

L 形 RC 隅角部の耐力計算方法

大成建設(株) 技術センター 正会員 ○村田 裕志 渡部 孝彦 畑 明仁 武田 均

1. はじめに

土木分野において、RC ボックスカルバート構造物などでは、図-1 に示すように L 形隅角部の配筋が複雑になりやすい。しかしながら、L 形隅角部で破壊する場合の具体的な耐力計算方法が確立されておらず、合理的な設計手法は整備されていない。一方、建築分野においては柱はり接合部において、破壊形態を考慮した計算手法が提案されている¹⁾²⁾。本稿では、本手法の土木分野の隅角部構造への適用性について検討した結果を述べる。

2. 既往の研究

建築分野の柱はり接合部の耐力計算手法について述べる。塩原¹⁾は、十字形の柱はり接合部の破壊に対し、図-2 のようなモーメント抵抗機構を提唱している。従来では、接合部の破壊はせん断破壊と類似の現象と説明されることが多かったが、実際の破壊形態は斜め引張破壊やせん断圧縮破壊と極めて異なっていることに着目したものである。

さらに、辛ら²⁾は、この破壊機構のモデルを L 形の柱はり接合部に適用している。L 形接合部においては、図-3 に示されるように、閉じる方向の変形と開く方向の変形のそれぞれに対して 2 つの破壊モードがある。すなわち、柱やはりの部材端部の曲げ破壊が先行するモード（以降、B モードと称する）と、接合部の破壊が先行するモード（以降、J モードと称する）である。建築分野においては、柱はり接合部にハンチを有さないことが通常であるが、土木分野の隅角部ではハンチを設けることが多い。辛ら²⁾の計算方法もハンチのない柱はり接合部を対象としたものであるため、ハンチを有する構造も対象となるように計算方法を拡張する必要がある。

また、図-1 のような土木分野のボックスカルバート隅角部を対象とした著者らの既往の実験的検討³⁾の結果、開く方向の変形時に発生する割裂ひび割れが隅角部の破壊を支配することが示されている。このため、本稿では開く方向のみの現象を対象とした。

3. 計算対象およびモデル化

計算対象は、文献 3) の Case1 (図-1 の配筋) および Case4 (隅角部補強鉄筋なし) の 2 種類の試験体である。試験体は実物の 1/2 サイズ程度を想定しており、側壁厚は 500mm、底版厚は 600mm、ハンチサイズは側壁厚の 1/2 として 250mm となっている。部材幅（奥行き）は $b=720\text{mm}$ とし、主鉄筋は D19 を 8 本、ハンチ筋は D16 を 6 本（主鉄筋量の約 1/2 の量）、せん断補強鉄筋および隅角部補強鉄筋は 3 本の D13 を 120mm 間隔で配置した。B モードの耐力は、ハンチ端での曲げ耐力とした。

