

高耐久性埋設型枠で被覆された合成部材のひび割れ性状

九州工業大学 正会員○山崎 竹博 学生員 妹林義昭
同 上 学生員 境 謙一 学生員 林 孝雄

1. まえがき

珪酸カルシウム水和物をマトリクスとするコンクリートは、乾燥に伴う収縮ひずみや空気中での炭酸化、海岸での塩分浸透、硫酸塩環境でのカルシウムサルホアルミネートの生成など、耐久性を損なう要因を内在している。このようなコンクリートの耐久性を向上させると同時に、現場作業の省力化も図る一方法として、近年、高耐久性埋設型枠パネルでコンクリートを被覆する工法が採用され始めた。

本研究では、構造物にひび割れ発生後の埋設型枠パネルの付着性状を調べる目的で、埋設型枠パネルを有する両引き供試体コンクリートのひび割れとパネルへの伝達状況を観察した。

高耐久性埋設型枠パネルにはポリエステルレジンコンクリート(REC)およびメチルメタクリレート含浸コンクリート(PIC)を用い、型枠を製作後コンクリートを打設して供試体を作製した。

2. 実験概要

両引き試験に使用した供試体の形状寸法を図-1に示す。実際の施工では埋設型枠の組み立てに当たって数枚のパネルを合成する。これらのパネルにひび割れが伝達されない最大パネル幅を推定するため、供試体寸法を30, 45, 60cmの3段階に変化させた。高耐久性埋設パネルには高強度で透水性のないPIC, RECのポリマーコンクリートを使用した。PICパネル裏面には最大寸法15~20mmの骨材を接着しコンクリートとの付着強度を高めた。RECパネルの裏面は硝子状態の滑らかさであり、付着力は5cm及び10cm間隔の格子状に配置した立体金網のスタッド(φ3.2mm)で受け持たせた。パネルの寸法は幅15cm, 厚さ2.5cm, 長さ30, 45, 60cmの3種類である。

本体として打設する普通コンクリートの配合はW/C=50%, s/a=43%, 単位セメント量370kg/m³であり、平均圧縮強度は286kgf/cm², 弾性係数は3.38×10⁵kgf/cm²であった。供試体の断面図心位置には引張り加力用に鉄筋SD295A, D22を一本配置している。

3. 実験結果および考察

3.1 ひび割れ間隔 引張力を受ける鉄筋コンクリートのひび割れ間隔推定式にはCEB-FIPや角田らの式などがある。CEB-FIPの式を用いてパネルのない供試体のひび割れ間隔を求めると、かぶり4.9cm, 鉄筋間隔15cmを代入して23cmと計算される。したがって、ひび割れは供試体長さ23×2=46cm以上で生じることになる。実験では引張力によるひび割れが生じない場合として長さ30cmの供試体も製作したが、鉄筋の降伏後に鉄筋に沿う割裂ひび割れを生じ、パネルの剥離には至らなかった。

$$S_{rm} = 2 \left(C + \frac{s}{10} \right) + k_1 k_2 \frac{\phi}{\rho_f}$$

ただし、 S_{rm} : 平均ひび割れ間隔,
C: かぶり, s: 鉄筋間隔, k_1 : 作用応力の状態(一様引張りでは0.4),
 k_2 : 鉄筋の種類による係数0.25,
 ϕ : 鉄筋直径2.2cm, ρ_f : 鉄筋比
0.0211.

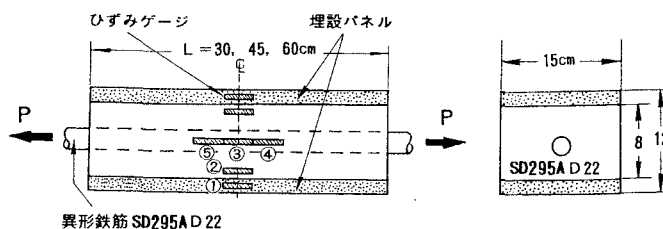


図-1 両引き試験供試体

3.2 コンクリートのひび割れ荷重 表-1, 2にPICおよびRECパネルを用いた供試体の両引き試験によるコンクリートのひび割れ荷重, 荷重5tでの鉄筋の負担力, パネルのひび割れ荷重又は剥離荷重ならびに

表－１ PIC供試体の面引き試験結果

長さ cm	No	埋設パ ネルの 有無	コンクリ ート ひび割れ 荷重tf	5tf時 鉄筋力 tf	パネル ひび割れ 荷重tf	ひび割れ 本数	ひび割れ 間隔 cm
30	1		8.61	2.12	8.61	0	—
	2	有	8.47	1.80	8.47	0	—
	3		8.50	1.75	8.50	0	—
	4	パネル無	4.52	1.87	—	0	—
45	1		2.20	++++	9.00	1	22.5
	2	有	4.00	++++	8.50	1	22.5
	3		2.00	++++	8.28	1	22.5
	4	パネル無	4.35	1.28	—	1	22.5
60	1		2.10	1.15	7.50	1	30.0
	2		2.70	0.96	7.28	1	30.0
	3	有	2.40	0.74	8.24	1	30.0
	4		2.50	0.74	8.10	1	30.0
	5	パネル無	4.34	5.00	—	1	30.0

