

分割鋼管を用いた枠付 RC ブレースによる耐震補強工法に関する研究

正会員 ○萩尾浩也 * 同 栗田康平 *
同 増田安彦 *

耐震補強 枠付 RC ブレース 分割鋼管
接着接合 高強度鉄筋

1. はじめに

著者らは、大きな開口率および靱性能を有し、低騒音・低振動で揚重機を必要としない、省スペース施工が可能な耐震補強工法¹⁾(以下、枠付 RC ブレース型耐震補強工法)を開発し、実施している。枠付 RC ブレース型耐震補強工法の概要を図-1 に示す。本論文では、本工法の補強耐力の高強度化および施工性の省力化、並びに梁破壊型の評価方法確認を目的として行った実験に関して報告する。

2. 実験計画

2.1 試験体

試験体は 3 体で、一覧を表-1 に示す。試験体形状および配筋図の例として、KB6B を図-2 に示す。各試験体の目的は、KB3n が梁破壊型の耐力検討のため、KB6B が補強効果の向上を目的にブレース筋に高強度鉄筋を用いた場合の耐力検討のため、KB6C が枠鋼管内の配筋省力化のためである。具体的には、図-3 に示すように躯体側のみを連続配筋として、省力化している。これにより、ノード内の配筋密度が低くなるので、施工性の向上が期待でき

る。試験体への軸力導入は、実際の設計条件と同じになるように、補強を行う前に実施した。

2.2 使用材料

使用した鉄筋の機械的性質を表-2 に示す。コンクリートの力学的特性は、試験体一覧(表-1)に併せて示す。

2.3 加力方法

補強前に導入した軸力を維持したまま、水平方向にオイルジャッキにて片押しの正負繰返し载荷を行った。

3. 実験結果

各試験体の水平力 Q(kN)と部材角 R(%)の関係を図-4 に、最終破壊状況を写真-1 に、および実験の破壊経過一覧を表-3 に示す。KB3n は、引張側のブレース筋の降伏後、柱のひび割れよりも梁のひび割れの進行が顕著となり、最終的には梁のせん断破壊に至った。KB6B は、引張側のブレース筋の降伏後、KB3n と異なり梁よりも柱の損傷が進行し、最終的には、加力側の柱頭部のパンチングと梁下接合部の破壊により、耐力低下した。KB6C は、KB6B と同じ破壊パターンをたどり、最終破壊も、KB6B と同じ破壊であった。

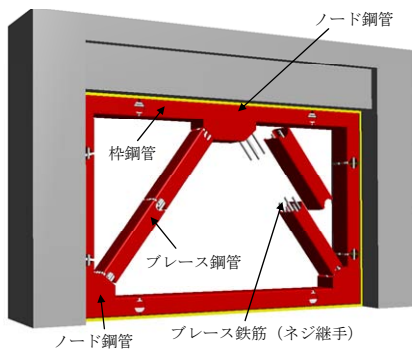


図-1 枠付 RC ブレース型補強の概要

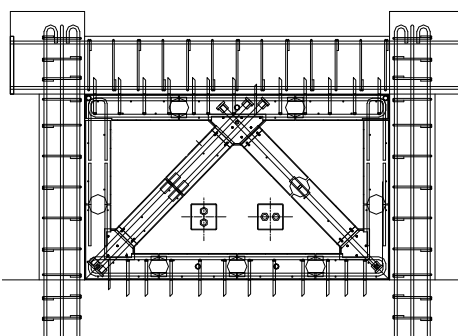


図-2 試験体配筋図(KB-6B)

