

V-218 P C 構造物の物理的耐用年数の推定

日本道路公団 試験所 正会員 木曾 茂
同 上 正会員 増田 隆
同 上 正会員 岡 米男

1. まえがき

従来、コンクリート構造物は、漠然と半永久構造物であると考えられていたので、その耐用年数に関する調査・研究は極めて少ない。

昭和61年に土木学会『コンクリート標準示方書』が限界状態設計法に基づいた内容に改定され、各機関において同設計法への移行準備が進められている。この設計法では、設計耐用期間内に発生する荷重等の確率分布を設計に用いることが最も合理的な設計手法であるので、適切な耐用年数を設定する必要がある。

また、今後、増大することが予想されるコンクリート構造物の維持・管理面でも、どの程度の補修・補強をすべきかの判定は、残存する耐用年数が明確であれば、より効率的な補修・補強が可能となる。

本報告は、P C 構造物の物理的耐用年数に関する基礎的資料を得る目的で、供用後30年経過したP C 桁の物性試験および耐荷試験を実施し、その結果について考察するものである。

2. コンクリート構造物の耐用年数

コンクリート構造物の耐用年数は、『経済的な耐用年数』『機能的な耐用年数』および『物理的な耐用年数』に分類される。¹⁾

経済的な耐用年数とは、減価償却資産としての法定耐用年数および償還年数等である。大蔵省令第15号（減価償却資産の耐用年数に関する大蔵省令）によれば、鉄筋コンクリート造りの橋梁の耐用年数は50年である。機能的な耐用年数とは、橋梁前後の道路線形または幅員が変更になった場合等、期待される機能が果たせなくなるまでの期間である。本報告で取り扱う物理的な耐用年数とは、構造物の性能低下および構造材料の劣化等、構造力学、構造工学的な構造物の寿命から算定される耐用年数である。

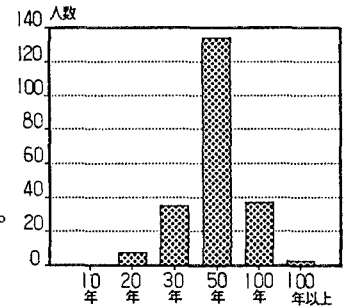
図-1 橋梁の耐用年数¹⁾

図-1は橋梁の耐用年数に関するアンケート結果である。¹⁾

この結果から、土木技術者は橋梁の耐用年数として50年程度を期待値としている。

3. 実験概要

実験に使用したP C 桁の断面を図-2に示す。桁長はポストテンT桁 24.26m、プレテンI桁 11.50mである。これらの桁は、河川改修および交差道路拡幅により架替えられる30年経過した横浜新道の阿久和川橋（橋長:24.26m 幅員:9.25m×2 斜角:45° ポストテンション単純T桁橋）および上矢部橋（橋長:11.56m 幅員:8.75m, 8.25m 斜角:50° プレテンション単純I桁橋）から取り出したものである。

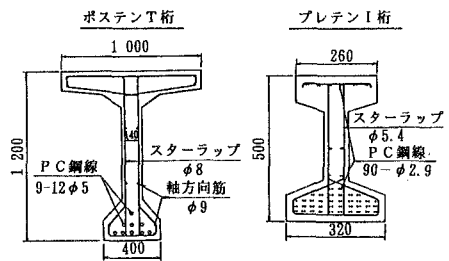


図-2 P C 桁の断面図

3. 1. 物性試験

JIS A 1107に準じてP C 桁からコンクリートコアを採取し、圧縮および引張試験を行った。さらに、コンクリートの中性化深さおよび塩化物含有量を測定した。また、桁からP C 鋼材および鉄筋を採取し、鋼材の引張試験を行った。P C 鋼材の有効緊張力は桁中央断面のP C 鋼材を切断し、ひずみを測定して算出した。

3. 2. 耐荷力試験

ポストテンT桁の曲げおよびせん断耐力試験は、静的最大荷重 600tfの油圧サーボコントロール方式の試験機を使用した。プレテンI桁の試験は、静的最大荷重 150tfの電気油圧サーボ方式の試験機を使用した。曲げ試験は、載荷桁を用いてスパン中央に対して対称な2点に載荷した。せん断試験は、a/d（せん断スパン

と有効高さとの比）を変化させて試験を行った。

表－1 物性試験結果

4. 実験結果と考察

物性試験の結果を表－1に示す。コンクリートの圧縮強度は、両桁とも700 kgf/cm²以上の高強度であった。その他の物性から判断しても、コンクリートは非常に健全であると言える。

P C鋼材および鉄筋についても、現行のJIS等の規格値を十分に満足する結果が得られた。

耐荷力試験の結果を表－2および表－3に示す。曲げ破壊モーメントの理論値は、材料の応力－ひずみ関係の非線形を考慮し、コンクリート応力を等価応力ブロックとしたつり合い条件式から求めた。既往の実験と同様に、実験値と理論値は非常によく一致している。

