

V-213 複合構造型腹板によるPC箱桁橋の軽量化に関する一考察

九州大学工学部 学生員○横山和昭 九州大学工学部 正員 太田俊昭
九州大学工学部 学生員 弘重智彦 ｱﾝﾌﾟﾗｲﾝｸﾞ(株) 日和田希与志

1. まえがき 最近、産業界では労働者不足とそれに伴う人件費の高騰という問題に対処するために高度の機械化が生産方法の主流となっている。建設業界においても、特にコンクリート構造物の施工時における型枠工や配筋工など現場熟練工の不足が極めて深刻な問題となっている。このため、建築構造の分野では、目下施工方法が現場打ち固定支保工法からプレキャストブロック工法に急速に移行しつつあり、橋梁の分野でもその有効性が認識されつつある。PC橋においてもこの種の工法としてプレキャストブロック工法があり、欧米のPC橋の施工法の主流をなしているが、桁自重のより一層の軽量化を図ることが今後の重要かつ魅力ある課題¹⁾となっている。本研究では、主たる対象としてPC箱桁橋を選び、桁自重の軽量化を図ることを目的とするものである。

2. 複合構造型腹板の概略 一般に、PC箱桁橋における腹板の全桁自重に占める割合は30~40%である。この腹板を、炭素繊維ネットや可撓性ポリマーコンクリートなどの新素材を用いた薄板と、高強度コンクリートを用いた骨組部材とから成る複合構造型腹板に置換することにより、腹板の占める重量を低減させ、全桁自重の軽量化が可能となると考えられる。また、本構造は、作用荷重のほとんどを骨組部材と炭素繊維ネットで、また、薄板に作用する引張力は埋め込まれた炭素繊維ネットでそれぞれ負担する抵抗メカニズムを目指しており、今回は、図-1に示すような十字型等の補剛材を用いた場合について検討を行った。なお、図-2に薄板材料としての可撓性ポリマーモルタルの力学性状について示す²⁾。

3. 解析方法および解析結果 本研究では、まず等方性材料を用いて線形有限要素法による応力解析を行ない、さらにその結果を基に直交異方性材料による応力解析^{3), 4)}を行っている。解析例として一般的なPC箱桁橋である大柱大橋⁵⁾を用いた。ここで、PC箱桁橋における腹板は上下が連結されており、解析上境界条件が複雑となるため、今回は図-3に示すような境界条件による3ブロックの解析モデルを考えた。解析断面としては曲げモーメントの卓越した断面を選び、外力として図-3に示すような作用力および自重を作用させた。

解析は、表-1に示す3ケースについて行い、その応力性状について検討を行った。各ケースの最大主応力についてまとめたものを表-2に示す。表-2より、CASE Iは薄板に大きな圧縮応力が作用し、CASE IIでは薄板の圧縮応力は大幅に減少している。これは、可撓性ポリマーコンクリートを薄板に用いることにより荷重分担率が変化したためと考えられる。しかし、その応力に着目すると、引張応力が許容応力より大きく、改善の必要がある。そこで、炭素繊維ネットを用いて全体を補強する構造(CASE III)、すなわち、CASE IIに炭素繊維ネットを埋め込み、引張抵抗力を強化した構造について解析を行い、換算ネッ

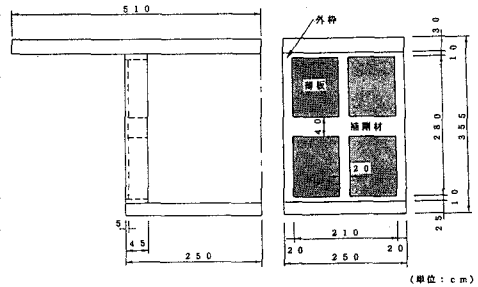


図-1 (a) 十字型腹板

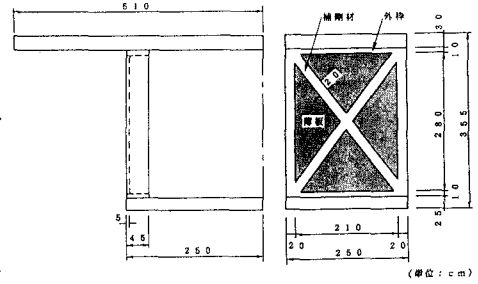


図-1 (b) X型腹板

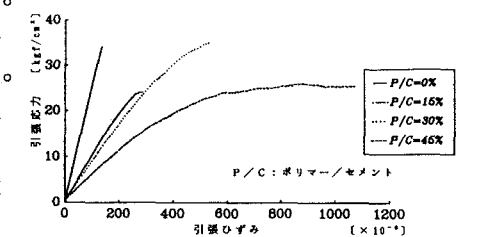


図-2 応力-ひずみ曲線

ト厚を変化させた場合の最大主応力の変化を図-4に示す。表-2より、CASE IIIはCASE IIに比べ圧縮応力がほとんど変化していないが、引張応力は大きく増加している。また、図-4より、換算ネット厚を増加させても、最大主応力は薄板の引張主応力が増加していることを除けば、ほとんど変化していないため、換算ネット厚の変化が応力性状にあまり影響を与えないことがわかる。以上より、複合構造型腹板は、薄板に可撓性ポリマーコンクリートを用いるだけでなく、少量の炭素繊維ネットを埋め込むことにより、応力性状が改善され、所要の軽量化が可能であることを示している。

