

下に凸の曲面を有する鋼板・コンクリート合成床版（C B床版）の開発

神戸製鋼所 正員 山田岳史 中川知和
 神戸製鋼所 正員 沼田 克 岡本安弘
 神戸製鋼所 正員 埴 洋二 奥村昌好
 コベルコ科研 正員 大谷 修 平野一孝
 コベルコシステム 蘆田拓也

1. まえがき

鋼板・コンクリート合成床版の特長は、型枠支保工が不要、鉄筋コンクリート床版に比べ重量の軽減が図れるなどである。しかし、コンクリート打設時の型枠を期待した鋼殻には、打設重量による底鋼板の曲げ変形防止に補剛材を取り付けるため、工場製作コストの点から、RC、PC床版に比べ決して有利ではないのが現状である。

そこで、打設重量に対して、鋼殻の曲げ抵抗ではなく、底鋼板の膜効果によって抵抗することを期待した合成床版（以下、CB床版）を開発した。

本報では、このCB床版の打設時、使用状態における構造特性の把握を行ったので、これら一連の結果について報告する。

2. コンクリート打設時の構造特性

CB床版の最も大きな特長は、コンクリート打設時の力学特性にある。従来の合成床版に比べ、CB床版では、コンクリート打設時の重量を底鋼板の膜力によって負担させるため、曲げ補剛材およびそのための溶接などを省略できることとなる。ただし、膜力を発生させるためには、圧縮材によって固定間距離を一定にする必要がある。すなわち、ストラット・タイ機構を適用した構造形式である。

ただし、サグが大きくなるにしたがい水平反力H（圧縮力）は小さくなり、力学的には有利になるものの、床版厚、床版重量が大きくなることとなる。また、サグが小さい場合には水平反力Hが極めて大きくなり、床版厚以上の断面の圧縮材を要求することとなる。したがって、サグf（=床版厚）とそれに関する打設重量Wと圧縮力Hとの関係で、得失を明らかにしておかねばならない。

