耐荷力マスターカーブ【ボックスカルバート】

サブ課題C:地方自治体等のヒューマンリソースの戦略的活用

説明内容

説明内容（RC ボックスカルバート）

- ① 評価の流れ
- ② 点検項目（版厚，鉄筋量）
- ③ 版厚と鉄筋量の推定
- ④ 評価方法（安全余裕度の算定）
- ⑤ 適用範囲と留意点
- グラフ①　健全の場合
- グラフ②　鉄筋が腐食している場合
- グラフ③　鉄筋が効かない場合

① 評価の流れ

図面がなくても，点検結果から耐荷力と安全余裕度を算定できる

STEP 1	**適用範囲の確認** 構造形式（場所打ち／プレキャスト）・スパン 2〜5 m・建設年
STEP 2	**点検による劣化状況の確認** 頂版の鉄筋露出・腐食の程度，かぶりコンクリートの剥落
STEP 3	**版厚と鉄筋量の推定** 図面 → 実測 → 標準図集の順で設定
STEP 4	**限界耐荷力 Pu の算定** 耐荷力マスターカーブ（簡易耐荷力評価式）
STEP 5	**安全余裕度の算定** Pu ÷ 大型車（25 t）による作用荷重
STEP 6	**措置の検討** 補修・簡易補修・経過観察の強化 など

② 点検項目（版厚，鉄筋量）

頂版を対象に，現地で確認する項目と評価式への反映方法

点検項目	確認方法	評価式への反映
スパン L（内空幅）	台帳・巻尺で計測	L（mm）
構造形式・建設年	継目の有無（プレキャスト） 台帳・目視	式の選択 適用範囲の判定
頂版の厚さ H	坑口側面で実測 （困難なら標準図集）	有効高さ d
鉄筋の露出・腐食	目視・ノギス （断面欠損率を安全側に）	引張鉄筋比 pw を低減
かぶりの剥落	内空側（下縁）か 路面側（上縁）かを確認	上縁側：d を低減 下縁側：影響小

■ 版厚・鉄筋量の非破壊測定は，関連コンテンツ（版厚の測定，鉄筋量の測定）を参照

③ 版厚と鉄筋量の推定

優先順位：①図面　→　②実測（非破壊試験）　→　③標準図集

■ 場所打ち

（土木構造物標準設計（建設省，S60））

・引張鉄筋比　**pw = 0.25 %**

・有効高さ　**d = 0.058 L + 121**

■ プレキャスト

（PCa RC ボックスカルバート図集（ベルテクス㈱，H25.8））

・引張鉄筋比　**pw = 0.9 %**

・有効高さ　**d = 0.066 L + 3.11**

（d，L の単位：mm）

L (m)	場所打ち d (mm)	プレキャスト d (mm)
2.0	237	135
2.5	266	168
3.0	295	201
3.5	324	234
4.0	353	267
4.5	382	300
5.0	411	333

■ 実測した版厚 H を使う場合は，d = H −（かぶり＋鉄筋径／2）とする

■ 標準図集の年代より古いボックスカルバートは推定値の根拠がないため，専門家に相談

④ 評価方法（安全余裕度の算定）

頂版を両端固定ばりとして，限界耐荷力 Pu を求める

限界耐荷力　$Pu = 8\,Mu / L = 8\,pw\,b\,fy\,d^2 / (1.15\,L)$
$= 5{,}130 \times pw \times d^2 / L$　（kN）　※床版橋の 2 倍
b = 2,500 mm，fy = 295 N/mm²，z = d/1.15，d・L：mm

安全余裕度 ＝ Pu ÷ PD　　（PD：大型車 25 t の作用荷重 250 kN）

計算例：スパン L = 3.0 m，健全の場合

・場所打ち：d = 295 mm，$Pu = 5{,}130 \times 0.0025 \times 295^2 / 3000 \fallingdotseq$ **372 kN（余裕度 1.5）**