注1) ++++:ゲージ断線のため測定不能。

表－２ REC供試体の面引き試験結果

長さ cm	No	供試体 の種類 cm	コンクリ ート ひび割れ 荷重tf	5tf時 鉄筋力 tf	パネル ずれ荷重 tf	ひび割れ 本数	ひび割れ 間隔 cm
30	1		3.90*	2.06	—	0	—
	2	10×10	3.50*	2.37	—	0	—
	3		3.50*	2.75	—	0	—
	4	5×5	3.50*	2.45	5.60	0	—
	5	パネル無	3.00*	2.85	—	0	—
45	1		3.30	1.45	5.20	1	22.5
	2	10×10	3.00	1.33	6.20	4	9.0
	3		3.00	1.07	5.30	3	11.3
	4	5×5	3.00	2.50	6.30	0	—
	5	パネル無	3.20	4.33	—	1	22.5
60	1		2.50	0.85	7.00	4	12.0
	2	10×10	3.50	0.58	6.70	4	12.0
	3		3.50	0.78	7.50	4	12.0
	4	5×5	2.50	0.68	7.70	3	15.0
	5	パネル無	2.50	4.81	—	2	20.0

注2) *:微細ひび割れのみで、目視確認は不可能

ひび割れ本数、ひび割れ間隔をまとめて示した。

ひび割れ荷重は図－２に示す供試体の荷重～ひずみ

曲線の急変点から求めた。PICパネルは、コンクリートとの付着力が大きく、パネルの剥離はコンクリート部の引張破壊の形式となる。一方、RECパネルはほとんど純付着力はなく、立体金網のスタッド作用によってコンクリートとの一体化を保っている。

両者のひび割れ荷重は、PIC供試体の方がRECの供試体に比べて内部のコンクリートのひび割れは早いが、その後もパネルが引張力を負担するため、最終的な耐力はパネルが引張強度約150kgf/cm²に達しひび割れを生じるまでとなる。

コンクリートのひび割れ後のパネルの荷重分担を比較するため、荷重5tfでの鉄筋力を測定した。ちなみに、コンクリートにひび割れがない場合の鉄筋の理論的な荷重分担力は、荷重5tfに対して0.62tfである。

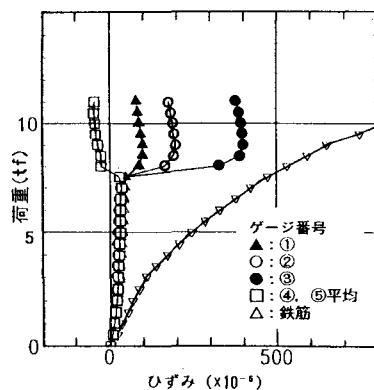
実験結果ではREC供試体の鉄筋力がPIC供試体のそれよりも、供試体長さが短い場合に大きく、RECパネルは境界面の滑りによって荷重の伝達が小さくなることを示している。そのため、立体金網のスタッド間隔を半分にした場合でも、RECパネルにはひび割れが発生しなかった。この場合、パネルとコンクリートの間に明らかな滑りが見られ、スタッドの耐力と耐久性がコンクリートの防食に大きい影響を与えることになる。

3. 3 パネルの付着力と被覆効果について

RECパネルの付着力を高め、コンクリートの被覆効果を大きくする目的で立体金網の開きを10cmと5cmとに変化させたが、コンクリートのひび割れ荷重、鉄筋の分担力ともに顕著な相違は見られなかった。すなわち、背面の滑らかなRECパネルでも10cm格子でφ3.2mmのスタッドを配置すればよいことが分かる。しかし、コンクリートのひび割れ間隔はRECパネル供試体では12cm程度になっており、CEB-FIPの式にパネルの断面を削除して求めたひび割れ間隔15cmに近くなっている。すなわち、RECパネルの被覆効果は十分であるが、コンクリート部材の一部として剛性評価することは困難である結果を得た。

4. まとめ

ポリマーコンクリートパネルは景観、防食、省力施工などの目的で、木場公園歩道吊橋や甌島大橋、明石大橋、鶴見航路橋、吊床版橋などへ徐々に用途が拡大している。今後、使用目的や構造形式に合わせてコンクリート本体との合成度合いを考慮することが可能となれば更に適用範囲が広まるものと考えられる。



図－２ PICパネル30cm供試体の荷重～ひずみ曲線