度試験（シュミットハンマーによる測定）を実施した。

3. 調査結果

コンクリートの中性化測定は、コンクリートコアより21試料採取したが、中性化は、0～9mmであり然程進行はしていない結果であった。

膨張量の測定結果は、表-2に示すとおりであるが、本項目は、測定途中段階であり、最終的な判断はできないが、概ね判断することはできると思われる。養生開始後、材齢14日における解放膨張量は採取地点によりかなりバラツキが認められ、Aが、 240×10^{-6} で最も小さく、Cでは 520×10^{-6} で最も大きく、反応性の判定基準 500×10^{-6} を超えていた。残存膨張量を加えた合計膨張量は、2ヶ月の時点では $410 \sim 640 \times 10^{-6}$ で、判断基準を超えたものは、C及びEであった。また、C及

表-1 調査項目

項 目	数 量
コンクリートの中性化測定	21試料
膨張量測定	7試料
塩分分析	42試料
単位容積質量及び吸水率	7試料
骨材の岩種判定	7試料
骨材の含有碱物の測定	7試料
アルカリ骨材反応（化学法）	7試料
コア表面析出物の分析	6試料

表-2 膨張量測定結果

調査No.	解放膨張量 ($\times 10^{-6}$)					残存膨張量 ($\times 10^{-6}$)					
	1日	3日	5日	7日	14日	1週	2週	4週	2ヶ月	3ヶ月	6ヶ月
A	200	220	250	380	380	30	40	20	30	測定中	測定中
B	130	140	170	280	310	30	100	130	110	〃	〃
C	370	370	410	500	520	60	80	90	120	〃	〃
D	110	120	160	220	240	120	180	190	230	〃	〃
E	240	250	290	400	420	100	160	140	160	〃	〃
F	80	100	130	260	280	60	120	170	150	〃	〃
G	380	400	430	430	440	10	20	0	20	〃	〃

びBより採取したコアは、促進養生開始後4週でコア表面からのゲルの析出を認めた。

塩分分析は、搬入されたコンクリート塊25試料のほか、コア7試料及び本線内の緑石部分10試料、計42試料について行った。塩分分析結果は、表-3に示すとおりである。コンクリート塊による塩分分析は、かなり多量の塩化物が検出されたが、同一地点のコアでは、塩化物量は少なくなっている。このことによりコンクリート表層部は、塩化物量をかなり含んでいるが、内部には、あまり浸透していないと考えられる。

骨材の含有物の同定は、各試料の粉末X線回折試験より行った。その結果を表-4に示すとおりであり各構造物より、アルカリ・シリカ反応を越す反応性鉱物の石英を多く含んでいることが考えられる。

アルカリ骨材反応（化学法）試験結果、表-5及び図-1に示すとおりである。Aを除いて、いずれも「無害でない」と判定される。

強度試験結果は、表-6に示すとおりである。
28構造物について、強度試験を実施したが正常部の平均強度は30N/mm2で劣化部の平均強度は20N/mm2であり、劣化部は正常部と比べて2/3の強度である。この結果は、表面的な強度であるため、今後、躯体全体の内面的な強度を知るための調査検討を行う必要がある。

4. まとめ

今回の調査及び試験結果により、コンクリート構造物の劣化された要因として、凍害、塩害及びアルカリ骨材反応によるものか判断することができた。
特に、アルカリ骨材反応は、長期的に反応が続くものと考えられる。そのためアルカリ骨材反応の長期的な評価をするための調査を行っていく。
今後の方針は、管理段階では、凍害、塩害及びアルカリ骨材反応の要因の違いによる補修検討を行い適切な補修を行っていく必要がある。また、建設段階としては、骨材の物性や配合設計など今まで以上に十分留意して行きたい。

表-3 塩分分析結果の平均

種 類	塩化物量 (%) 平均	
	劣化部	正常部
コンクリート塊 (25試料)	0.103	—
コンクリートコア (7試料)	0.008	—
コンクリートコア (本線内10試料)	0.420	0.096

塩分分析の結果は、粉末試料の質量百分率で表している。

表-4 粉末X線回折試験結果

試料No	石英	長石	雲母	輝石	珪泥石
A	○	○	△	-	○
B	○	○	○	-	-
C	○	○	○	-	○
D	○	○	○	-	○
E	○	○	○	-	○
F	○	○	○	-	○
G	○	○	-	○	-

○：非常に多く含まれる
 ○：含まれる
 △：極少量含まれる
 -：含まれない

表-5 アルカリ骨材反応（化学法）試験結果

試料No	アルカリ濃度減少量 (mol/l)	溶解シリカ量 (mol/l)	判 定
A	114	37	無害
B	69	210	無害でない
C	43	56	無害でない
D	36	64	無害でない
E	35	53	無害でない
F	36	57	無害でない
G	227	381	無害でない

表-6 強度試験結果

場 所	平均強度 (N/mm2)
正常部	30
劣化部	20

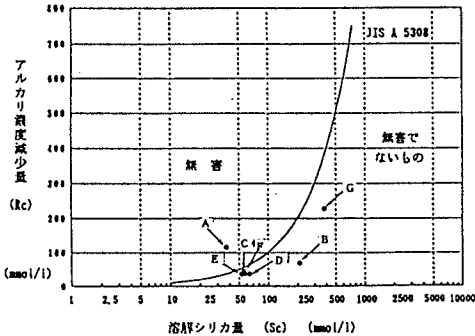


図-1 アルカリ濃度減少量と溶解シリカ量の関係