凍害劣化を生じさせた大型供試体の劣化深さの把握に関する研究

川崎地質株式会社　正会員　○ 皿井　剛典
(独)寒地土木研究所　正会員　林田　宏
戸田建設株式会社　正会員　田中　徹
川崎地質株式会社　澤口　啓希

１．はじめに

現在，凍害劣化が生じたコンクリート構造物の劣化深さの調査手法としては，コア試料やコンクリート表面における超音波伝播速度の測定や，コア試料などの強度試験などが用いられている．しかし，凍害劣化が生じていると，微細なひび割れの影響でコア試料が採取できず，強度試験などが実施できない場合が多い．また，構造物の深度方向の詳細な測定・評価が困難であるなどの問題点がある．

そこで，筆者らは，劣化深さ把握のための新たな手法として，削孔したコア孔内の任意の深度で実施可能な「孔内局部載荷試験」（以下，載荷試験）を考案し，供試体や実構造物での実験を行ってきた．その結果，コンクリート強度は，載荷試験時のコア孔壁への貫入量と載荷荷重から算出される“貫入抵抗値”を約 4 倍することで推定可能であることが分かっている．

本研究では，凍害劣化を生じさせた大型供試体を用い，孔内局部載荷試験により，凍害劣化による強度低下領域の把握が可能かどうかを検討した．

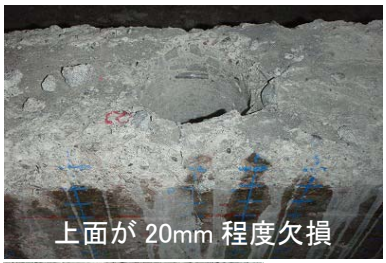
２．試験概要

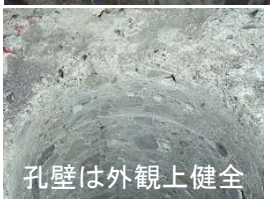
試験は，「孔内局部載荷試験装置」（図－１．以下，試験装置）を用いて実施した．載荷試験は，試験装置をコア孔内に挿入し，任意の深度に固定して，載荷先端を油圧により孔壁に貫入させ，載荷荷重と貫入量のデータをリアルタイムで収録することにより実施した．

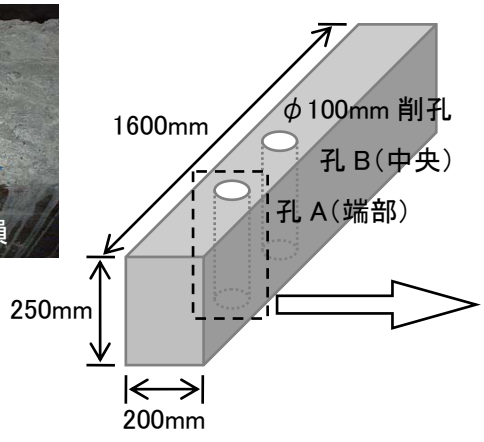
試験に用いた供試体は，200×250×1600mm の梁である．凍害劣化を生じさせた供試体（図－２．以下，劣化供試体）は，ASTM C666 の B 法に準拠し，気中凍結・水中融解（最低温度-18℃，最高温度 5℃），1 サイクル 14 時間を，430 サイクル実施したものである．なお，比較用に，凍結融解を作用させない健全供試体も用いた．

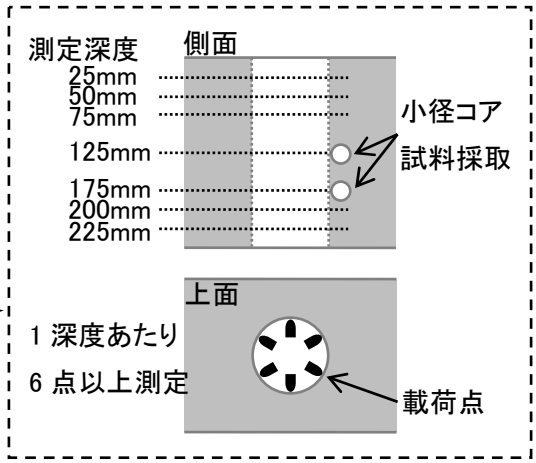
図－１　試験装置と載荷状況

載荷試験は，φ100mm でコア削孔した孔内（劣化供試体 2 孔，健全供試体









図－２　劣化供試体の状況と試験概要図

キーワード　孔内局部載荷試験，凍害劣化，コンクリート強度推定，劣化深さ，強度低下領域
連絡先　〒108-8337　東京都港区三田 2-11-15　川崎地質㈱ 事業本部 技術統括部 保全グループ　ＴＥＬ03-5445-2080

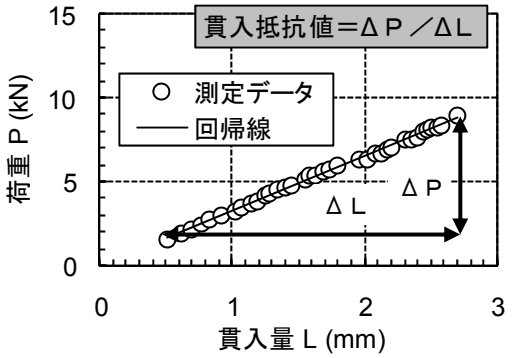
1 孔）において，供試体上面から深さ 25,50,75,125,175,200,225mm の各測定深度で実施した．なお，劣化供試体は，図－２に示すように供試体上面が 20mm 程度欠損した状態であるため，深さ 25mm では試験を実施していない．各深度においては，載荷点を 6 点以上設定し，試験を実施した．