ここで、床版支間中央で発生する釣り合いモーメント M_0 は、

したがって、支持点における水平反力Hとサグfの関係は右のようになる。

キーワード：合成床版、膜力、曲面

連絡先：〒651-2271 神戸市西区高塚台 1-5-5（構造強度研究室）Tel:078-992-5641, Fax:078-993-2056

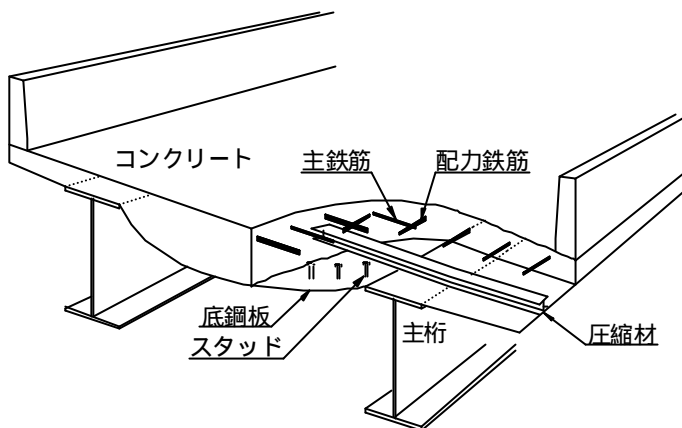


図-1 CB (Curved Bottom) 床版の概念図

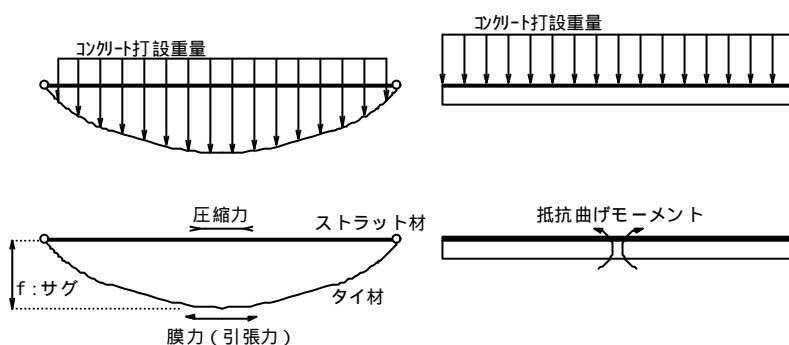


図-2 (a) CB 床版の力学モデル (b) 一般的合成床版の力学モデル

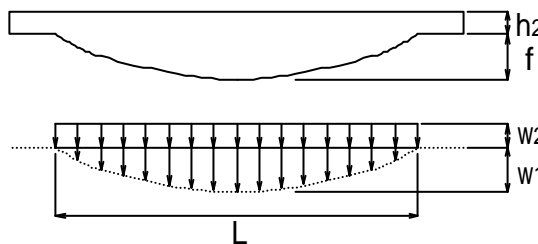


図-3 CB 床版の打設重量

$$M_0 = \frac{5w_1 l^2}{48} + \frac{w_2 l^2}{8} \quad M_0 = Hf$$

$$H = \frac{(5w_1 + 6w_2) l^2}{48f}$$

図-4 に床版支間 8 m の場合の床版重量 W 、水平反力 H とサグ/スパン比 (f/L) の関係を示す。図中の h_2 とは主桁上の床版厚のことである。この図より、 f/L が小さい場合には床版重量 W が小さいにも関わらず、水平反力 H が極めて大きいため (図-5 参照) に $H \times W$ は大きな値を示すこととなるが、 f/L が 0.01 程度で大きく改善され、さらに f/L が大きくなると水平反力 H はほとんど低減せず、床版重量 W のみが増加することとなる。したがって、主桁上床版厚 $h_2=20 \sim 30\text{cm}$ とした場合には図-4 の変曲点である $f/L=0.03 \sim 0.04$ 程度が最適値と考えられる。

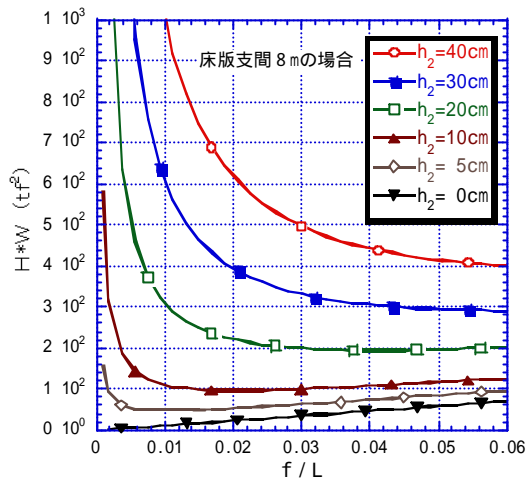


図-4 打設重量 W と水平反力 H の得失

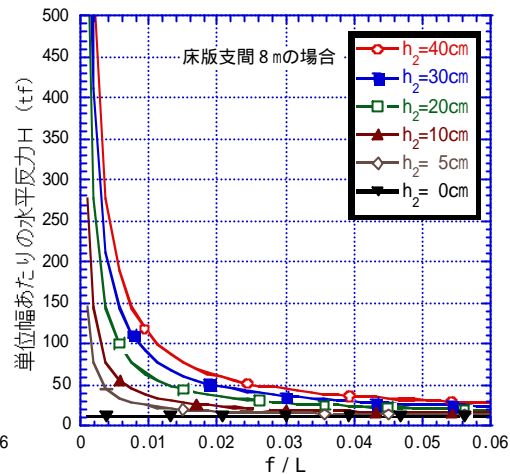


図-5 水平反力 H とサグ f の関係

図-4 の変曲点である $f/L=0.03 \sim 0.04$ 程度が最適値と考えられる。

3. 使用状態における構造特性

本 C B 床版の完成時における構造特性を把握するために、静的押し抜きせん断試験および輪荷重走行試験を実施した。使用状態では、これまでの合成床版と同様に底鋼板とコンクリートの合成効果を期待し、本床版では頭付きスタッドを溶植している。供試体諸元は、最小床版厚 11cm、最大床版厚 19cm、底鋼板厚 6mm で、床版支間は 2.0m である。圧縮材は C-60*30*30*2.3 を 50cm ピッチで配置した。