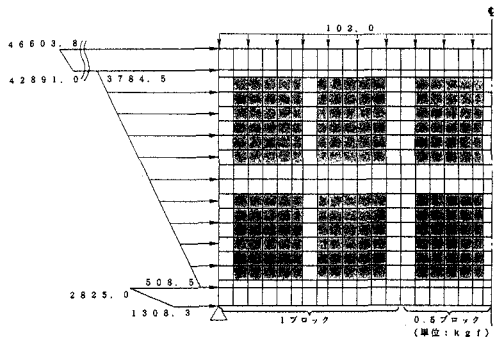


図-3 解析モデル図

4. まとめ 本研究は、複合構造型腹板という新しい構造概念を有する腹板をPC箱桁橋に用いた場合の応力性状について主に解析的に考察したものである。すなわち、腹板に発生する引張応力を可撓性コンクリートに埋め込んだ炭素繊維ネットで負担し、圧縮応力を骨組部材で負担する

表-1 使用材料および弾性係数 (kgf/cm²)

	外枠・補剛材		薄板	
	材料	弾性係数	材料	弾性係数
CASE I	無筋コンクリート	3.5×10^5	無筋コンクリート	3.5×10^5
CASE II	無筋コンクリート	3.5×10^5	可撓性コンクリート	3.5×10^4
CASE III	無筋コンクリート	3.5×10^5	可撓性コンクリート	3.5×10^4
	炭素繊維ネット	1.5×10^6	炭素繊維ネット	1.5×10^6

ような新しい抵抗メカニズムの構築により、腹板の軽量化が可能であることが本解析により明らかにされた。今回の計算例では、従来型の一様な幅の腹板を用いた場合に比べ約54%の軽量化が可能である。言うまでもなく、最適な腹板断面諸元を決定するには薄板部に使用するポリマーコンクリートや骨組部に使用するコンクリートの力学特性を的確にモデル化した非線形解析を行う必要がある。また、炭素繊維ネットと可撓性ポリマーコンクリートの付着性等の問題や本腹板の施工性、経済性についても検討することが必要である。これらについても今後研究を進めていく予定である。

表-2 最大主応力 (kgf/cm²)

	最大主応力	薄板	外枠	補剛材
		CASE I	引張	19.3
	圧縮	328.1	241.3	211.3
CASE II	引張	9.8	77.9	18.4
	圧縮	53.2	256.3	325.6
CASE III (0.1)	引張	20.7	100.7	73.1
	圧縮	50.7	246.1	310.2

CASE IIIの()内は換算ネット厚 (mm)

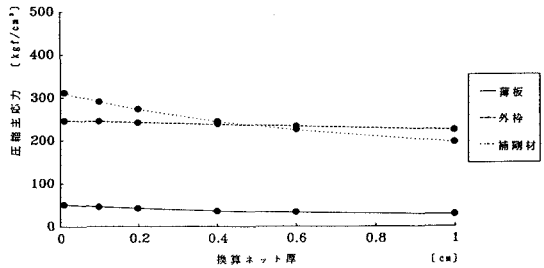
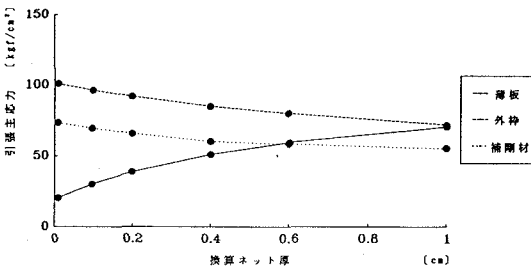


図-4 換算ネット厚と最大主応力との関係

参考文献 1)猪股俊司:鋼・コンクリート合成構造の最近の話題,新しい分野でのPCの活用,1990.

2)日和田希与志:P C箱桁橋の軽量化を目的とした新素材の利用に関する基礎的研究,九州大学工学部土木工学科卒業論文,1990. 3)Zienkiewicz:The Finite Element Method,1977. 4)W. F. Chen:Plasticity In Reinforced Concrete,1982. 5)大津ら:大桂大橋の施工,プレストレストコンクリート,Vol. 32, No. 4, 1990.