

V-187 充腹型SRC構造の限界状態設計方法への適用に関する問題点

鹿児島大学○学生員 米 盛 司 郎
鹿児島大学 正 員 松 本 進

1. はじめに

昭和61年のコンクリート標準示方書の大改訂により、同示方書の中にSRC構造が取り入れられた。鉄骨鉄筋併用構造に関しては、鉄骨部分を鉄筋に置き換えることによって鉄筋コンクリート（以下、RCと略記）構造と同じ設計思想を通して、充腹型のSRC構造については必ずしも設計思想が明白でないところが多くみられる。例えば、使用限界状態におけるひびわれの検討においては充腹型の鉄骨の取扱いが明白でなく、将来は鉄骨の比率を考慮したひびわれ幅の算定式が必要と考えられる。また、たわみや振動等の変形に関する設計については示方書では言及されていない。疲労限界状態の検討においては、通常では鉄骨と鉄筋の力学性状はできうる限り同等のものを選ぶとすれば、当然のことながら鉄骨に作用する応力は一体性を考えた本設計法では小さくなると予想されるが、疲労破壊はRC部材に多くの場合は発生するものと考えられる。場合によっては、鉄骨自身の形状、寸法等から考えれば鉄骨が疲労破壊することは極めて少なくなると考えられるのであって、RC部材の分担割合が決まれば疲労の検討はRC部材のみで設計できる可能性がある。なお、鉄骨自身の疲労に対する評価式がRC部材同様明らかにしておく問題は残されている。本研究ではSRC構造の積極的利用を図るべく上記した様な問題に対して基礎的な資料をもとにして検討しようとするものである。

2. 実験概要

供試体は全部で11本あり、曲げ破壊が先行するものを5本、せん断破壊が先行するものを6本作製した。曲げ供試体は図-1に示すように、断面が15×25cm、せん断供試体は図-2に示すように、断面が20×25cmの共に長さ210cmの矩形ばりであり、この中に鉄骨を埋め込んだ。載荷方法は通常の2等分点載荷で、一方向単調載荷と一方向繰返し載荷および交番載荷の3種類とした。一方向繰返し載荷および交番載荷では荷重を漸増させながら破壊に至らした。曲げ供試体においてはせん断スパン比（ a/d ）を3、せん断供試体においてはせん断スパン比（ a/d ）を2.5とした。各供試体に用いた鋼材の種類および載荷方法を表-1に示す。また、表-2に各供試体のコンクリート強度、表-3に使用した鋼材の機械的性質を示す。

表-1 各供試体の鋼材と載荷方法

供試体 No.	鉄骨（H型）	鉄筋		載荷方法
		圧縮	引張	
曲 げ	1 100・50・5・7	3-D13	3-D13	交番
	2 100・50・5・7	3-D16	3-D16	交番
	3 100・50・5・7	3-D19	3-D19	交番
	4 100・50・5・7	3-D16	3-D16	一方向単調
	5 100・50・5・7	3-D16	3-D16	一方向繰返し
せん 断	1 100・100・6・8	4-D19	4-D19	交番
	2 125・125・6.5・9	4-D19	4-D19	交番
	3 125・60・6・8	4-D19	4-D19	交番
	4 100・100・6・8	4-D19	4-D19	一方向単調
	5 125・125・6.5・9	4-D19	4-D19	交番
	6 100・100・6・8	4-D16	4-D16	交番

※ スターラップはφ6を200mmピッチで配筋
ただしせん断No.5はなし 単位（mm）

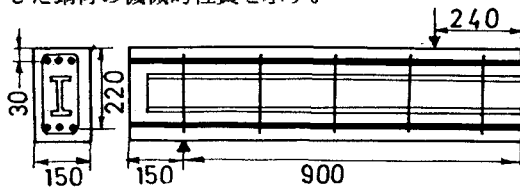


図-1 曲げ供試体の断面寸法

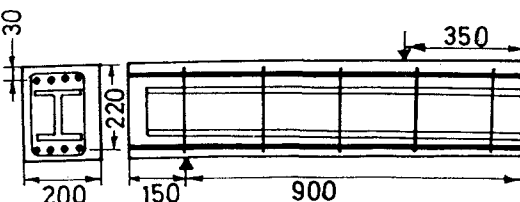


図-2 せん断供試体の断面寸法

表-2

各供試体のコンクリート強度

供試体 No.	コンクリート強度	
	曲げ	せん断
1	366	378
2	362	370
3	374	365
4	366	378
5	374	370
6		385

単位（kg/cm²）

表-3

鋼材の機械的性質

種 類	降伏点応力度	引張強度
φ6	3114	4176
D13	3512	5249
D16	3431	5102
D19	3514	5340
H型鋼	3360	

単位（kg/cm²）

3. 実験結果

(1) 終局限界状態について

表-4、表-5は曲げおよびせん断耐力について実測値と解析値、設計用値を一覧にして示したものである。曲げについては、供試体N0. 3を除けばいずれの場合にも曲げに対する部材係数を通常のRCと同様に1. 15程度考慮すれば安全度は約2倍程度となり、累加型の耐力算定方式が極めて高い安全性を与えてしまう可能性があることを示唆している。同様に、せん断についても検討してみると部材係数を1. 3程度を取ると、1. 5倍程度の安全性があることが認められる。この表より曲げおよびせん断に対する安全性を直接比較できないが、少なくともこの結果は場合によってはせん断の方が曲げよりも安全性の点から劣る場合があると判断される。