図-6, 7 に床版支間中央の静的押し抜きせん断試験による荷重点の荷重 - 変位曲線、底鋼板の荷重 - ひずみ曲線を示す。両図ともに底鋼板とコンクリートの完全合成を仮定した弾塑性 F E A の結果とほぼ一致しており、押し抜きせん断破壊に至るまで完全合成の挙動を呈したものと判断できる。

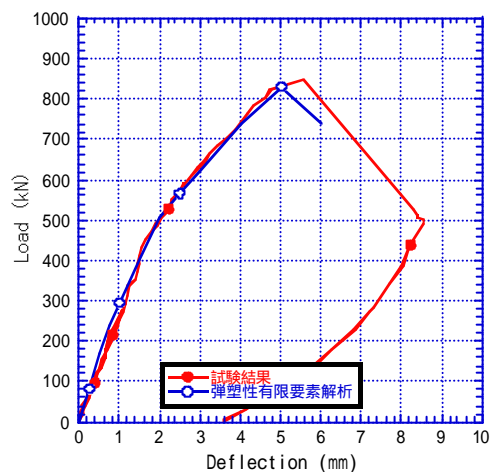


図-6 荷重点の荷重 - 変位曲線

図-8 に輪荷重走行試験機によって床版支間中央を走行させたときの走行回数と床版支間中央のたわみの関係を示す。この試験では、荷重 150kN で 20 万回走行させた後に、180kN にて 60 万回走行させた。本床版は通常の RC 床版の寿命 50 年に相当する 180kN、30 万往復 (60 万回) に至っても活荷重たわみは安定した状態で推移しており、また、目視にもほとんど損傷は確認できず、本床版の耐久性は特に問題のないことが確認された。今回の試験では最も有利な床版支間中央載荷であるため、今後、主桁近傍載荷における耐久性を把握する必要がある。

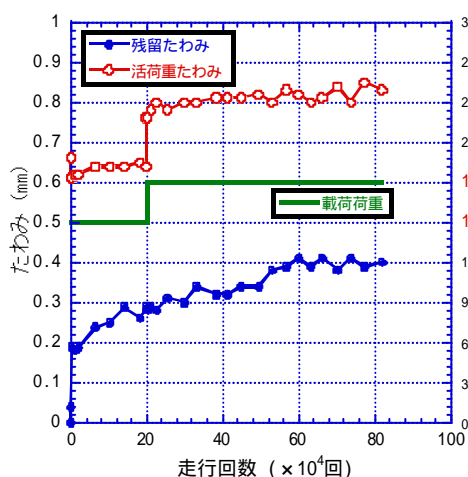


図-8 走行回数とたわみの関係

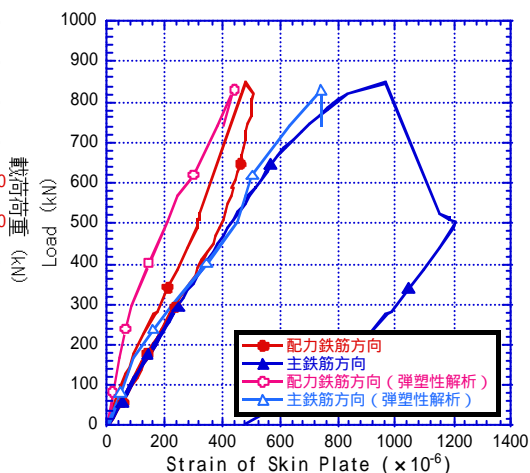


図-7 底鋼板の荷重 - ひずみ曲線

大阪大学大学院松井繁之教授には開発当初から試験の実施に至るまでご指導いただきました。ここに記して謝意を表します。

大阪大学大学院松井繁之教授には開発当初から試験の実施に至るまでご指導いただきました。ここに記して謝意を表します。