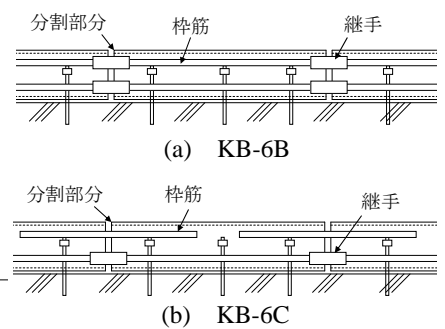


図-3 水平枠の配筋詳細

表-1 試験体一覧

試験体名	KB3n	KB6B	KB6C
コンクリート	E _c =22.2 kN/mm ² , σ _c =26.6 N/mm ²		
周辺フレーム	柱諸元	b×D×h=220×220×900(mm) 主筋10-D13(pg=2.62%) 帯筋D6@150(pw=0.20%)	
	梁諸元	B×D×L=120×280×1480(mm) 主筋4-D16(pt=2.36%) 肋筋D4@120(pw=0.16%)	B×D×L=170×280×1480(mm) 主筋6-D16(pt=2.5%) 肋筋D5@120(pw=0.22%)
	柱軸力	η=N/bDFc(21)=0.125	
補強ブレース	ブレース鋼管	□75×75×2.3	□125×125×3.2
	ブレース配筋	2-D16(pg=7.1%) SD490	2-D19(pg=3.7%) SD490
補強枠	枠鋼管	□75×75×2.3	□125×125×3.2
	横枠配筋	4-D6不連続 (pg=2.3%)	上下4-D13連続 (pg=3.2%)
	あと施工アンカー	なし	躯体側のみ4-D13連続 (pg=3.2%) 水平部S-D10@120(pa=0.5%)

表-2 材料特性 (*: 0.2% オフセット)

部位	試験体	ヤング係数 kN/mm ²	降伏点 kN/mm ²	引張強さ ² kN/mm ²
ブレース筋	KB3n	202	535	700
	KB6B KB6C	193	532	702
柱主筋	共通	194	365	536
梁主筋	共通	200	392	605
帯筋	共通	195	371	472
肋筋	KB3n	185	355*	512
	KB6B KB6C	188	383*	514
枠筋	KB3n	195	371	472
	KB6B KB6C	198	550	615
アンカー筋	KB6B KB6C	192	361	513

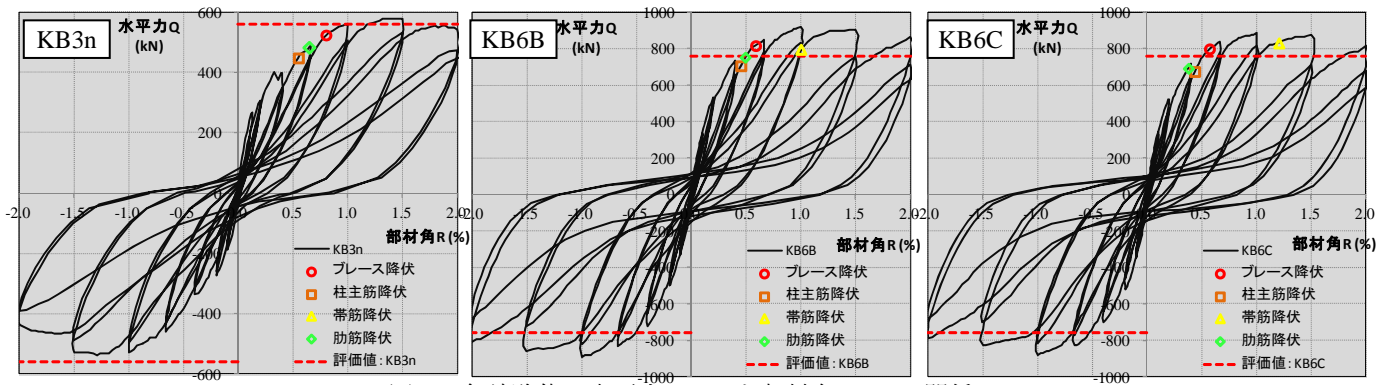


図-4 各試験体の水平力 Q(kN)と部材角 R(%)の関係

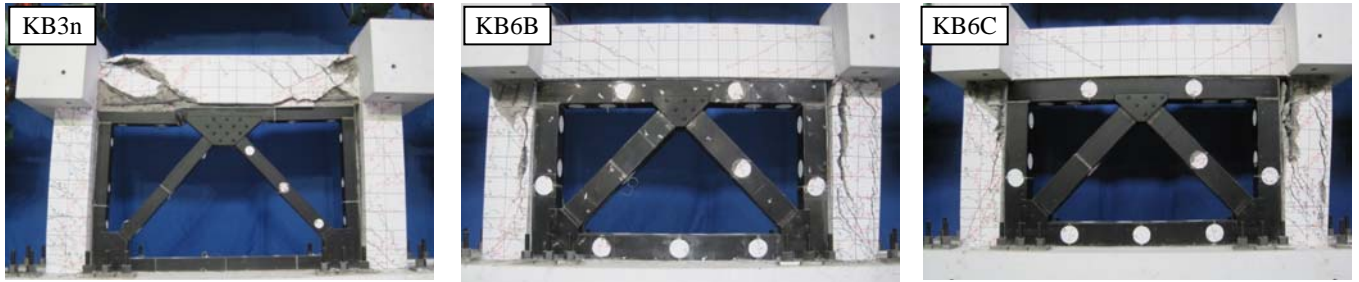


写真-1 各試験体の最終破壊状況

表-3 各試験体の破壊経過一覧 単位：kN(部材角 %)