図-3(b)の J モードのモデルをベースに、ハンチを考慮し

キーワード カルバート、隅角部、柱はり接合部、耐力

連絡先

〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター TEL 045-814-7231

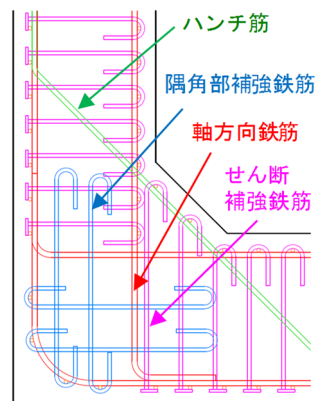


図-1 隅角部付近の配筋例

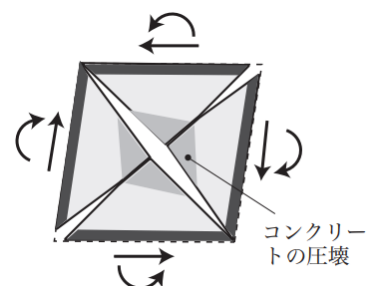


図-2 柱はり接合部のモーメント抵抗機構¹⁾

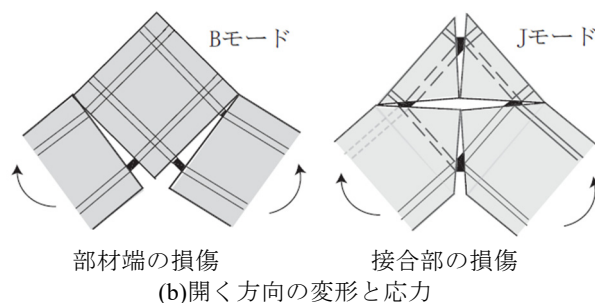
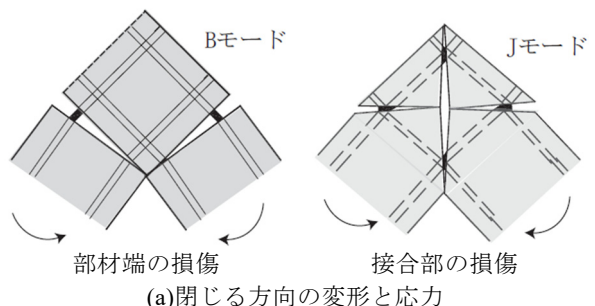


図-3 L 形接合部の 2 つの変形機構²⁾

てフリーボディの力の釣合いをモデル化したものが図-4 および図-5 である。簡便のため、底版厚と壁厚を同じ $h=500\text{mm}$ として、対称条件でモデル化した。なお、添字の数字は文献 2) に合わせている。ここで、水平方向と鉛直方向の力の釣合いおよびモーメントの釣合いを定式化すると以下のようになる。

$$T_1 + T_4 + T_5 - C_4 - C_5 = 0 \quad (1)$$

$$\frac{j}{2}(-T_1 - T_3 + 2T_4) - C_4^2 + (1 - C_5)C_5 = 0 \quad (2)$$

$$-T_1 + T_2 + \frac{T_6}{\sqrt{2}} + C_5 - C_6 - V = 0 \quad (3)$$

$$-T_2 - T_3 - T_5 - \frac{T_6}{\sqrt{2}} + C_5 + C_6 + N = 0 \quad (4)$$

$$\frac{j}{2}(T_1 - 2T_2 + T_3) - kT_6 - (1 - C_5)C_5 + C_6^2 + LV = 0 \quad (5)$$

ここで、 j : 部材厚 h に対する軸方向鉄筋間隔比 (0.7), k : 0.911, L : 5.66 である (図-5 参照)。なお、すべての長さは h を 1 とした無次元数とし、 T_x および C_x のすべての力は $bh\sigma_c$ ($\sigma_c=0.85f'_c$) を 1 とした無次元数としている。文献 2) に習い $C_4=C_5=0$ とし、 T_2 と T_3 と T_6 の鉄筋降伏を仮定して、(1)~(5)の連立方程式を解くことで J モードの耐力 (せん断力 V) が得られる。

4. 計算結果と考察

耐力計算結果を図-6 に示す。実験³⁾において、Case1 は少し J モードでの破壊が見られたが概ね B モードが支配的、Case4 は J モードが支配的であった。図-6 からは、今回の簡便なモデル化による計算により、隅角部の耐力を概ね評価できていることが分かる。しかしながら、計算上の仮定で矛盾が生じている部分もある。図-7 に Case1 での各変数の値 (無次元) を示す。ここで、 T_3 と T_4 が負の値となっており、圧縮鉄筋となっている。図-8 に示す FEM の結果からも該当部が圧縮となっていることが分かる。図-4 では左下端部がひび割れると仮定して図-5 のフリーボディの分割をしているが、分割方法を再考する必要がある。

5. 結論

建築分野で提唱されている柱はり接合部の耐力計算方法を拡張し、ハンチを有する RC ボックスカルバートの L 形隅角部に適用したところ、妥当な精度で耐力を予測できる可能性を示した。今後は、壁と版で非対称条件となる場合への拡張や、フリーボディの分割方法に改良を加える予定である。