・プレキャスト：d = 201 mm，$Pu = 5{,}130 \times 0.009 \times 201^2 / 3000 \fallingdotseq$ **623 kN（余裕度 2.5）**

・鉄筋が腐食している場合：pw ×（1 − 断面欠損率）で評価

⑤ 適用範囲と留意点

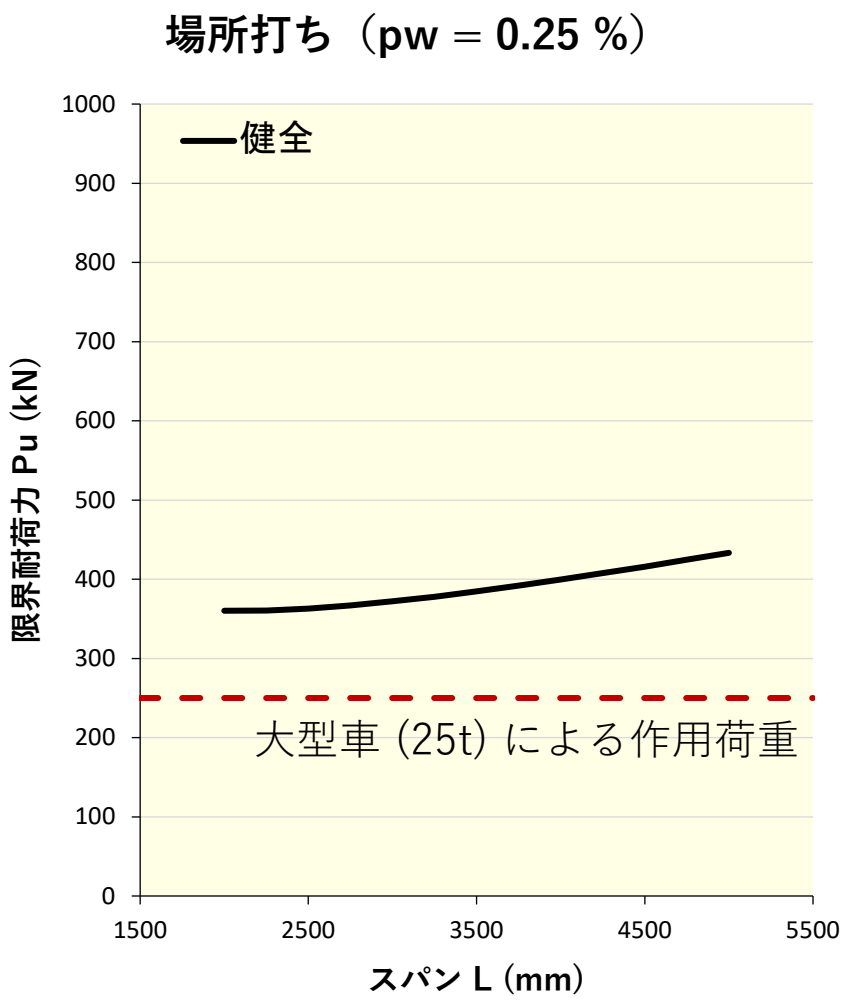
適用範囲内であれば，単純な式で安全側に評価できる

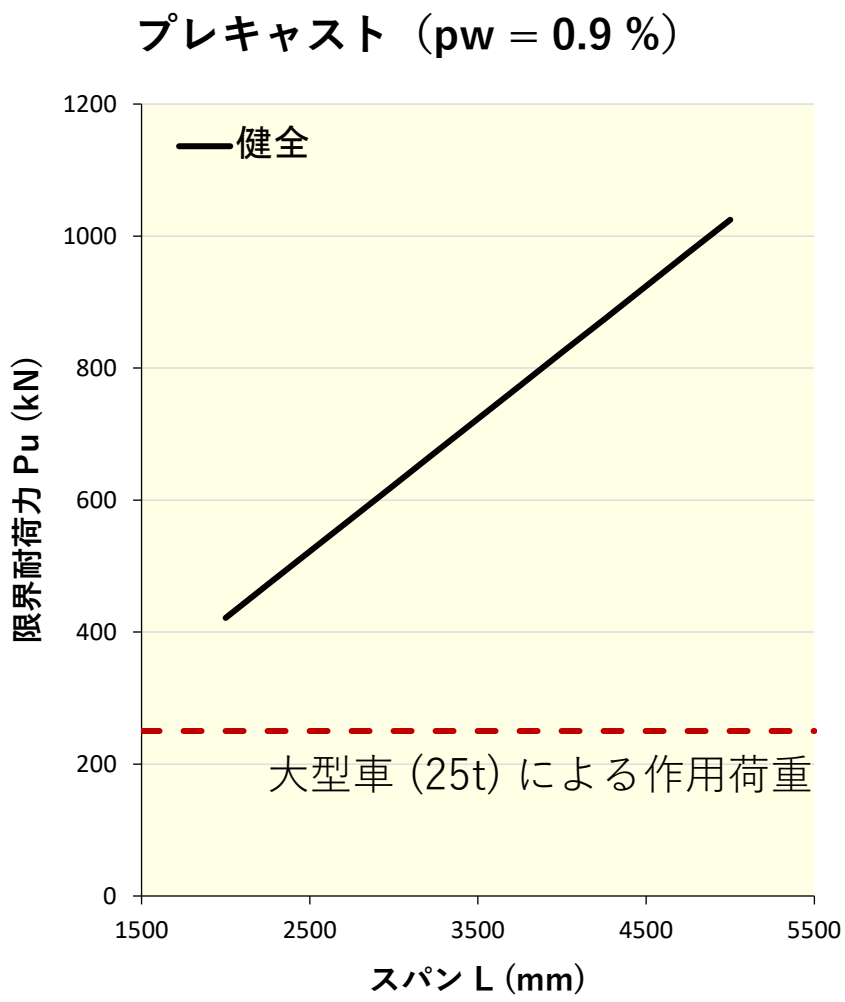
適用範囲	式を補正して適用	専門家の判断が必要
・スパン：2～5 m ・構造形式： RC ボックスカルバート （場所打ち，プレキャスト） ・建設年： 場所打ち S60（1985）以降 プレキャスト H25.8（2013）以降 ・健全度 Ⅰ，Ⅱ ・顕著な鉄筋腐食がなければ，内空側かぶりの剥落（健全度 Ⅲ）でも適用可	・引張鉄筋の腐食 ・断面欠損 → 欠損率に応じて pw を低減 ・圧縮側コンクリートの欠損 → 欠損厚に応じて d を低減	・鉄筋の付着切れ，定着不良 ・コンクリートの著しい劣化 ・土かぶりが厚い場合 ・適用範囲外 （古い場合，長スパンなど）

