

テストハンマーによる反発度からの鉄筋コンクリートの余寿命評価技術

国土交通省 関東地方整備局 荒川下流河川事務所 調査課 榊 茂之
 // 安藤 重治
 日本シビックコンサルタント株式会社 正会員 勝尾 伸一
 // 正会員 ○藤井 和人

1. はじめに

人口減少、構造物の大量更新時代を迎え既存ストックの有効活用が重要な課題のひとつとなっている。この対応策として既存ストックの長寿命化による対応が考えられる。本論では、既存の鉄筋コンクリート構造物の長寿命化を目指した予防保全型の維持管理実務において、有効な手段のひとつになることが期待できる「テストハンマーの反発度からの鉄筋コンクリートの余寿命評価技術」を提案する。

2. 技術的課題

テストハンマーの反発度からコンクリートの圧縮強度を推定する代表的な方法として、「硬化コンクリートのテストハンマー強度の試験方法」(JSCE-G 504-1999)が挙げられる。この方法は、コアサンプリングによる強度測定と比べ、精度は劣るが簡単な装置により部材を損傷しないで測定できる方法であるため、強度を把握する簡易な方法としてよく用いられる。たとえば、国土交通省通達「土木コンクリート構造物の品質確保について」(国官技第61号、平成13年3月29日)では、新設重要構造物に対し、その実施が義務付けられている。このテストハンマーによる強度推定式は、材齢が91日程度までの新設構造物の実測値をもとに構築されており、材齢の大きな既設構造物に適用する場合は、材齢係数による補正が必要とされている。しかしながら、この材齢係数を設定するには、材齢の大きな対象構造物での実測データの蓄積が必要となるため、未だ確立されていない。

一方、中性化の予測式として、大気中の炭酸ガスによるコンクリート表面からの中性化の進行深さを、経過時間の関数として表したものに中性化速度式がある。この式は、中性化が定常状態における炭酸ガスのコンクリート中への拡散によって生じると仮定し「中性化深さ = $a \times \sqrt{t}$ 」(いわゆるルートt則)で表される。この方法は、コンクリート標準示方書[維持管理編]においても中性化予測式のひとつとして示されており一般的によく用いられる。ここに式中の係数aは、

中性化速度係数とも呼ばれる値であり、この値が大きいほど中性化の進行が早く、耐久性が低いことを意味する。この中性化速度係数は、環境条件(大気中の炭酸ガス濃度、温度、湿度、仕上げ材など)の外的要因とコンクリートの性能・品質(透気性、含水率、強度、セメントの種類、調合条件、施工条件など)の内的要因に含まれる多くの要素が複雑に関与するため、実測値をうまく再現する設定が困難とされている。

本論では、これら2つの課題について、国土交通省荒川下流河川事務所より受託した河川管理施設耐震補強詳細設計業務における現況施設の劣化調査で採取した実測値の分析に基づく成果として得た「①テストハンマーで既存の鉄筋コンクリート強度を推定する際の材齢係数」と「②テストハンマーによる鉄筋コンクリートの余寿命評価技術」を提案する。



図-1. 技術的特徴

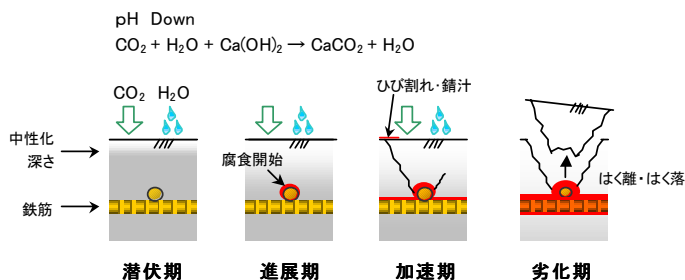


図-2. 中性化の進行模式図

キーワード テストハンマー、鉄筋コンクリートの劣化調査、中性化、維持管理

連絡先 〒116-0013 東京都荒川区西日暮里2丁目26-2 技術本部 技術研究部 TEL 03-5604-7551

3. 河川管理施設耐震補強詳細設計業務

における現況施設の劣化調査概要

表-1に示すとおり、調査対象は、荒川の河口から7km～28kmの地点の間に存在する5つの水門である。これらの供用年数は、13年～35年の間にある。試験では、テストハンマーによる強度推定とドリル法による中性化深さの試験を多数点で実施し、コア抜きによる試験については2箇所でのみ実施した。これら一連の試験結果を踏まえ、現況の劣化調査としては、全水門ともに機構が中性化で状態が潜伏期(図-2)と診断した。

4. テストハンマーで既存の鉄筋コンクリート強度を推定する際の材齢係数

実測値に基づく材齢係数は、テストハンマー強度とコアの強度との比として表すことができる。今回の材齢35年程度の荒川沿川2水門の実測値によれば、材齢係数は、約0.9であった。ただし、この値については、まだ少数のデータに基づく成果であるため、今後のデータの蓄積により検証が必要と考えている。