参考文献

- 1) 塩原等：鉄筋コンクリート柱梁接合部：見逃された破壊機構，日本建築学会構造系論文集，Vol.73，No.631，pp.1641-1648，2008。
- 2) 辛勇雨，楠原文雄，塩原等：鉄筋コンクリート L 字型柱梁接合部のせん断終局強度と破壊モードの解析，コンクリート工学年次論文集，Vol.26，No.2，pp.493-498，2004。
- 3) 村田裕志，武田均：RC ボックスカルバート隅角部の配筋合理化に関する実験的研究，土木学会第 70 回年次学術講演会講演概要集，V-198，pp.395-396，2015。

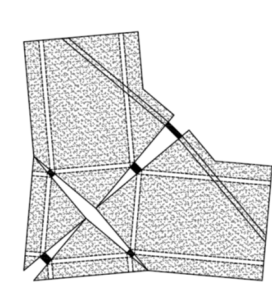


図-4 ハンチを考慮した破壊モデル

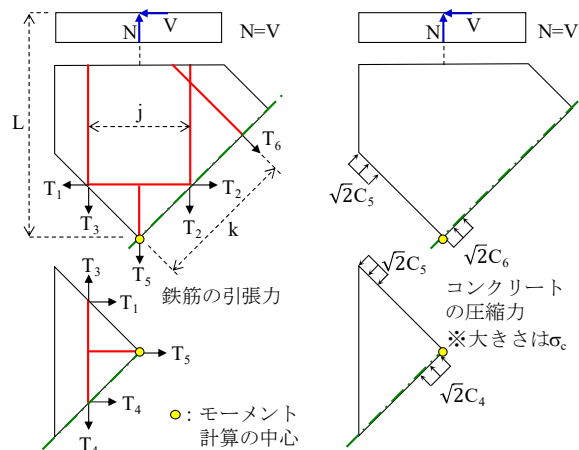


図-5 開く方向の力の釣合い

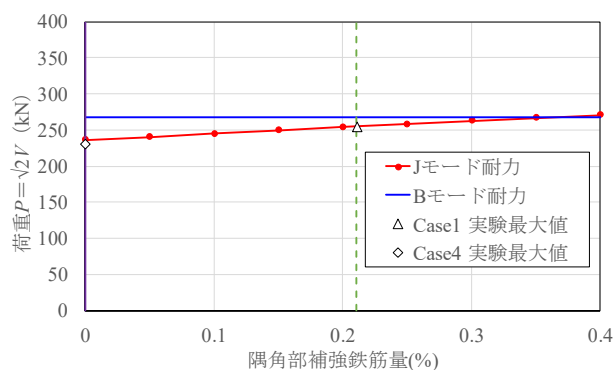


図-6 耐力計算結果

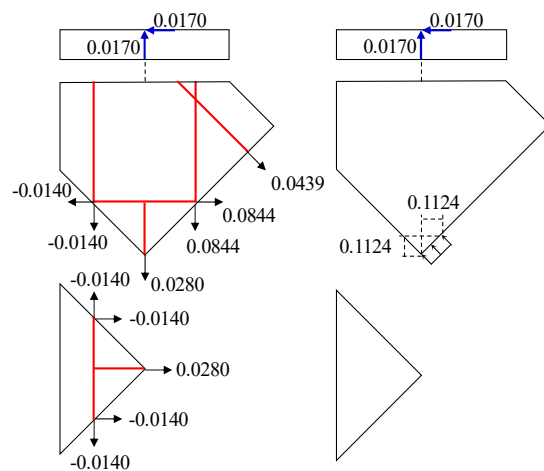


図-7 力の釣合い (Case1)

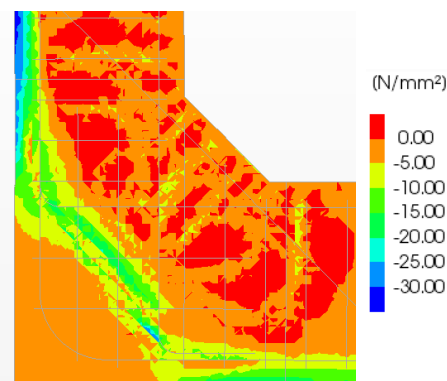


図-8 最小主応力分布 (最大荷重時)