

RC版の衝撃挙動に関する実験的研究

神戸大学工学部

藤井 学

神戸大学工学部

宮本文穂

住友金属工業(株)

尾形龍夫

神戸大学大学院

○池尾孝司

(株)大林組

松中一郎

1. まえがき

海洋コンクリート構造物の多様化、高架橋高欄等へのコンクリートの使用によって道路橋RC床版のみならず、衝撃的な荷重作用を受けるコンクリートは多くなっている。しか

表1 床版の種類と記号

し、鋼繊維、膨張材、メッシュ筋等を組み合わせたコンクリート版の耐衝撃性に関する研究が少ないのが現状である。そこで本研究は鉄筋コンクリート床版を基準として鋼繊維、膨張材、メッシュ筋が主に耐衝撃性にいかに貢献するかを、特に静的および衝撃靱性の向上、コンクリート破片の飛散防止、ひびわれの分散に対する貢献に着目し、実験的に明らかにすることを目的としている。

	衝撃	静的
鉄筋コンクリート床版	RC-1	RC-2
鋼繊維を混入し、鉄筋10%版	FRC-1	FRC-2
・および膨張材混入した。	CFRC-1	CFRC-2
上面にメッシュ筋を配置した。	1MRC-1	1MRC-2
下面にメッシュ筋を配置した。	2MRC-1	2MRC-2

2. 実験概要

1) 供試床版 表1に示す5種類の床版について静的および衝撃試験を行なうものとする。供試床版は $130 \times 130 \times 13 \text{ cm}$ の正方形版で支間長 120 cm で8辺単純支持とした。配筋図を図1に示す。

2) コンクリートの配合および使用材料 実験に用いたコンクリートは設計基準強度 300 N/cm^2 であり、その配合を表2に示す。メッシュ筋は線径 26 mm 、網目寸法 50 mm の絡接金網を、鋼繊維はISファイバーを、膨張材はデンカCSAを用いた。

3) 実験方法

(a) 静的試験 門型載荷装置を用い、油圧ジャッキにより床版中央に設置した載荷板($15 \times 5 \text{ cm}$)に荷重を加えた。荷重段階は、上限 2 ton ずつ増加させ、下限を 0 ton とする繰り返し載荷とし、各荷重段階で10回繰り返した。

(b) 衝撃試験 図2に示す装置を用い、所定の位置から重量 500 kg の重錘を振り子式で落下させて衝撃力として作用させた。載荷位置には載荷板($15 \times 5 \text{ cm}$)とゴム板($15 \times 5 \times 1 \text{ cm}$)を重ねて固定した。重錘の落下高さは原位置から 5 cm ピッチで上げていき各高さで10回繰り返した。

4) 測定項目 静的試験では図1に示す測点でのたわみおよび

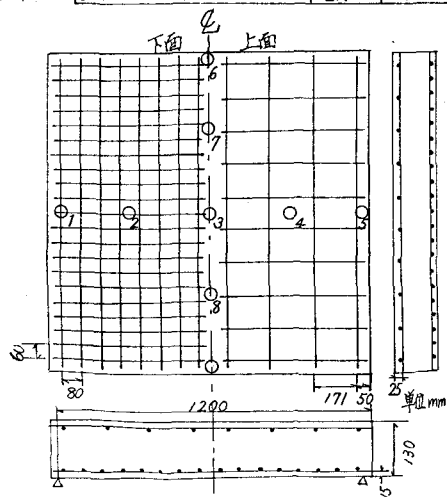


図1 配筋図および観測点

表2 示方配合表

	RC	FRC	CFRC
CSA混率(%)	0	0	13
鋼繊維混入率(%)	0	15	15
水セメント比(%)	46	46	46
粗骨材率(%)	38	38	38
単セメント	322	322	280
CSA	0	0	42
水	148	148	148
粗骨材	1133	1108	1107
細骨材	703	688	687
鋼繊維	0	118	118
膨張材	875	875	875

FUJII, MANABU, MIYAMOTO, AYAHO, OGATA, TATSUO, IKEO, TAKASHI, MATSUNAKA, ICHIROO.

鉄筋ひすみ。衝撃試験ではそれに加えて図1に示す測点での加速度を測定した。

3. 実験結果および結論

表3に主な実験結果の一覧を示す。本研究で得られた結論を以下に記す。

(1)表3より、鋼繊維は静・衝撃荷重下でひびわれ発生を遅らせ、版のせん断抵抗を増し破壊形式をせん断から曲げに移行させる。また図3は衝撃破壊後の床版下面のひびわれ状況を一例としてRC、FRC床版について示したもので

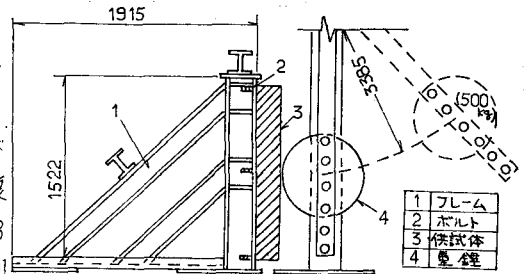


図2 衝撃試験装置 (単位 mm)