5. テストハンマーによる鉄筋コンクリートの中性化による余寿命評価技術

実測値の分析により、テストハンマーによる推定強度とドリル法による中性化速度係数との関係として、図-3に示す関係を得た。これらの重相関係数は0.98であり、相関性は極めて高い。中性化速度係数が強度とおおよそ比例関係にあると考える点は、従来からも言われていたが、今回のように実測したテストハンマーの強度と中性化速度係数との関係を実測値により分析した事例は、今回が初めてである。中性化速度は、先に述べたとおり様々な影響を複合的に受けて複雑であるが、今回の水門のように施工時に適切な施工管理がなされ、環境がある程度限定されることを前提にすれば、簡易なテストハンマーによる強度から中性化による余寿命すなわち耐久性が評価できる可能性のあることが解った。図-4は、この知見を元に考案した余寿命評価フローである。

6. おわりに

今回提案した技術は、現在のところ適用範囲が限定されるが、今後の戦略的かつ体系的なデータの蓄積により、標準化を進めれば、維持管理実務において極めて有効な技術になると考えている。

表-1. 現況施設の劣化調査概要

諸元	名前		笹目水門	三領水門	芝川水門	隅田水門	中川水門	備考
	供用年数		19年	13年	33年	35年	22年	
	荒川キロ程		約28km	約24km	約20km	約10km	約7km	
検査・試験値	調査部位		門柱	門柱	門柱	門柱	門柱	
	外観状況	目視	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
	圧縮強度	JSCE-G 504 (テストハンマー)	35.7 N/mm ²	32.7 N/mm ²	38.4 N/mm ²	45.6 N/mm ²	39.1 N/mm ²	平均値
			1.7 N/mm ²	2.3 N/mm ²	5.3 N/mm ²	2.1 N/mm ²	1.8 N/mm ²	標準偏差
		JIS A 1108 (コア)	—	—	35.6 N/mm ²	41.2 N/mm ²	—	
	弾性係数	JIS A 1149 (コア)	—	—	28.2 kN/mm ²	27.5 kN/mm ²	—	
	中性化深さ	NDIS 3419 (ドリル法)	20.0mm	21.2mm	19.9mm	7.9mm	15.1mm	平均値
			6.7mm	6.7mm	8.3mm	4.1mm	3.9mm	標準偏差
		JIS A 1152 (コア)	—	—	18.3mm	8.1mm	—	
	塩化物量	JIS A 1154 (コア)	—	—	0.4kg/m ²	0.3kg/m ²	—	
診断	劣化機構		中性化	中性化	中性化	中性化	中性化	
	劣化過程		潜伏期	潜伏期	潜伏期	潜伏期	潜伏期	

表-2. 実測値に基づく材齢係数

	テストハンマー強度 (N/mm ²)	コアの圧縮強度 (N/mm ²)	材齢係数 コア/テストハンマー
芝川水門 材齢33年	38.4	35.6	0.93
隅田水門 材齢35年	45.6	41.2	0.90

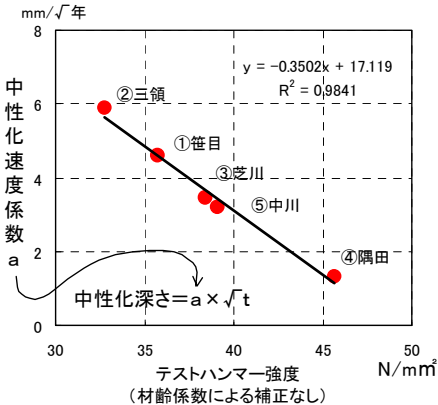


図-3. テストハンマー強度と中性化速度係数との関係

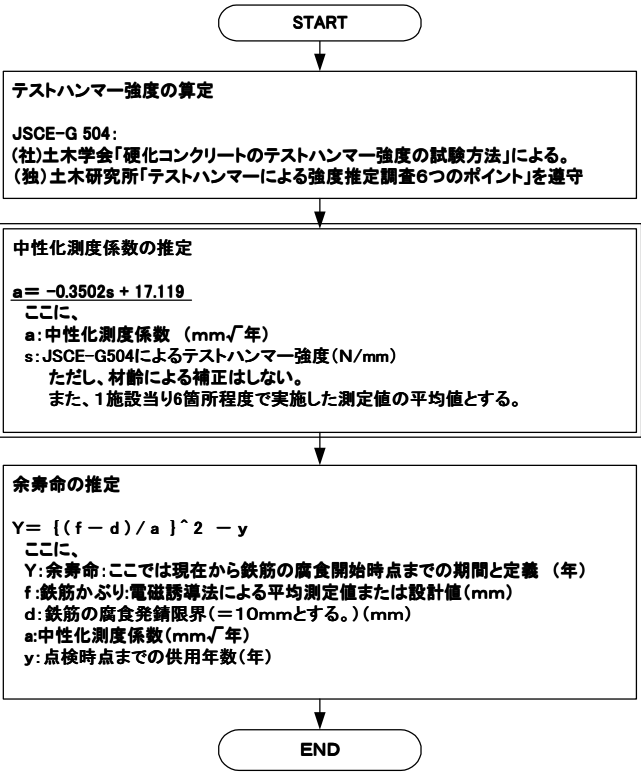


図-4. テストハンマーによる反発度からの中性化の余寿命評価フロー