(2) 使用限界状態について

充腹型SRC構造のひびわれ幅に対する検討は、鉄骨とコンクリートとの付着応力度の制限と鉄骨のかぶりが10cm以上のと規定から考えると、さしずめは鉄筋の応力度算定がRC部材のそれと同様にできれば、耐久性に対する検討は十分であると判断される。しかしながら、示方書でも指摘があるように鉄骨をも含めたひびわれ幅算定式の開発が望まれるし、RC部材の設計法との整合性がでてくる。

(3) 疲労限界状態について

図-3は、実測の曲げモーメント・曲率関係の一例を示したもので、この場合鉄骨比が3. 6%程度でもこの変形状は極めて弾性的であり、曲げおよびせん断の疲労に対する設計はRC部材および鉄骨部材のそれぞれの分担割合が定量的に決まればその分担割合に応じてRC部材および鉄骨部材の疲労に対する検討を行えば良いと考えられる。図-4、図-5は曲げおよびせん断の使用状態時における分担割合の一例を示したもので、これよりいずれの場合もそれぞれの分担割合はほぼ一定と考えて差し支えないようである。SRC構造の疲労に対する検討は鉄骨自身がその形状・寸法および配置から考えて疲労破壊がしにくい構造となっていることを考え合わせれば、最終的にはRC部材の疲労を考慮すれば良いようになるものと考えられる。なお、鉄骨自身の疲労に対する検討は当然の事ながらしておく必要はある。

4. おわりに

今回の報告では、検討すべくデータが数少なく推測の域を出ていないところが多いが、充腹型SRC構造の設計に対して、現行の問題点の指摘とその対処がある程度できたものと思われる。

表-4 曲げ供試体の終極耐力

供試体 N o.	実測値 ①	解析値			設計用値			比率	
		M _R	M _S	②	M _R	M _S	③	①/②	①/③
1	5.58	1.26	2.73	3.99	0.90	2.32	3.22	1.40	1.73
2	6.63	1.26	4.09	5.35	0.90	3.56	4.46	1.24	1.49
3	7.69	1.26	5.96	7.22	0.90	5.05	5.95	1.07	1.29
4	6.86	1.26	4.10	5.36	0.90	3.57	4.47	1.28	1.53
5	6.77	1.26	4.10	5.36	0.90	3.56	4.46	1.26	1.52

※ M_R, M_S: 鉄筋コンクリート、鉄骨のそれぞれの曲げ耐力 単位 (t・m)

表-5 せん断供試体の終局耐力

供試体 N o.	実測値 ①	解析値			設計値			比率	
		S _R	S _S	②	S _R	S _S	③	①/②	①/③
1	16.5	7.4	9.8	17.2	6.6	7.0	13.6	0.96	1.22
2	18.7	7.4	13.5	20.9	6.5	9.6	16.1	0.89	1.16
3	19.4	7.4	12.7	20.1	6.5	9.1	15.6	0.97	1.25
4	17.9	7.5	9.8	17.3	6.5	7.0	13.5	1.03	1.33
5	15.1	5.7	13.5	19.2	5.3	9.6	14.9	0.78	1.01
6	16.5	6.8	9.8	16.6	6.0	7.0	13.0	0.99	1.27

※ S_R, S_S: 鉄筋コンクリート、鉄骨のそれぞれのせん断耐力 単位 (t)

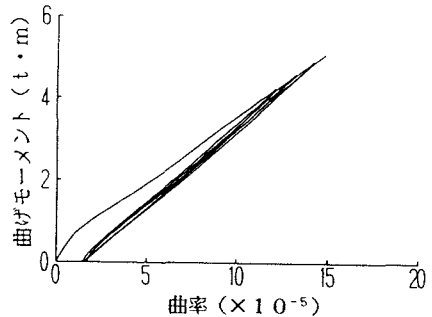


図-3 曲げモーメントと曲率の関係

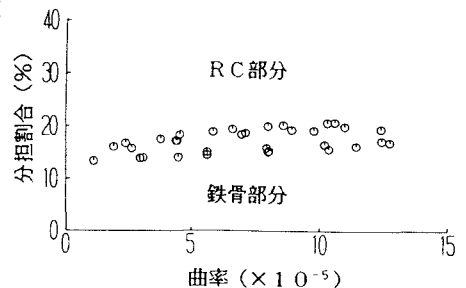


図-4 曲げモーメントの分担割合と曲率の関係

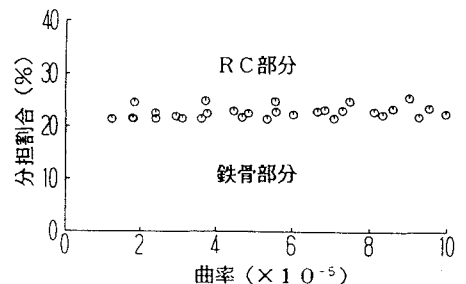


図-5 せん断力の分担割合と曲率の関係