また、現行の『道路橋示方書Ⅲコンクリート橋編』（以下道示Ⅲと略す）の終局荷重によるモーメントと比較すると1.40～1.55倍の安全率がある。

せん断破壊の理論値のうちコンクリートのせん断耐力は、 $a/d \geq 2.5$ には『コンクリート標準示方書』に示される式の基本式¹⁾、 $a/d \leq 2.5$ はタイドアーチ的破壊機構を考慮した式²⁾を適用した。両桁とも実験値は理論値より大きくなり、ポステンT桁はほとんど曲げ破壊が先行したが、その原因として次のような要因等が考えられる。①プレストレスの効果はCEB/FIP のデコンプレッショ

ンモーメントを用いる方法を採用しているが、既往の実験でもバラツキが大きいことが判明している³⁾ ②T型ばり等では部材の断面形状がせん断耐力に及ぼす影響が大きい³⁾ また、桁のせん断耐力は、道示Ⅲの終局荷重に対して十分な安全率がある。

ポステンT桁橋について、現行の道示Ⅲにより試設計して比較した結果、終局荷重作用時のねじりせん断力によりウェブ厚は14cmから20cmとなった。スターラップは約7倍となり、鉄筋全体量でも約6倍となった。

結論

供用後30年経過したP C桁の物性試験および耐力試験を行ったが、使用材料の劣化等はまったく認められず、十分な耐荷力を有していた。また、現行の道示Ⅲ等により試設計するとウェブ厚は約1.7倍、鉄筋量は約6倍となった。従って、現行の示方書等により適切な設計、材料の選択および施工された橋梁等のP C構造物の耐用年数は、土木技術者が一般的に期待値としている50年を上回るものと推定される。

1)土木学会：コンクリート標準示方書（昭和61年制定）改定資料、ライブラリー第61号、1986.10 2)土木学会：コンクリート構造の限界状態設計法指針（案）、ライブラリー第61号、1983.11 3)佐藤ら：プレストレストコンクリートはりのせん断耐力と破壊性状、コンクリート工学年次論文報告、1987

材料名	試験項目	Pos. T 桁	Pre. I 桁
		試験値	試験値
コンクリート	圧縮強度	726 kgf/cm ²	757 kgf/cm ²
	引張強度	45.3 kgf/cm ²	55.6 kgf/cm ²
	弾性係数	3.90×10^5 kgf/cm ²	4.07×10^5 kgf/cm ²
	中性化深さ	0 cm	0 cm
	塩化物量	NaCl 0.09 kg/m ³	NaCl 0.12 kg/m ³
P C鋼線	引 降伏点	167 kgf/mm ²	184 kgf/mm ²
	引 張	189 kgf/mm ²	206 kgf/mm ²
	張 伸び	4.04 %	4.75 %
	弾性係数	2.09×10^6 kgf/cm ²	1.94×10^6 kgf/cm ²
	有効緊張力	78.5 kgf/mm ²	86.6 kgf/mm ²
鉄 筋	引 降伏点	47 kgf/mm ²	62 kgf/mm ²
	引 張	55 kgf/mm ²	66 kgf/mm ²
	弾性係数	2.07×10^6 kgf/cm ²	2.07×10^6 kgf/cm ²

表－2 曲げ破壊試験

桁種別	ひびわれ発生モーメント(t・m)		破壊曲げモーメント(t・m)		
	実験値	理論値	実験値	理論値	道示Ⅲ
Pos. T 桁	236	205	452	447	321
Pre. I 桁	23	21	42	42	27

*)道示Ⅲは $1.3 \times (\text{死荷重}) + 2.5 \times (\text{活荷重} + \text{衝撃})$ 又は $1.7 \times (\text{死荷重} + \text{活荷重} + \text{衝撃})$ によるモーメント

表－3 せん断破壊試験

桁種別	供試体 No. (a/d)	曲げひびわれ発生荷重 (t)		斜めひびわれ発生荷重 (t)		破壊荷重 (t)			破壊形状
		実験値	理論値	実験値	理論値	実験値	理論値	道示Ⅲ	
Pos. T 桁	C-1.00	105	97.1	73	38.0	149	70	11.9	斜引張破壊
	F-1.00	100	79.8	125	36.0	185	153	62.6	曲げ破壊
	F-1.25	75	63.2	110	28.0	152	107	60.9	曲げ破壊
	F-1.50	60	56.5	130	27.0	133	89	59.2	曲げ破壊
	F-2.00	60	48.6	90	26.0	121	68	55.5	曲げ破壊
Pre. I 桁	F-2.50	40	42.0	75	20.0	97	58	51.9	曲げ破壊
	F-1.20	82	79.8	54	22.4	135	46	16.4	ウェブ圧壊
	F-1.50	64	64.5	48	19.6	102	34	15.8	斜引張破壊
	F-3.00	32	33.4	34	13.8	54	24	14.6	ウェブ圧壊

*)例えばC-1.00は試験位置が桁中央断面で $a/d=1.0$ を意味する。F-2.00は試験位置が支点断面で $a/d=2.0$ を意味する。**)道示Ⅲは $1.3 \times (\text{死荷重}) + 2.5 \times (\text{活荷重} + \text{衝撃})$ 又は $1.7 \times (\text{死荷重} + \text{活荷重} + \text{衝撃})$ の大きい値