試験体名	KB3n	KB6B	KB6C	
最大耐力	577 (1.41)	920 (1.00)	886 (1.00)	
破壊形式	引張ブレース降伏 梁せん断破壊	引張ブレース降伏 (上接合部すべり) 柱パンチング破壊	引張ブレース降伏 (上接合部すべり) 柱パンチング破壊	
鉄筋降伏	柱主筋	447 (0.55)	705 (0.53)	674 (0.43)
	帯筋	降伏せず	796 (1.00)	830 (1.20)
	ブレース筋	524 (0.80)	816 (0.59)	798 (0.57)

表-4 実験の最大耐力と評価値の比較 単位：kN

	KB3n	KB6B	KB6C
実験値	577	920	886
Q_{su1}	562	759	759
Q_{su2}	617	1153	1153
Q_{su2}/Q_{su1}	1.10	1.52	1.52
$Q_{su} = \min(Q_{su1}, Q_{su2})$	562	759	759
想定される破壊モード	タイプ I	タイプ I	タイプ I
実/計	1.03	1.21	1.17

4. 結果評価

枠付 RC ブレースによる補強架構の終局耐力は、既存躯体の終局耐力、RC ブレースの終局耐力、および接着面の接合耐力の組み合わせによって得られる耐力の最小値とし、(1)式で評価した。実験で得られた最大耐力と評価値の比較を表-4 に示す。その結果、提案する評価式で実験結果を評価できた。また、枠鋼管内の配筋省力化を目指した KB6C は、上下の両鉄筋が連続した配筋である KB6B と構造的に大差なく、提案する評価式で評価できた。

$$Q_{su} = \min(Q_{su1}, Q_{su2}) \quad (1)$$

ここに、 Q_{su1} ：ブレース引張降伏で決まる耐力(タイプ I)、 Q_{su2} ：パンチングと接着面破壊で決まる耐力(タイプ II)

$$Q_{su1} = Q_{bu} + Q_{c1} + Q_{c2} \quad (2)$$

$$Q_{su2} = Q_j + p Q_c + Q_{c2} \quad (3)$$

$$Q_{bu} = ({}_B N_c + {}_B N_t) \cdot \cos \theta \quad (4)$$

$${}_B N_t = {}_B a_t \cdot {}_B \sigma_y \quad (5)$$

$${}_B N_c = {}_B a_c \cdot {}_B \sigma_y + \min(\alpha_c \cdot F_{c2} \cdot {}_B b \cdot {}_B D, P_B / \sin \theta) \quad (6)$$

ここに、 Q_{bu} ：ブレースの水平せん断耐力、 Q_{c1} 、 Q_{c2} ：柱の耐力²⁾、 Q_j ：既設躯体と枠材間の接合面耐力、 $p Q_c$ ：柱頭

のパンチングシア耐力¹⁾、 ${}_B N_t$ ：引張側ブレース軸力、 ${}_B N_c$ ：圧縮側ブレース軸力、 ${}_B b$ 、 ${}_B D$ ：ブレースの断面幅とせい、 $\alpha_c \cdot F_{c2}$ ：ブレース内グラウトの圧縮強度、 θ ：ブレースと水平面のなす角度、 ${}_B P_t$ ：既存梁の耐力

5. まとめ

枠付 RC ブレース工法による補強実験より得られた結果は、以下の通りである。

- ・ 高強度鉄筋(SD490)を用いても、提案する方法で評価可能である。
- ・ 梁破壊型の破壊形式においても、提案する方法で評価可能である。
- ・ 枠鋼管内の配筋を躯体側のみの連続配筋としても、枠鋼管内の上下両鉄筋を連続した場合と構造的に大差なく、同じ方法で評価可能である。

【謝辞】 本試験体の製作にあたり、日本シーカ(株)および朝日工業(株)に材料提供を頂いた。紙面を借りて深謝致します。

【参考文献】

- 1) 栗田康平他：ブレース型耐震補強工法「3Q-Brace®」の開発，大林組技術研究所報，No.73, 2009