

V-22

石灰系膨張材を用いたボックスカルバートの力学的性状

福岡大学 ○正員 忝田 政司

〃 〃 大和 竹史

〃 〃 江本 幸雄

大野コンクリート(株) 高瀬 義晴

1. まえがき

ボックスカルバートは水路用函渠や共同溝等に使用されているが、主に地下埋設構造物であるために、ひびわれが発生すると鉄筋の発錆が地上構造物に比べて大きくなる。近年、コンクリートの耐久性が問題となり、ひびわれ幅の制限等が限界状態設計法指針(第1期)にもうたっている。このようにひびわれ幅の小さいボックスカルバートの製造方法として、従来のプレストレストコンクリートの他に膨張材を用いてコンクリートにケミカルプレストレスを導入する方法がある。膨張材を用いたコンクリートに関してこれまで数多くの研究が行なわれ、その特性の解明もかなりの程度まで進んでいる。しかしながらボックスカルバート等に膨張材を用いた実験は少ない。本実験は石灰系膨張材を用いたボックスカルバートの力学的性状を把握し、設計計算を行なうための資料と得るために行なった実験の一部である。

表-1 コンクリートの配合表

記号	水セメント比 細骨材率	単 位 量				
		セメント (kg)	膨張材 (kg)	水 (kg)	細骨材 (kg)	粗骨材 (kg)
E-0	W/C=50% S/A=44%	350	0	175	775	1/25
E-7		326	24	175	775	1/25
E-14		301	29	175	775	1/25

2. 実験概要

実験に用いたセメントは普通ポルトランドセメント、膨張材は市販の石灰系膨張材、粗骨材は砕石、細骨材は海砂を使用した。コンクリートの配合を表-1に示す。膨張材はセメント重量の内割で混和し、混和量は0%、7%、14%(以下E-0、E-7、E-14と記す)とした。供試ボックスカルバートの形状を図-1に示す。外寸法 $2200 \times 1400 \times 600$ mm、厚さ200mm、ハッチ部寸法150mmのものと用いた。鉄筋はダブル配筋とし、拘束鉄筋量の相異による影響を調べるために、主鉄筋比はAシリーズで1.75%、Bシリーズで0.62%とし計6体を作製した。養生は蒸気養生と行ない最高温度 65°C で約3時間保持し、その後は自然放冷し、24時間で脱型後、屋内に設置し材令14日以降に載荷試験を行なった。載荷試験は底版の側壁中立軸下の2点ピン支持、頂版中央2点載荷とした。測定項目はボックスカルバートの初期ひびわれ荷重および破壊荷重、ストレインゲージによる鉄筋およびコンクリートのひずみ量、ダイヤルゲージによるたわみ量、フラックメータによる頂版のひびわれ幅と測定した。長さ変化率の測定は一軸拘束型枠を用いて「膨張コンクリートの拘束膨張および収縮試験方法」のA法に準じてダイヤルゲージにて測定を行なった。

3. 実験結果および考察

拘束用供試体の長さ変化率を図-2に示した。図より蒸気養生を行うとE-14では材令1日で最大膨張を示し、その後膨張率が低下し材令14日で 380×10^{-6} であった。図-3はボックスカルバート各部の鉄筋の長さ変化のうち頂版中央部鉄筋についての測定結果である。E-14-Aの鉄筋の伸びは 600×10^{-6} となった。蒸気養生後のコンクリートは乾燥により収縮し、プレーンコンクリート(E-0)では材令14日で -75×10^{-6} 程度に収縮したが、膨張材を使用したボックスカルバート(E-14)は材令14日で $250 \sim 300 \times 10^{-6}$ の膨張が残存した。又、鉄筋量の相異によ

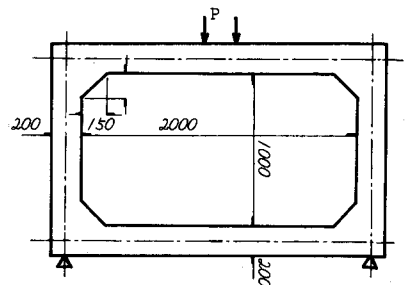


図-1 ボックスカルバート寸法

る影響は、今回の実験の範囲内ではあまり顕著に現われていないが、鉄筋量が多いものの方の膨張率が大きい傾向にあった。又、ボックスカルバート中の鉄筋の長さ変化率から導入されたケミカルプレストレス量と推定するとE-14-Aで9.2%、E-14-Bで3.2%となった。なお推定は次式で算出した。 $\sigma_{cp} = E_s \cdot \epsilon$