前提：$f'c = 24\ N/mm^2$，$fy = 295\ N/mm^2$，$b = 2{,}500\ mm$，$z = d/1.15$

グラフ①　健全の場合

RC ボックスカルバート（健全）

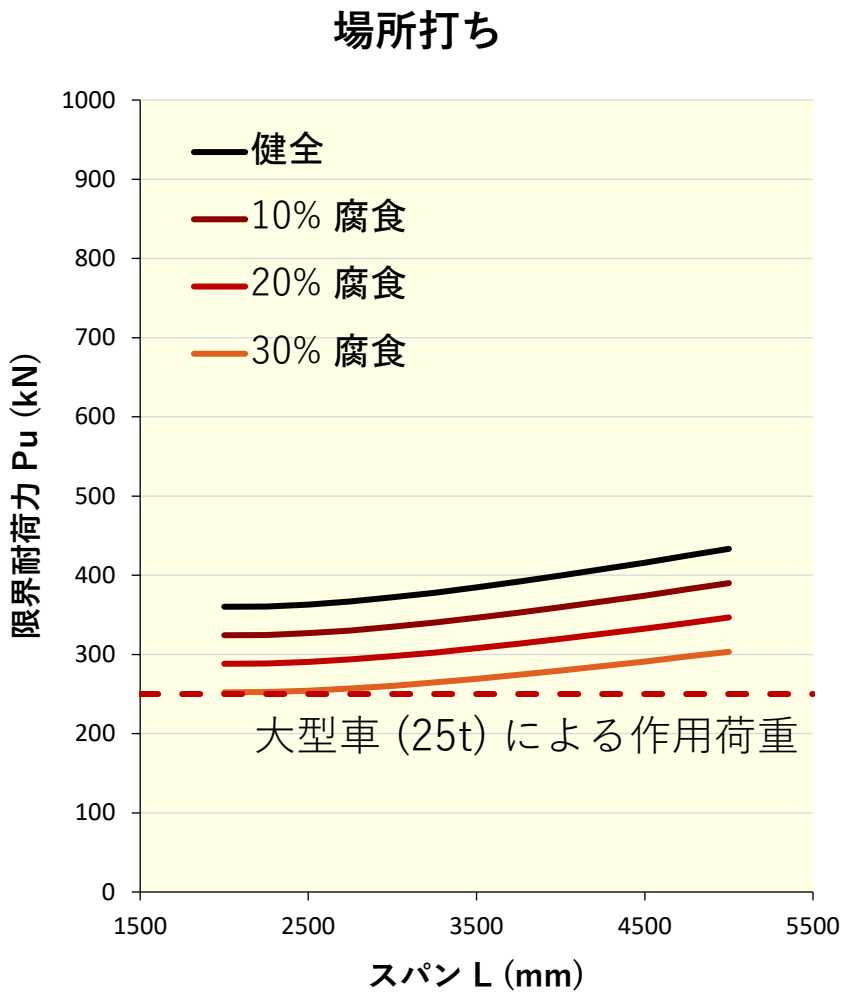


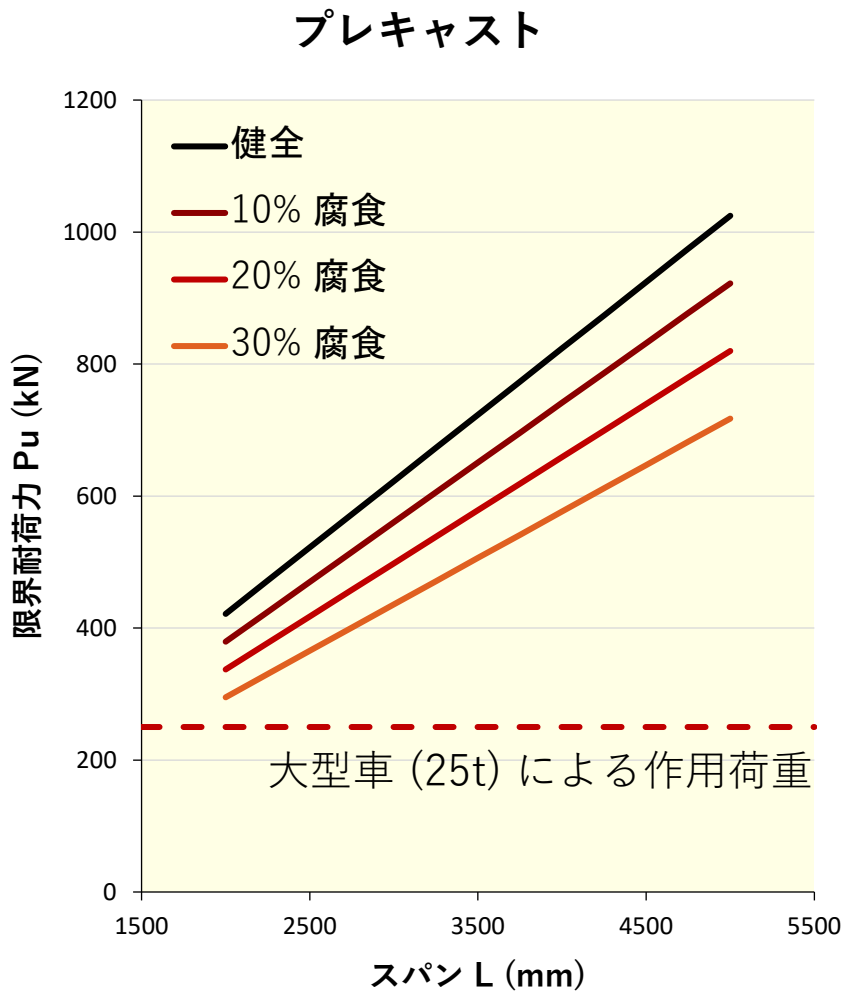


安全余裕度：場所打ち ≒ 1.4～1.7，プレキャスト ≒ 1.7～4.1

グラフ②　鉄筋が腐食している場合

