

ンやくいなどへ伝ばするときのエネルギー変換の取扱ひ方法に根本的な誤りがあったわけである。さらに注意すべきことは、以上述べてきた打撃応力はクッションおよびくい頭が発生するオ1波の値を求めたもので、この波はハンマー、クッションあるいはくいの内部で反射と透過の現象を生じ、極めて複雑な様相を呈することになる。これについては、つぎにのべる。

3. 重複反射理論による考察 図-2は鋼ぐい規準R84の例題を図解法で解いたもので、図中の記号は文献(1)によっている。ただし、図ではクッションの影響を明確にするため、その厚さを誇張しているので時間軸は実際と異なり模式的になっている。

クッションを介さず直接打撃した場合の波形を破線で入れてあるので、(6)式と(7)式の関係、あるいはそれらが反射と透過の現象を繰返しているのがよく分かると思う。これらの結果を要約すると、①オ1波目の応力は $\sigma_{pm} = \sigma_c \beta_{cp} \frac{1 - (\alpha_{cp} \alpha_{ch})^n}{1 - \alpha_{cp} \alpha_{ch}}$... (9) で与えられる。②したがって、時間の経過とともに(6)式で与える値より大きくなる。③そして、ハンマーとくいがクッションに比べて十分長い場合には、(9)式は(7)式となり、ハンマーで直接打撃した場合に一致する。④ハンマーで直接打撃した場合の応力波形は、(7)式の値をピークにして階段状に減少し、これは St. Venant 解で近似できる。⑤これらの事実より、クッションなどを介して打撃した場合、くい頭にはハンマーで直接打撃した場合の(7)式の値以上の打撃応力は発生しえない。

4. 道路橋下部構造設計指針-くい基礎の施工編における筆者らの考え方⁴⁾ 打撃応力の算定式に関する問題点をまとめるとつぎのようになる。①クッションを介して打撃した場合の算定式(1)の誘導の過程に誤りがあり、ドロップハンマーもガゼーハンマーも(6)式になる。また、直接打撃する場合もともに(7)式になる。ただし、当然ながら C_p の値は異なるであろう。②そして、これらの式は、オ1波の値を与えるものであり必ずしもくい頭に発生する最大応力とはならない。③クッション等の影響を考慮して、重複反射理論によって厳密に解析することは、ハンマーの構造の複雑さ材料の定数の選定などに問題があり現状では困難である。④さらに、(1)式が取扱ひの不明良なクッションの諸定数を含んでいることや、効率 C_p と不明確な係数 α で二重の補正を行なっていることなど。このように考えると(1)式は非常に不確定な要素が多いことがわかる。そこで筆者らは、これらの問題点をふまえた上で、3.で述べたような根拠からハンマーが直接くいを打撃した場合を理論値としてこれを基準とし、クッションやキップなどの影響を含めた応力に関する効率 C_p も考慮して(10)式を提案した。この(応力)効率 C_p は、現場における実測値の検討の結果決定したものである⁴⁾。また、藤田らは、(10)式 ($e=0.6$) と実測データとの比較から(10)式の修正係数を提案している。今後このような実測例の収集によりさらに実用的な式に発展することを期待したい。ただし、この種の過渡現象を論じる場合の計測では、測定器系の選定に十分注意する必要がある³⁾。

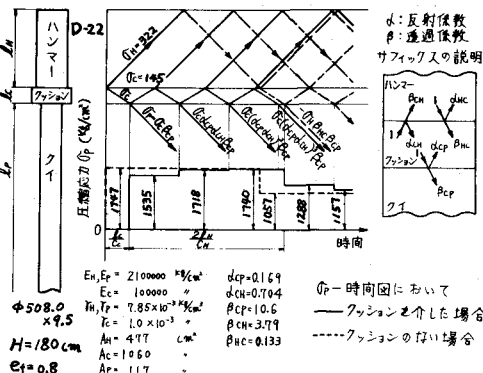


図-2 くい頭打撃応力に及ぼすクッションの影響 (鋼ぐい規準R84の例題の図式解)

5. まとめ ①基礎規準による算定式(1)はハンマーの位置エネルギーがクッションやくいなどへ伝ばするときのエネルギー変換の取扱ひ方法に根本的な誤りがあるので、今後係数 α や効率 C_p などの再検討が望まれる。②下部構造設計指針の(10)式は、物理的に明確な根拠を備え、かつ実用的な補正係数をただ1つもつ明快な式であるので、忠実な実測値を用いて今後さらに種々のケースについて適正な e の値を定めると、より実用的になるわけである。

今後、くい体、継手部、先端部などに生じる応力あるいは引張応力などの問題について筆者らの考え方を述べてゆきたい。

参考文献 (1)宇都-馬; 7/1の打込み(弾性波としての打撃応力について)橋梁基礎 16, 116, 7(1967). (2)冬木誠平; 橋の継手撃に關する基礎的研究, 54年度卒業研究. (3)森田-宇都-冬木; シンクロスコープを用いた打撃応力の観測; 第23回土木学会年次学術講演会第3部 (1968). (4)宇都-小堀-吉村; 実験と施工実情を背景とする施工指針の検討(道路橋下部構造設計指針)基礎の施工解説, 道路, 1969-10. (5)藤田-古賀; 波重の方程式をもとにしたくい頭打撃応力の算定式, 第28回土木学会年次学術講演会, 第3部, (1973)