σ_{cp} : ケミカルプレストレス量(N/mm²) E_s : 主筋

のひずみ ϵ_s : 鉄筋のヤング係数(N/mm²) ρ : 主筋方向の鉄筋比

載荷試験時におけるボックスカルバートの各試験結果を表

-2、図4～図6に示した。表-2より初期ひびわれ(ひびわれ幅約0.02mm)荷重および破壊荷重は膨張材が増すにつれて大きくなり、初期ひびわれ荷重はE-14-Aで25%、E-14-Bで40%増大した。図-4は各荷重におけるボックスカルバート頂版のたわみ量である。図より膨張材の混入率が増すにつれてたわみ量も小さく、荷重15t付近でE-14とE-0と比較すると約35%小さくなった。

図-5はAシリーズの頂版下面のひびわれ図である。この図より、膨張材の混入率が増すにつれてひびわれ本数が減少し、又同一荷重におけるひびわれ幅も小さくなり膨張材による影響が顕著に現われている。図-6はモーメントとひびわれ幅の関係を示したもので、実測のひびわれ幅と限界状態設計法指針(案)の式 $w = \frac{k \sqrt{M_u}}{C + \sqrt{C + \frac{M_u}{M_{u0}}}}$ の関係と表わしたものである。ここで M_{u0} はひびわれと検討する曲げモーメント、 M_u は破壊曲げモーメントで M_{u0} は1.2である。図より膨張材混入率の増加に伴い、同一ひびわれに対するモーメントが大きくなる傾向にあり、膨張材を使用することによって上式のひびわれも制御できるものと思われる。

以上のことより膨張材の使用によって曲げに対するひびわれ耐力が向上することが確かめられた。今後の問題としてケミカルプレストレスが軸方向に対して全一様に、長期にわたって分布するのか、又ひびわれ幅の算定に対して数多くのデータを集めて検討しなければならないと思われる。

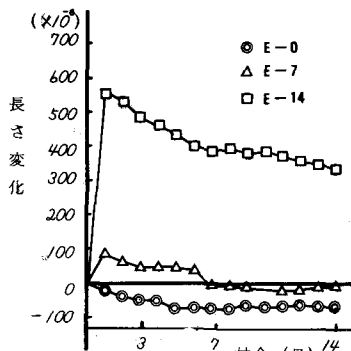


図-2 拘束用供試体の長さ変化

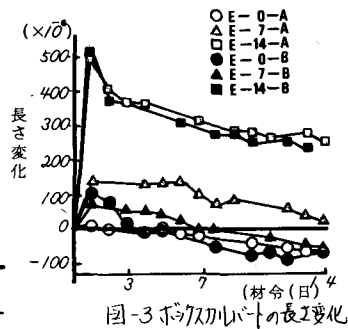


図-3 ボックスカルバートの長さ変化

表-2 載荷性状

	E0A	E7A	E14A	E0B	E7B	E14B
初期ひびわれ荷重	8 ^t	8 ^t	10 ^t	5 ^t	6 ^t	8 ^t
破壊荷重	30 ^t	31 ^t	35 ^t	20 ^t	20 ^t	21 ^t

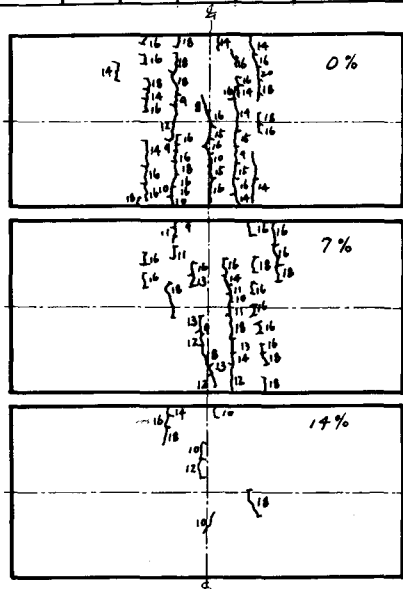


図-5 ひびわれ図(Aシリーズ)

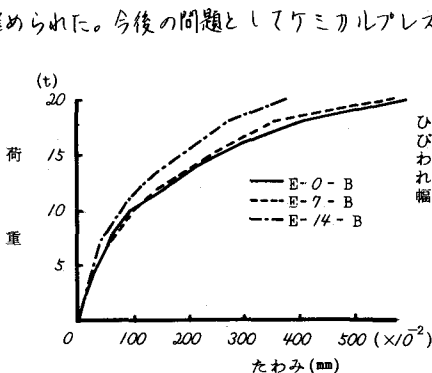


図-4 荷重-たわみ曲線

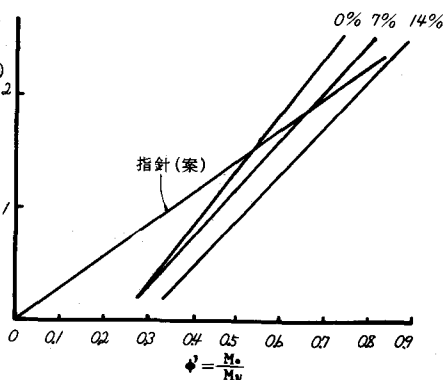


図-6 ひびわれ幅とモーメントの関係