３．結果および考察

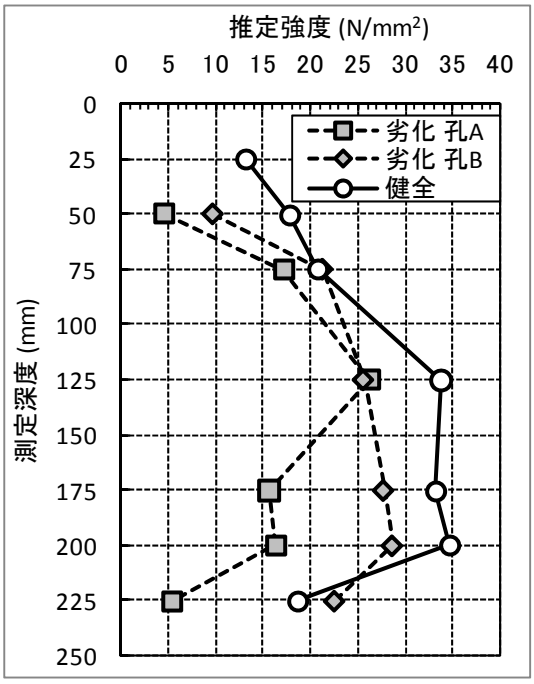
載荷試験によって得られた荷重と貫入量の値は，荷重－貫入量曲線として表し，曲線の傾きから“貫入抵抗値”を求め（図－３），測定深度ごとに平均値を算出した．また，コンクリート強度の推定値は，貫入抵抗値の平均値を 4 倍して算出した. 結果を表－１, 図－４に示す. なお, 載荷試験による推定強度との比較のため, 凍結融解作用の影響が比較的小さいと考えられ，寸法が確保でき，2～3 本のコア採取が可能であった，深さ 125mm および 175mm の小径コアの圧縮強度を表－１に示した．

試験の結果，劣化供試体では，孔 A，B ともに深度 50mm の推定強度が 10N/mm^2 以下となり, コア孔壁は外観上健全に見えるものの強度低下が大きい．また，孔 A は，孔 B に比べて強度が低下傾向にあり，供試体上面に近い深度 75mm だけでなく，供試体下面から 25～75mm 位置にあたる深度 175,200,225mm においても強度が低下しており，供試体下面からの劣化の進行を窺わせる．なお，供試体下面は，上面のような欠損は生じていないものの，微細なひび割れが発生した状態である．

健全供試体は，深度 125,175,225mm の推定強度は 30N/mm^2 以上であり，劣化供試体よりも高い値となった．しかし，供試体上面ほど強度が低下傾向にあり，下面でも強度低下が確認された．ただし，供試体上面の強度低下は，劣化供試体の上面付近の値ほどではないことから，ブリーディングによる影響を捉えた可能性も考えられる．なお，深さ 125mm および 175mm の推定強度は，小径コアの圧縮強度とほぼ一致した値となっている．



図－３　貫入抵抗値の算出方法



図－４　測定深度ごとの推定強度

４．まとめ

凍害劣化を生じさせた大型供試体において，測定深度を変えて孔内局部載荷試験を実施した結果，以下の知見が得られた．

（１）外観上健全に見える範囲であっても，載荷試験によりコンクリートの物性変化を捉えられるため，孔内局部載荷試験は凍害劣化深さの調査手法として有効な手法と言える．

（２）凍害劣化が生じたコンクリートでは，必要な試料採取が困難な場合がある。これに対して，孔内局部載荷試験は，劣化が生じた部位であっても載荷試験が可能であり，劣化後の強度などの材料物性を定量的に把握できる．

表－１　試験結果一覧

供試体		項目		測定深度（供試体表面からの距離）(mm)						
				25	50	75	125	175	200	225
劣化	孔A	孔内局部載荷試験	貫入抵抗値 (kN/mm)	－	1.15	4.29	6.56	3.92	4.08	1.34
			推定強度 (N/mm^2)	－	**4.6**	**17.2**	**26.2**	**15.7**	**16.3**	**5.3**
	孔B	孔内局部載荷試験	貫入抵抗値 (kN/mm)	－	2.42	5.31	6.39	6.92	7.15	5.63
			推定強度 (N/mm^2)	－	**9.7**	**21.3**	**25.6**	**27.7**	**28.6**	**22.5**
		小径コア	圧縮強度 (N/mm^2)	－	－	－	**26.6**	**33.6**	－	－
健全		孔内局部載荷試験	貫入抵抗値 (kN/mm)	3.30	4.47	5.18	8.44	8.31	8.66	4.65
			推定強度 (N/mm^2)	**13.2**	**17.9**	**20.7**	**33.8**	**33.2**	**34.7**	**18.6**
		小径コア	圧縮強度 (N/mm^2)	－	－	－	**31.5**	**37.5**	－	－