表3 実験結果

鋼繊維の混入により降伏線の数が増し、降伏機構に変化を与える。

(2)表4は静荷重 20tonにおける各床版の割線剛性を求めたもので、鋼繊維、メッシュ筋は版の剛性を高め、たわみを減少させる

		σ_c (kg/cm ²)	σ_t (kg/cm ²)	E_c (kg/cm ²)	材令 (日)	ひびわれ Per (t)	ひびわれ Hor (cm)	破壊荷重 Pa (t)	破壊高 Hu (cm)	ひびわれ直前 主筋 配筋	破壊形式
RC	-1	255	26.9	3.3×10 ⁴	17	16.9	10	25.8	35	88 97	押壊せん断
	-2	"	"	"	14	8.0	—	23.0	—	87 75	"
FRC	-1	398	46.3	2.9×10 ⁴	13	22.0	15	33.8	100	—	曲げ
	-2	"	"	"	10	12.0	—	29.2	—	72	"
CFRC	-1	435	55.0	2.9×10 ⁴	19	18.1	15	36.2	170	75	"
	-2	"	"	"	17	12.0	—	28.5	—	79	"
IMRC	-1	385	29.1	3.3×10 ⁴	12	13.5	10	30.3	150	—	"
	-2	"	"	"	10	12.8	—	28.7	—	100	押壊せん断
2MRC	-1	317	30.3	3.4×10 ⁴	14	14.3	10	25.7	45	79 85	"
	-2	"	"	"	12	10.0	—	28.0	—	85	"

(3)表5は変位分布より主、配筋方向の破壊時における曲率を求めたもので、鋼繊維は版の塑性変形能を向上させる。また衝撃荷重は静荷重と比較して鋼繊維、メッシュ筋の効果で、配筋方向の曲率が増加し床版全体で荷重をうけていていると考えられる。

表4 割線剛性(単位 N/mm)

床版名	回数	1回目	10回目
RC-2		3.36 (1.00)	3.02 (1.00)
		5.64 (1.68)	5.29 (1.75)
FRC-2		5.64 (1.68)	5.32 (1.75)
		4.73 (1.41)	4.49 (1.48)
CFRC-2		5.64 (1.68)	5.32 (1.75)
		4.73 (1.41)	4.49 (1.48)
IMRC-2		5.64 (1.68)	5.32 (1.75)
		4.73 (1.41)	4.49 (1.48)
2MRC-2		5.64 (1.68)	5.32 (1.75)
		4.73 (1.41)	4.49 (1.48)

床版名	回数	$1/R_0$ (mm ⁻¹)	$1/R_0$ (mm ⁻¹)
RC	-1	4.13×10^{-5}	2.39×10^{-5}
	-2	7.96×10^{-5}	3.73×10^{-5}
FRC	-1	1.23×10^{-4}	6.33×10^{-5}
	-2	1.73×10^{-4}	4.24×10^{-5}
CFRC	-1	1.25×10^{-4}	9.88×10^{-5}
	-2	1.13×10^{-4}	2.76×10^{-5}
IMRC	-1	1.17×10^{-4}	3.74×10^{-5}
	-2	9.48×10^{-5}	3.42×10^{-5}
2MRC	-1	8.82×10^{-5}	7.53×10^{-5}
	-2	7.82×10^{-5}	3.32×10^{-5}

(4)重錘の衝突速度、はね返り速度および質量を v_1 , v_2 , m とすると重錘の損失エネルギー U_0 は $U_0 = \frac{1}{2}m(v_1^2 - v_2^2)$ となり、これは近似的に吸収エネルギーとみなせる。図4は U_0 と落下高さの関係を示したものであり、CFRC、IMRC、2MRC床版はエネルギー吸収特性が非常に類似している。

(5)メッシュ筋の下面配置と両面配置との差異は、後者の床版の剛性が鋼繊維を混入したものと同程度まで高くなっていることおよびひびわれ分散の効果がより顕著であるといえる。

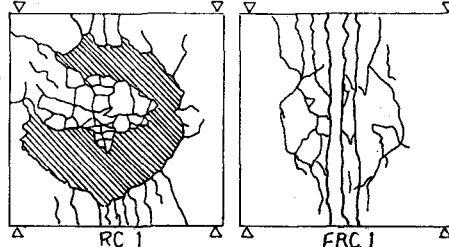


図3 破壊後のひびわれ状況(衝撃)

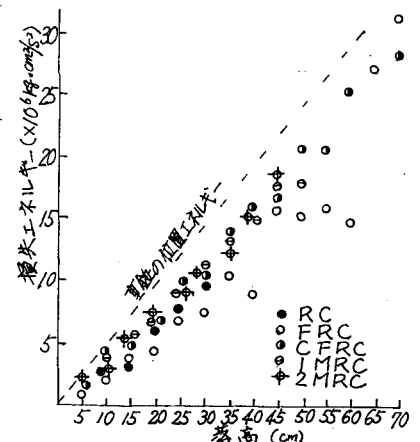


図4 損失エネルギーと落下高さの関係