RC ボックスカルバート（引張鉄筋の断面欠損 10・20・30 %）

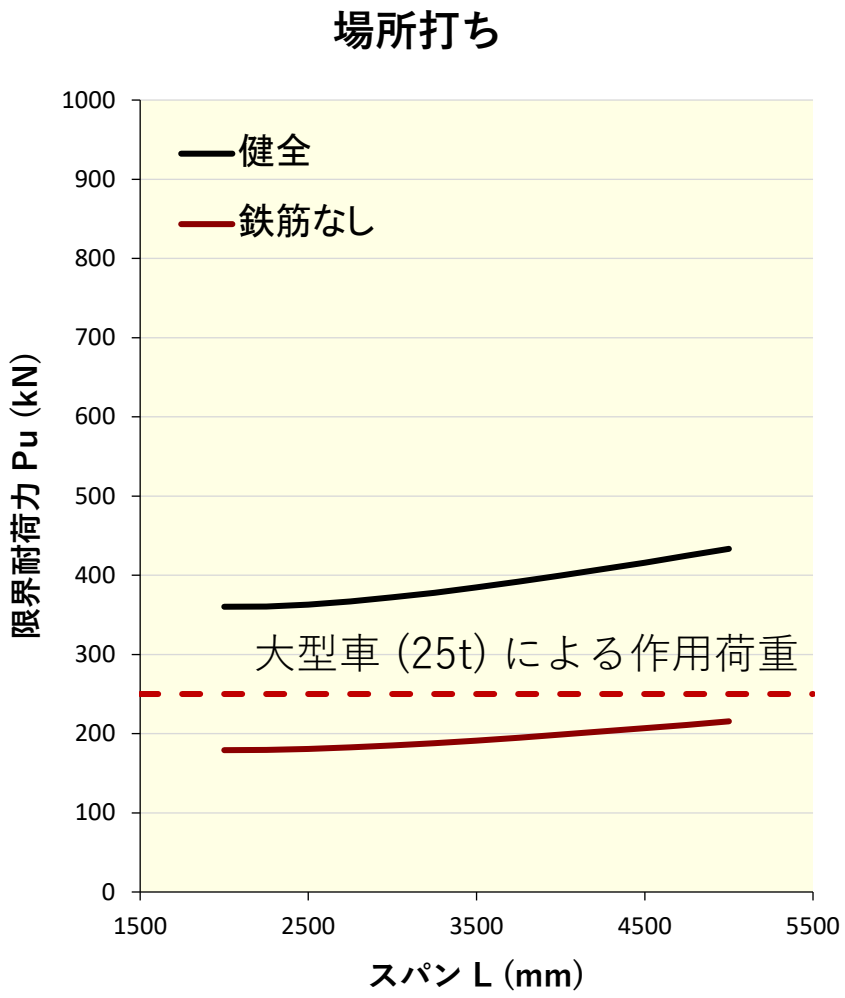


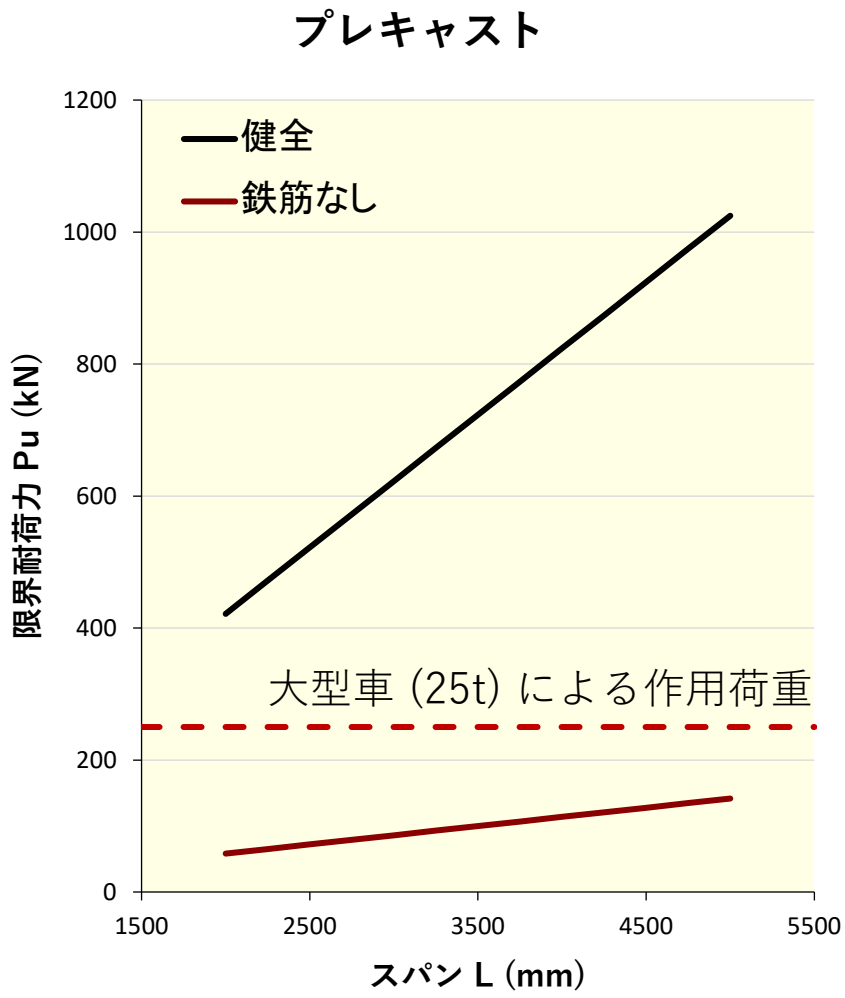


30 % 腐食時の安全余裕度：場所打ち ≒ 1.0 以上，プレキャスト ≒ 1.2 以上

グラフ③　鉄筋が効かない場合

RC ボックスカルバート（引張鉄筋なし：コンクリートのみで抵抗）





仮定：$Pu = 8\,Mcr / L$，$Mcr = ft\,b\,H^2 / 6$，$ft \fallingdotseq 1.91\ N/mm^2$，H は安全側に d で代用

まとめ

・図面がなくても，**構造形式・スパン・点検結果**から
限界耐荷力と**安全余裕度**を算定できる

・同じ断面なら，限界耐荷力は床版橋の**2 倍**

・健全なら大型車に対して余裕あり．
ただし，**場所打ちは鉄筋比が小さい場合あり．**腐食に注意

・引張鉄筋が効かないと耐荷力は大きく低下

→ 点検では**頂版の鉄筋の露出・腐食**を重点的に確認